РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК
Государственное научное учреждение
ПЕНЗЕНСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

К 100-ЛЕТИЮ ПЕНЗЕНСКОГО
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ИНСТИТУТА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

В двух томах
Том 2

Пенза 2009

УДК 631/635
ББК 1/2 41/42 П

Редакционная коллегия:

Смирнов А.А., доктор с.-х. наук, профессор;
Кривобочек В.Г., доктор с.-х. наук
Тимошкин О.А., кандидат с.-х. наук, доцент;
Долженко Д.О., кандидат с.-х. наук;

Общая редакция: доктор с.-х. наук, профессор А.А. Смирнов

Ответственный за выпуск: кандидат с.-х. наук Д.О.Долженко

Сборник научных трудов: К 100-летию Пензенского научно-исследовательского института сельского хозяйства. В 2 т. Том 2. – Пенза: РИО ПГСХА, 2009. – 476 с.

ISBN 978-5-94338-378-6

© ГНУ Пензенский НИИСХ Россельхозакадемии, 2009

III. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

УДК 633.1:631.527

ИСТОРИЯ СЕЛЕКЦИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР: ОТ АНУЧИНСКОГО ОПЫТНОГО ПОЛЯ ДО ПЕНЗЕНСКОГО НИИСХ

Д.О. Долженко, В.Н. Рындина, С.В. Косенко, В.Г. Кривобочек, И.И. Кривобочек, С.А. Потокина

Анучинское опытное поле, преемником которого является Пензенский НИИСХ, было организовано в 1909 г. Вопрос о селекционной работе в этот период не поднимался, решались наиболее важные в то время вопросы агротехники – о парах, навозном удобрении, способах посева основных культур и др.

Официально началом селекционной работы следует считать май 1922 г., когда при реорганизации Анучинского опытного поля в опытную станцию был открыт селекционный отдел, руководил которым Михаил Филипович Канискин. В план работы отдела постепенно были включены все основные сельскохозяйственные культуры Пензенской губернии начала XX века (рожь, овёс, просо, гречиха, картофель и бобовые), а также менее распространённые из-за неустойчивости урожаев, но привлекательные для земледельцев озимая и яровая пшеницы. С 1923 г. начата работа с овсом и горохом, с 1924 г. – с просом, ячменём, озимой и яровой пшеницей; с 1925 г. – с картофелем, с 1926 г. – с чечевицей и викой, с 1927 г. – клевером, озимой рожью и льном на волокно.

С 1925 г. работа Анучинской опытной станции координировалась с другими научными учреждениями Нижне-Волжской области согласно программе, принятой на областном совещании по опытному делу (г. Саратов, декабрь 1925 г.). Одним из положений данной программы для Анучинской опытной станции было следующее: «Испытание высокосортных сельскохозяйственных растений с целью отбора наиболее подходящих для района станции, с постепенным переходом к работам по выведению новых сортов в случае надобности». Поэтому научные исследования велись в нескольких направлениях: сортоиспытание с целью подбора сортов для сельскохозяйственного производства, сортоизучение, как начальный этап селекционного процесса, и сортовыведение.

В 1925 г. при опытной станции установлен участок сортоиспытания, который работал в согласовании с планами селекционного отдела и под его руководством, что дало возможность фактически расширить работу отдела.

При выборе направлений и объёмов работ с каждой культурой специалисты отдела руководствовались перспективностью культур, материально-техническими и организационными возможностями. Так, например, не планировалась селекция самой распространённой и наиболее урожайной культуры – ржи. Во-первых, трудная работа с перекрёстноопыляющимся растением в условиях плохо оборудованного отдела не могла быть успешной. Во вторых, исследованиями, проведёнными на Анучинском опытном поле в 1911–1920 гг., было установлено, что урожай ржи возможно поднять неселекционными методами, за счёт более совершенной агротехники, до 122 пуд. с десятины (против 47,2 пуд. в среднем за 1886–1913 гг.).

По культуре проса проводились лишь работы по сортоизучению и сортоиспытанию с целью подбора чистого сорта с высокой урожайностью и с легко отделяемой плёнкой. Работ по выведению новых сортов не предполагалось, т.к. на Саратовской областной станции и Балашовском опытном поле была показана возможность увеличения урожаев проса при использовании современных методов обработки почвы и способов посева.

Наиболее перспективной для селекционной работы культурой был признан овёс. По данным Анучинского опытного поля, урожай овса свыше 78 пуд./дес. путём улучшения агротехники получить не удаётся. Поэтому чрезвычайно актуальной была проблема выявления или создания сортов овса для местных условий. Только по этой культуре изначально планировалось вести, кроме сортоизучения и сортоиспытания, селекционную работу с применением метода индивидуального отбора. М.Ф. Канискин предполагал использовать и другие методы селекции, если выделение чистых линий не приведёт к успеху.

Было эмпирически определено, что новый сорт для Пензенской губернии должен быть высокоурожайным, устойчивым к ржавчине, иметь не крупную и не грубую солому, не мелкое и не грубоплёнчатое зерно, что повышало хозяйственную ценность и рыночную стоимость зерна.

В 1923 г. был заложен питомник сортоизучения, включавший русские, иностранные овсы, и линии, выведенные в Московском СХИ. Тогда же были проведены первые индивидуальные отборы с овсом, а в 1924 г. был заложен питомник чистых линий. Среди испытывавшихся сортообразцов был овёс одногривый, выведенный на Анучинской опытной станции из местного овса № 14, обладающий не грубой соломой и относительно устойчивый к ржавчине.

С 1927 г. также были начаты работы по сортовыведению чечевицы.

Ранее в Пензенской губернии не производилось систематического изучения сортов, поэтому селекционеры, начиная работу, не

имели представления, какие формы более перспективны для селекции. С целью поиска исходного материала для работы закладывались питомники сортоизучения по каждой культуре. Образцы для питомников сортоизучения сначала собирались путём письменных обращений с просьбой выслать семена. Однако на просьбу откликнулись только опытные учреждения, а местные земледельцы и агрономы её игнорировали. Тем не менее, к весне 1923 г. была собрана коллекция, включавшая 110 сортообразцов различных культур, в т.ч. 53 образца зерновых культур (большей частью овсы). К весне 1924 года коллекция пополнилась 68 образцами (из них 54 – зерновые: овёс, озимая и яровая пшеницы, ячмень, просо).

Работы по сортоизучению и собственно селекции проводились на Анучинской опытной станции на таком методическом уровне, какой только позволяли достигать достаточно скромные технические и материальные ресурсы и недостаток средств. В отделе не было собственных орудий по обработке почвы, очистке семян, однако была возможность пользоваться орудиями отдела полеводства. Сложнее обстояло положение с посевом и обмолотом – существующие орудия не были приспособлены для небольших делянок и малых объёмов зерна, поэтому доля ручного труда на этих видах работ была особенно велика.

За несколько лет селекционной работы были определены направления селекции по изучавшимся культурам, выделены перспективные линии, полученные методом индивидуального отбора.

Однако в 1930–1931 гг., в рамках общей реорганизации сети опытных учреждений СССР, Анучинская опытная станция была реорганизована в узкоспециализированный опорный пункт Шатиловской зональной опытной станции по конопле, а затем в 1932 г. – в Лунинскую зональную опытную станцию по конопле. В этот же период осуществляется перенос станции в рабочий посёлок Лунино. Работы с зерновыми культурами полностью прекращаются. Селекционный материал по зерновым и зернобобовым культурам был передан Ново-Уренской селекционно-опытной станции (впоследствии – Ульяновский НИИСХ).

После целого ряда реорганизаций в 1940 г. в Лунине была создана Пензенская областная сельскохозяйственная опытная станция и продолжены работы по агротехнике главнейших полевых культур. Но, к сожалению, селекционные работы с зерновыми культурами возобновлены не были, преемственность была нарушена, а селекционный материал утрачен.

В основном селекция велась по конопле (работа начата в 1928 г. М.Ф. Канискиным), клеверу и люцерне (с 1936 г., А.К. Киселёва, Е.Г. Быстрова), а позже и по другим полевым культурам (бобы

кормовые, суданская трава и др.). В этих направлениях на Пензенской ГОСХОС были достигнуты существенные успехи.

Эпизодически селекционеры станции обращались к зерновым и крупяным культурам – просу, гречихе, кукурузе. Так, в 1940-х гг. был передан на ГСИ сорт проса, полученный методом массового отбора из местного сорта проса серого из Больше-Вьясского района, пользовавшегося популярностью у крестьян Пензенской области (А.К. Киселёва, Е.Г. Быстрова, Михайлов).

Дважды начиналась в 1950-60-е гг. целенаправленная селекционная работа с кукурузой. А.К. Киселёва доказала возможность создания для Пензенской области скороспелых гибридов зернового типа, создала обширный селекционный материал, переданный впоследствии на Петровскую селекционно-опытную станцию.

Из зерновых колосовых культур селекционеры Пензенской ГОСХОС больше всего внимания уделили яровой пшенице.

Селекция яровой пшеницы. В 1920-х гг. сортоиспытание и сортоизучение яровой пшеницы было начато несмотря на то, что урожаи её не были устойчивы по годам, и она не пользовалась популярностью. Посевы пшеницы сильно повреждались вредителями, особенно шведской мухой.

В среднем за 1925–1929 гг. урожай зерна лучшего сорта яровой мягкой пшеницы Лютесценс 62 (селекции Саратовской селекционной станции) составил 5,6 ц/га. На основании этих данных исследователи пришли к выводу, что пропагандировать эту культуру в области нельзя. Поэтому была поставлена задача прежде всего изучить биологические особенности яровой пшеницы в условиях области, вскрыть причины низкой урожайности и разработать агротехнику. К концу 1960-х гг. Г.М. Вайнман, Д.С. Арбузов, И.Ф. Павлов, М.И. Прозоров разработали комплекс агротехнических приёмов, обеспечивающих получение высоких урожаев яровой пшеницы на уровне 18–20 ц/га.

Это способствовало существенному росту площадей под яровой пшеницей с начала XX века к середине 1950-х гг. – от менее чем 1% до 30% всех посевов яровых и озимых зерновых и зернобобовых культур, при повышении урожайности 2–3 раза.

Наиболее высокопродуктивными в начале 1950-х гг. были сорта мягкой пшеницы Лютесценс 62 и Артёмовка, твёрдой – Народная и Мелянопус 69. К недостаткам яровой пшеницы, устранение которых селекционным путём позволило бы повысить устойчивость урожаев, относились сильная повреждаемость шведской мухой и стеблевой блохой, поражение пыльной головнёй и бурой ржавчиной, невысокая жаро- и засухоустойчивость в период налива зерна.

Из-за немногочисленности коллектива отдела селекции и семеноводства опытной станции научно-исследовательские работы с

яровой пшеницей иногда выполнялись в отделе земледелия. Наряду с исследованиями агротехнического плана, в отделе в 1951 г. были проведены индивидуальные отборы в посевах ветвистоколосой твёрдой пшеницы *Triticum turgidum*. В результате был создан сорт твёрдой пшеницы Пензенская Черноколосая разновидности церулесценс (авторы – зав. отделом земледелия Г.М. Вайнман, старший научный сотрудник Д.С. Арбузов, старший техник Л.С. Чудина). Сорт относился к разновидности церулесценс, превосходил районированный сорт Народная по урожаю зерна, содержанию белка в зерне, но был относительно позднеспелым и высокорослым, из-за чего часто полегал. Новый сорт в 1959 г. был передан в Государственное сортоиспытание и, хотя в отдельные годы превосходил по урожайности районированные сорта, всё же не был признан перспективным.

Систематическая селекция яровой пшеницы в отделе селекции и семеноводства Пензенской ГОСХОС была начата в 1963–65 гг. селекционером А.Г. Луканчевой и продолжена В.Н. Рындиной. Следует отметить, что селекционная работа с культурой с 1963 по 1981 г. пять раз закрывалась, так что работа проводилась инициативным порядком, на личном энтузиазме сотрудников.

Специфика направления работ обуславливалась своеобразием природно-климатических условий области. Пензенская область – своеобразная переходная зона между острозасушливым югом, более холодным востоком и севером, чернозёмным и благоприятным юго-западом и нечернозёмным северо-западом. Поэтому нам не всегда подходят сорта саратовской селекции и других НИУ. Новые сорта для нашего региона должны сочетать все признаки, присущие возделываемым сортам этих зон, но в более мягкой, сглаженной форме. То есть они должны обладать повышенной приспосабливаемостью к местным условиям, что позволило бы стабилизировать урожайность, иметь среднеспелый и среднепоздний тип вегетации, высокое качество продукции, устойчивость к болезням.

Директор НИИСХ Юго-Востока М.М. Попугаев в выступлении на научной конференции сельскохозяйственных опытных учреждений Поволжья (1967 г.) отмечал: «При наличии значительных результатов по селекции яровой пшеницы в зоне остаётся нерешённой задачей выведение хорошего сорта яровой сильной пшеницы для более увлажнённых лесостепных районов, в частности, для многих районов Пензенской области».

Бичом урожайности яровой пшеницы в зоне была бурая листовая ржавчина, возбудитель которой имеет много физиологических рас. По данным ВИЗР (Т.И. Федотова), селекция на устойчивость к ржавчине должна вестись с учётом наиболее распростра-

нённых и агрессивных рас возбудителя в зоне, для которой предназначен сорт.

На Пензенской ГОСХОС совместно с лабораторией иммунитета ВИЗР до 1971 г. на сортах и сортообразцах яровой мягкой пшеницы было выделено 23 расы бурой ржавчины. Районированные в это время сорта (Саратовская 29 и Саратовская 36) поражались самыми вредоносными расами – 77 и 122. Имели тенденцию к распространению 21 и 22 расы.

В результате изучения образцов мировой коллекции было выявлено лишь 18 иммунных, практически устойчивых или слабопоражаемых бурой ржавчиной образцов, в том числе восемь, обладающих групповым иммунитетом к болезням. Были выделены и ржавчиноустойчивые гибриды из материала НИИСХ Юго-Востока.

В результате использования внутривидовых, межвидовых и сложных ступенчатых скрещиваний с дальнейшим отбором (начиная с 3–4 поколений) в Госкомиссию было передано два сорта яровой мягкой пшеницы Сурская 2 и Сурская 19 (1978 г.). Сурская 2 – сорт, устойчивый к полеганию, пыльной головне и бурой листовой ржавчине, но по урожайности не превышавший стандарт Саратовская 36. Сорт Сурская 19 практически устойчив к бурой листовой ржавчине, но во влажные годы полегал, из-за чего снижалось качество зерна и урожайность. Оба сорта по качеству зерна относились к ценной пшенице, и только по результатам испытания в Казахстане сорт Сурская 19 соответствовал требованиям на сильную пшеницу.

Сорта не были районированы по Пензенской области, т.к. правительством была объявлена «пятилетка качества», и все сорта, не отвечающие по качеству сильным, были сняты с испытания. В области посевы наших сортов занимали до 30 тысяч гектар (Бессоновский, Колышлейский, Бековский, Сердобский районы). В это время на смену Саратовской 36 пришёл новый ржавчиноустойчивый сорт Прохоровка – высокоурожайный, с устойчивой к полеганию соломиной.

Селекция яровой пшеницы была возрождена после очередного прекращения в 1980-х гг. уже в Пензенском НИИСХ в 1992 г., с приездом селекционера из Северного Казахстана В.Г. Кривобочека и открытием лаборатории селекции яровой пшеницы. Тогда были сформулированы основные цели и задачи при улучшении яровой пшеницы, разработана селекционная программа. Главным приоритетом признано направление на расширение адаптивного потенциала создаваемых сортов и повышения их качества.

Обширное изучение мировой коллекции и образцов из селекционных учреждений России позволило сформировать новый исходный материал для улучшения яровой пшеницы по основным признакам: продуктивность, устойчивость к болезням, качеству зер-

на. Разработаны оптимальные модели сортов для условий лесостепи Среднего Поволжья. Выполнены теоретические и методологические исследования по обоснованию селекции на высокую урожайность и качество зерна, засухоустойчивость, адаптивность и экологическую стабильность.

Был сделан курс на тесное сотрудничество с учёными научно-исследовательских учреждений Поволжья и других регионов, и первые результаты были получены уже очень скоро. Так, с 2000 г. районирован новый сорт яровой мягкой пшеницы Пирамида, с 2002 г. – Юлия, на Государственном испытании находится сорт Вальс. Все три сорта созданы при совместном творческом участии селекционеров Пензенского и Самарского НИИСХ. В 2005 г. сорта Пирамида и Юлия возделывалось на площади 24,5 тыс. га, что составляет 14% площадей под яровой пшеницей.

Участие в совместной программе экологической селекции по мягкой пшенице Экада (Самарский, Ульяновский, Башкирский, Татарский НИИСХ) также привело к созданию сортов, авторами которых являются, в том числе, и селекционеры Пензенского НИИСХ – Экада 6 (внесён в Госреестр с 2005 г.) и Экада 70 (2007).

Необходимость селекционной работы с яровой твёрдой пшеницей в 1990-е гг. была обусловлена отсутствием сортов, которые в условиях области гарантировали бы стабильную урожайность зерна и высокое его качество. Селекция была начата в 1996 г. кандидатом с.-х. наук С.А. Потокиной, вначале в лаборатории растительных ресурсов, затем – в лаборатории селекции твёрдой пшеницы. Изучен исходный материал, налажено сотрудничество с Самарским НИИСХ. Работы завершились передачей в 2004 г. на Государственное сортоиспытание сорта Лучистая.

Селекция озимой пшеницы. Озимая пшеница, как культура ненадёжная, практически не возделывалась в Пензенской губернии, однако некоторые земледельцы проявляли интерес к этой высокоурожайной в отдельные годы культуре. В 1922 г. сотрудники опытной станции провели массовый отбор из местной озимой пшеницы, высеваемой с 1909 г. на Анучинском опытном поле. Было выделено четыре разновидности, что можно считать первой попыткой создать сорт зерновой культуры собственной селекции. С осени 1924 г. был заложен питомник сортоизучения, включавший, кроме этих форм, ещё 7 селекционных чистолинейных сортов МСХИ.

Две разновидности (красная и белая безостые) в 1927–1929 гг. выделились по урожайности и устойчивости. Одна из них ещё в 1930-е годы возделывалась на полях под названием Анучинская улучшенная, на опытной станции для неё разрабатывалась агротехника. Однако сортоиспытание показало крайнюю неустойчивость

культуры озимой пшеницы в округе, поэтому станция её широко не внедряла.

Работа по селекции озимой пшеницы вновь возобновлена в 1998 году под руководством доктора с.-х. наук В.Г. Кривобочека. Исходным материалом послужили коллекционные образцы из различных селекцентров, гибриды и линии созданные канд. с.-х. Е.В. Кожемякиным, во время работы в Республиках Казахстан и Татарстан, а также линии, выделенные из семеноводческих посевов районированных сортов.

Новый селекционный материал был получен на основе внутривидовой гибридизации с последующим индивидуальным отбором из гибридных популяций и индивидуальным отбором из сортов-популяций. Первые 10 скрещиваний были проведены в 1999 г.

С 2003 г. передан на Государственное сортоиспытание сорт Золушка, который не был районирован из-за отсутствия преимущества в урожайности и зимостойкости по отношению к стандарту Безенчукская 380.

В настоящее время активно ведутся работы по изучению мировой коллекции озимой пшеницы, лучшие образцы вовлекаются в скрещивания с лучшими линиями собственной селекции. Проводятся селекционно-генетические исследования сортов и гибридов.

Основным направлением селекции озимой пшеницы было и остаётся создание новых зимостойких, высокоурожайных, устойчивых к полеганию и болезням, с высоким качеством зерна сортов.

Селекция ячменя. Ячмень не является традиционной культурой для Пензенской области: в начале XIX века посевы его составляли около 0,06% от всех зерновых культур. Сортоизучение ячменя на Анучинской опытной станции начинали в 1924 г., однако впоследствии прекратили, т.к. не было обнаружено сортов, устойчивых к повреждению скрытостебельными вредителями.

Площади под ячменём в области начали расти с 1940 г.; урожайность ячменя поначалу составляла 0,7–1,0 т/га, но уже в конце 1960-х гг. лучшие хозяйства добивались урожайности в 3,5–4,0 т/га. За истекшие 70 лет произошло шесть сортосмен, последняя из них (1986 г.) – районирование сорта Одесский 100 на смену Носовскому 9. На рубеже XX–XXI вв. набор районированных сортов постепенно расширялся, составив в 2009 г. 12 сортов. Несмотря на широкий ассортимент, в сельском хозяйстве области до 2009 г. не было сортов, выведенных в местных условиях и способных наиболее полно использовать изменчивые агроклиматические условия региона для формирования урожая зерна высокого качества. Самым распространённым сортом многие годы остаётся Одесский 100, занимающий 25–30% сортовых посевов, доли сортов Нутанс 553, Нутанс 642, Харьковский 99 и Аннабель значительно меньше.

Для более эффективного использования культуры ячменя необходимы новые сорта, лишённые недостатков существующих: значительных колебаний урожайности по годам, склонности к полеганию, восприимчивости к грибным заболеваниям, повреждаемости скрытостебельными вредителями, низкорослости в сухие годы и т.д. Для решения этой проблемы в 1993 г. в Пензенском НИИСХ была создана лаборатория селекции ячменя под руководством канд. с.-х. наук И.И. Кривобочек. Первоначально перед коллективом лаборатории была поставлена задача создания пивоваренных сортов, но впоследствии основные усилия были сосредоточены на селекции зернофуражных.

На первом этапе работы в лаборатории был изучено более 500 образцов ячменя из мировой коллекции. Сорта, которые наиболее полно отвечали целям селекции и оказались более других адаптированы к местным условиям, вовлекались в парные скрещивания. Наиболее успешно в качестве родительских форм использовались сорта Носовский 9, Прерия, Одесский 100, Харьковский 99, Целинный 91, Нутанс 642, Раушан.

Другим важным направлением исследований в первое десятилетие работы стала разработка теоретической базы для селекции. Были установлены ведущие признаки зерновой продуктивности ячменя в условиях Среднего Поволжья – густота продуктивного стеблестоя, число зёрен в колосе и масса зерна в колосе; определены эффективные критерии отбора высокопродуктивных генотипов на каждом из этапов селекционного процесса. Совместно с учёными Самарского НИИСХ им. Н.М. Тулайкова разработаны принципы экологической селекции ярового ячменя на продуктивность.

Основной метод селекции ячменя, применяемый в ПензНИИСХ – внутривидовая парная и ступенчатая гибридизация в сочетании с индивидуальным отбором из поколений $F_{2–6}$. За годы работы лаборатории было создано 625 гибридных популяций, выделено и проработано более 70 тысяч селекционных линий. Ежегодно питомники разных этапов селекции насчитывают 2900–12500 образцов, в т.ч. питомник конкурсного сортоиспытания – 25–54 сорта.

Понимая, что, начиная селекцию с нуля, трудно добиться сколько-нибудь значимых результатов в короткие сроки, мы развивали сотрудничество с соседними селекционными учреждениями (обмен гибридным и линейным материалом, испытание линий). Особенно тесная совместная работа налажена с Самарским НИИСХ: часть линий, созданных в Самарском и Пензенском НИИСХ, направляется в экологическое испытание, которое проводится в двух географических точках – в степной зоне, п. Безенчук Самарской области, и в лесостепной зоне, п. Лунино Пензенской области. Всего в период с 1998 по 2008 гг. в Пензенском и Самар-

ском НИИСХ совместно изучено 254 линий ярового ячменя, из которых 36 дошло до этапа конкурсного сортоиспытания.

Благодаря различным формам сотрудничества были получены первые практические результаты – сорта Лунь (включён в Госреестр с 2009 г.) и Вариант (проходит ГСИ).

***

В 1990-х гг. лаборатории селекции яровой твёрдой пшеницы, мягкой пшеницы и ячменя входили в отдел селекции, возглавляемый доктором с.-х. наук В.Т. Тихомировым. Кроме селекционеров, занятых непосредственно селекционной работой с культурами, в научных исследованиях принимали также участие специалисты других лабораторий. Лаборатория растительных ресурсов (заведующий – канд. с.-х. наук С.А. Потокина) обеспечивала селекционеров признаковыми коллекциями исходного материала. Лаборатория иммунитета (канд. с.-х. наук И.П. Кошеляева) определяла расовый состав патогенов и проводила оценку устойчивости селекционного материала к болезням. Лаборатория генетики и биотехнологии (канд. биол. наук Р.В. Лялько) осваивала методы гаплоидной и клеточной селекции. Лаборатория оценки качества зерна (канд. техн. наук Г.В. Шабурова) изучала технологические показатели зерна пшеницы и пивоваренного ячменя. Лаборатория химических анализов (В.И. Елисеев) выполняла анализ содержания протеина в зерне (и продолжает это делать сегодня).

В 2004 г. лаборатории селекции мягкой пшеницы, твёрдой пшеницы и ячменя были объединены в отдел селекции зерновых культур. На базе отдела с 2004 по 2009 гг. защищены четыре кандидатские диссертации. Сотрудники отдела (зав. отделом доктор с.-х. наук В.Г. Кривобочек, зав. лаб. селекции ячменя канд. с.-х. наук Д.О. Долженко, ведущие научные сотрудники, кандидаты с.-х. наук И.И. Кривобочек, С.В. Косенко, научный сотрудник, канд. с.-х. наук И.Ф. Дёмина, младший научный сотрудник В.И. Бобаченко) применяют современные методы исследований, с готовностью перенимают опыт старейших селекционных учреждений Поволжья. Участие в совместных селекционных программах по пшенице и ячменю расширяет генетическую базу для селекции.

Селекция пшеницы и ячменя в Пензенском НИИСХ – перспективное направление научной деятельности. Сегодня в питомниках различных этапов селекции проходит изучение новый селекционный материал озимой и яровой мягкой пшеницы, ярового ячменя, отличающийся адаптивностью к условиям лесостепи Среднего Поволжья, комплексом хозяйственно-ценных признаков. Отдел селекции зерновых культур продолжает свою работу.

———

УДК 633.11 «321»:631.527.53(470.4)

ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

И.Ф. Дёмина, И.И. Кривобочек

Проведено комплексное изучение 240 сортообразцов яровой мягкой пшеницы коллекции ВИР в условиях Среднего Поволжья. Выделены и рекомендованы источники хозяйственно-ценных признаков и биологических свойств для селекции.

Сорта яровой мягкой пшеницы, допущенные к использованию в Средневолжском регионе РФ, не вполне удовлетворяют требованиям производства в условиях лесостепи Пензенской области – одни полегают, другие поражаются бурой ржавчиной и мучнистой росой. Прохладная и влажная погода в течение вегетационного периода часто затягивает темпы развития растений, что пагубно сказывается на сроках созревания, уборке и качестве урожая. В засушливые годы у растений яровой пшеницы подавляется кущение, изреживается стеблестой, формируется низконатурное зерно, снижается урожайность.

В связи с большой изменчивостью погодных условий по годам и в процессе вегетации растений, в новых сортах необходимо сочетание противоположных свойств, таких как засухоустойчивость и устойчивость к полеганию, жаростойкость и отзывчивость на хорошее увлажнение. Востребованы сорта пшеницы с широкой и узкой адаптацией к почвенным и климатическим условиям внешней среды (высокая урожайность при низком взаимодействии «генотип × среда»).

Решение сложных задач предполагает поиск новых источников хозяйственно-ценных признаков и свойств. В этой связи изучение селекционных достоинств исходного материала яровой мягкой пшеницы имеет большое значение для создания новых сортов.

Материал и методы исследований. Материалом исследований служили 240 коллекционных образцов яровой мягкой пшеницы, полученных из ВИР и других научно-исследовательских учреждений. Изучаемый сортимент включал образцы отечественного происхождения из Центрального, Средневолжского, Нижневолжского, Западно-Сибирского и Северо-Кавказского регионов (60 шт.); ближнего зарубежья из Казахстана, Украины и Белоруссии (30 шт.) и дальнего зарубежья из Северной и Западной Европы, Балканских стран, Центральной и Восточной Азии, Центральной и Южной Африки, Северной и Южной Америки (150 шт.). Исследования проводились в 2003–2005 гг. на полях Пензенского НИИСХ. Предшественник – чистый пар. Посев проводили в оптимальные для яровой

пшеницы сроки (третья декада апреля и первая декада мая). Закладка опытов, наблюдения, учёты и анализы проводились согласно методических указаний ВИР [1]. Площадь делянок – 3 м^2, повторность – трёхкратная. Посев осуществлялся сеялкой СН-10Ц, уборка – комбайном «Хеге-125». Стандартный сорт – Нива 2. Норма высева 5,5 млн. всхожих семян на 1 га.

Тип поражения бурой ржавчиной определяли по шкале E.B. Mains и H.S. Jackson (1926), интенсивность поражения учитывали по шкале R.F. Peterson et.al., 1948 [2]. Показатели качества зерна – стекловидность, натура зерна, количество и качество клейковины, содержание белка по Кьельдалю – определяли по методикам, изложенным у Н.С. Беркутовой [3]. Содержание белка в зерне определялось в лаборатории массовых анализов.

Годы исследований различались по погодным условиям: 2003 г. был переувлажнённым, 2004 и 2005 гг. отличались достаточным увлажнением, однако характер распределения осадков по периодам развития растений был крайне неравномерным, что позволило дать всестороннюю оценку сортообразцам.

Результаты исследований. Предшествующие исследования показали, что в условиях лесостепи Среднего Поволжья наиболее урожайными являются сорта среднеспелого типа созревания. Позднеспелые сорта часто не успевают достаточно вызреть и попадают в неблагоприятные условия при уборке [4]. Оптимальный период вегетации яровой мягкой пшеницы в Среднем Поволжье, по наблюдением самарских учёных, составляет 92 суток. [5].

Изучаемая коллекция характеризовалась разнообразием по вегетационному периоду. Наиболее продолжительным он был в 2003 г., когда при относительно прохладной и дождливой погоде (ГТК=2,0) амплитуда изменчивости длины вегетационного периода составила 80–94 дня, у стандарта Нива 2 – 85–88 сут. В 2005 г., когда созревание пшеницы проходило при повышенных температурах воздуха без осадков (ГТК=0,5), вегетационный период сократился до 79–91 сут. 2004 год был промежуточным по общей продолжительности вегетационного периода. Период «всходы–колошение» самым коротким (41–49 сут.) в 2004 г., самым длинным (46–54 сут.) – в 2003 г. (табл. 1).

Согласно классификации типов созревания по В.П. Кузьмину [6], В.Ф. Дорофееву и др. [7], среди изученных образцов 20,6% относились к раннеспелым, 54,3% – к среднеспелым и 25,1% – к среднепоздним. Сорт-стандарт Нива 2 относится к среднеспелым сортам. Возможность создания скороспелых и высокоурожайных сортов всегда привлекала селекционеров, поэтому поиску источников таких признаков в мировом генофонде придавалось большое значение.

За годы исследований было выделено 50 раннеспелых образцов из разных эколого-географических групп. Некоторые из них сочетали высокую продуктивность и скороспелость: Омская 32 (Западно-Сибирский регион), Иргина, Х-613 (Уральский регион), Жница (Центрально-Черноземный регион), Крепыш (Волго-Вятский регион), Амир (Средневолжский регион), Hja (Финляндия), Pelican (Бельгия), PF-839204 (Бразилия), Vilmorin 11 (Франция) и другие (табл. 2).

Таблица 1 – Распределение сортообразцов яровой мягкой пшеницы по продолжительности вегетационного периода (2003–2005 гг.)

Тип созревания	Количество сортообразцов		Продолжительность периода «всходы–восковая спелость», сут.	
	штук	%	min–max	средняя
Раннеспелые	50	20,6	81–85	82
Среднеспелые	130	54,3	84–89	87
Среднепоздние	60	25,1	89–94	92
Итого:	240	100		

Таблица 2 – Характеристика раннеспелых образцов яровой мягкой пшеницы (2003–2005 гг.)

Сортообразец	Происхождение (регион)	Продолжительность межфазных периодов, сут.		Урожайность, г/м^2	Масса 1000 зёрен, г
		всходы-колошение	всходы-созревание		
Нива 2, st	Уральский	46	87	335	36,1
ЮВГ-7-1	Нижневолжский	43	84	319	34,5
Омская 32	Запад.-Сибирский	41	83	354	31,2
Иргина	Уральский	41	83	322	31,8
Х-613	Уральский	43	83	339	34,1
Амир	Центральный	43	83	325	32,5
Жница	Центр.-Черноземн.	43	83	357	35,1
Крепыш	Волго-Вятский	43	83	357	36,3
Лютесценс 32	Казахстан	43	84	309	36,0
MQS-65	Вьетнам	42	82	309	35,2
Pelican	Бельгия	41	82	280	27,7
PF 839204	Бразилия	43	81	360	36,8
Hja 23289	Финляндия	43	81	313	30,3
Vilmorin 11	Франция	44	83	271	37,8

Многие раннеспелые сорта формируют высокую массу 1000 зёрен, особенно выделился сорт Vilmorin 11 (Франция) – 37,8 г.

Анализ изменчивости отдельных периодов развития показал, что в большей степени варьирует продолжительность межфазного периода «всходы–колошение» (11,5–15,6%), в меньшей степени –

периода «колошение–созревание» (4,7–7,8%). Для условий Самарской области А.П. Головоченко [8] было показано, что существует закономерность снижения урожайности с удлинением периода «всходы–колошение» (r=-0,700), и наоборот, повышение при удлинении периода «колошение–созревание» (r=0,700). Между урожайностью и продолжительностью вегетационного периода в целом корреляционная зависимость не установлена (r=0,050).

Урожайность не была связана с продолжительностью вегетационного периода (r=-0,011; 0,074 и 0,089 в 2003, 2004 и 2005 гг., соответственно). Это объясняется тем, что в коллекции представлены преимущественно среднеспелые образцы со сходной реакцией на условия внешней среды. Корреляционный анализ зависимости урожая яровой мягкой пшеницы от количества осадков и среднесуточных температур воздуха, показал общую закономерность: в период «всходы–колошение» урожайность зависит от количества выпавших осадков (r=0,440**–0,490**), отрицательная зависимость наблюдается от среднесуточной температуры воздуха (r=-0,400**–-0,490**). В период «колошение–созревание» сохраняется та же закономерность, но теснота связи ослабевает (r=-0,230–-0,300).

В благоприятных и избыточных условиях увлажнения низкорослые и среднерослые сорта яровой мягкой пшеницы в местных условиях формируют мощную вегетативную массу, что приводит к частичному или полному полеганию растений.

Устойчивость растений к полеганию напрямую связана с высотой растений. Поэтому основное направление современной селекции на устойчивость к полеганию – снижение высоты растений. Помимо низкорослости, высокая устойчивость к полеганию может обуславливаться большим диаметром стебля, более короткими междоузлиями, толщиной стенки соломины и кольцами механической ткани, большим числом проводящих пучков и меньшим отношением стебля к его диаметру [9].

Короткостебельным сортам присущи некоторые недостатки: мелкие, плотные, малопродуктивные колосья, низкие урожай, сильное угнетение сорняками. Кроме того, снижение высоты ниже 70 см приводит к уменьшению массы 1000 зёрен и затрудняет механическую уборку посевов [7]. Однако короткостебельные сорта имеют и положительные качества, такие как отзывчивость на высокий агрофон, высокий потенциал продуктивности и более высокий уборочный индекс [10].

Изучаемые сортообразцы были нами сгруппированы по высоте растений согласно классификации ВИР [7] были: свыше 120 см – высокорослые, 120–105 см – среднерослые, 104–85 см – низкорослые, 85–60 см – полукарлики, меньше 60 см – карлики.

Большинство устойчивых к полеганию образцов (9 баллов) обнаружено среди сортов зарубежной селекции (Бразилия, США, Канада, Югославия, Чехия, Австралия, Аргентина, Индия, Эфиопия, Германия, Мексика). Из отечественных сортов высокую устойчивость к полеганию с хорошей продуктивностью сочетали сорта из Западно-Сибирского, Северо-Кавказского и Центрального регионов России (табл.3).

Таблица 3 – Устойчивые к полеганию сорта яровой мягкой пшеницы (2003–2005 гг.)

Сортообразец	Происхождение (регион)	Высота, см	Урожайность, г/м^2	Масса 1000 зёрен, г
Нива 2, st	Уральский	102,7	335,0	36,1
Омская 26	Запад.-Сибирский	93,1	360,0	30,5
Омская 20	«	104,0	376,0	36,4
Омская 32	«	102,8	341,0	33,6
Новосибирская 22	«	95,3	354,0	31,2
Крепыш	Волго-Вятский	107,8	357,0	35,4
Жница	Центр.-Черноозём.	99,1	357,0	35,1
MN 7017 h	США	66,3	395,0	28,6
PF 839204	Бразилия	87,6	360,0	36,8
PF 87509	Бразилия	110,7	364,0	39,6

Анализ связи высоты растений с некоторыми признаками и свойствами показал изменчивый характер корреляций в зависимости от принадлежности образца к группе. Достоверная положительная связь между высотой и устойчивостью к полеганию выявлена только в группе карликов (r=0,801*–0,992**), в остальных группах связь была средней от отрицательной до положительной (r=-0,415**–0,570**). Во всех группах корреляционная связь между урожайностью и высотой была низкой (r=-0,162–0,316**), более стабильная связь между данными признаками установлена в группе низкорослых образцов (r=0,272*–0,316**).

В группе полукарликов была отмечена положительная умеренная связь высоты растений с количеством колосков в колосе (r=0,283–0,540**), длиной колоса (r=0,087–0,524**), массой зерна с колоса (r=-0,082–0,404*) и массой 1000 зёрен (r=0,225–0,356*). Также умеренная связь выявлена в группе карликов с количеством зёрен в колоске (r=0,310–0,564**), с массой зерна с растения (r=0,192–0,394*), с массой зерна колоса (r=0,161–0,300*), с количеством зёрен в колосе (r=0,031–0,361*), а в группе низкорослых умеренная связь высоты растений сложилась с массой 1000 зёрен (r=0,153–0,464**), массой зерна с колоса (r=-0,149–0,414**) и массой зерна с

растения (r=-0,058–0,384**). В группе среднерослых сортов корреляционные связи были очень слабые.

Отсутствие высоких корреляционных связей высоты растений с изученными признаками свидетельствуют о том, что в процессе селекционной работы возможно их совмещение в одном генотипе.

В 2005 г. в питомнике был проведён анализ морфологической структуры стебля пшеницы, для чего измеряли высоту растений, длину первого и второго междоузлия, диаметр первого междоузлия и определяли коэффициент повышения устойчивости к полеганию (КПУ) по Щербаковой Н.И. [11] (табл. 4). В качестве стандарта взяли сорт Прохоровка, у которого КПУ равен 1.

Таблица 4 – Параметры стебля и КПУ у растений яровой мягкой пшеницы в зависимости от высоты (2005 г.)

Показатели		Группы сортов			
		карлики	полукарлики	низкорослые	среднерослые
Высота растений, см		55,9-59,8 58,3	65,7-83,4 78	96,4-104,7 96,6	105,4-119,0 113,9
Устойчивость к полеганию, балл		9	9	3–9	1–9
Урожайность, г/м^2		108,0-333,0 202	139,0-297,3 226	238,3-422,3 302	210,3-372,3 271
Доля длины 1-го междоузлия в высоте стебля, %		19,6-22,3 20,8	23,3-32,7 27,4	29,2-47,0 36,9	34,0-42,3 29
Длина междоузлий, см	1-го	2,5-6,3 3,5	2,4-7,1 3,9	2,8-5,2 4,1	2,7-5,8 4,3
	2-го	7,8-12,9 9,5	8,8-11,2 10,4	9,4-13,7 11,4	8,4-14,0 11,8
	сумма 1-го и 2-го	10,4-19,22 12,9	12,1-20,6 14,3	12,2-18,9 15,5	11,6-19,2 16,1
КПУ		1,51-2,39 2,01	1,08-2,06 1,63	0,56-2,11 1,17	0,95-1,67 1,21

Примечание: в числителе – размах вариьирования, в знаменателе – среднее значение

Показатель КПУ был наиболее высоким в группе карликов. У полукарликов он ниже, в двух других группах различия небольшие. Отмечаются различия также по отношению высоты к диаметру междоузлия, в группах абсолютно устойчивых к полеганию сортов – это отношение составляет 20,8–27,4. Значительных различий по диаметру нижнего междоузлия не наблюдалось (3,0–3,4 мм), что и нашло своё отражение в отсутствии связи этого показателя с устойчивостью к полеганию (r=0,070).

Суммарная длина нижних междоузлий увеличивалась от группы карликов (12,9 см) к группе среднерослых (16,1 см). Однако различия по этих признакам больше касались усреднённых показателей по группам высоты, внутри этих групп наблюдалось большое разнообразие. Не всегда установленные параметры отражали степень устойчивости образца. Наиболее наглядно это проявилось на сорте Нива 2, у которого КПУ равнялся 0,56, а устойчивость к полеганию составляла 9 баллов. Устойчивость этого сорта обеспечивалась укороченными нижними междоузлиями (12,2 см) и, по-видимому, хорошим развитием механических тканей стебля.

Анализ сопряжённости морфометрических параметров и устойчивости к полеганию, сделанный в целом по всем образцам, подтвердил сделанные выводы. Коэффициент корреляции устойчивости к полеганию составил с КПУ r=0,550**, с высотой растений r=0,570**, с длиной первого междоузлия r=-0,260*, с длиной второго междоузлия r=-0,250*. Таким образом, можно сделать вывод, что высота растений и полевая оценка устойчивости у яровой пшеницы достаточно характеризуют образцы по степени полегаемости.

В пределах каждой группы образцы, сочетающие неполегаемость с высокой продуктивностью, представляют интерес для практической селекции.

В группе карликов выделяются сорта Narro F-84 (Мексика), Cpar 1769 (Индия) и Зарян (Северо-Кавказский регион) с продуктивностью 250–320 г/м^2, КПУ равным 2,03-2,11, при урожайности стандарта Нива 2 – 335 г/м^2. Полукарлики представляют большой интерес, т.к. их высота приближается к оптимальной (80–100 см), а устойчивость к полеганию достаточна высока во все годы исследований. Урожайность продуктивных генотипов в этой группе составляет 319–364 г/м^2. К их числу относятся: Крепыш (Волго-Вятский регион), К-61175 (Швеция), К-59435 (Финляндия), MN 7017h и Эритроспермум 2375 (США), Roblin (Канада), PF 869107 (Бразилия) и Gogatsu (Япония).

Группа низкорослых сортов характеризуется наибольшей продуктивностью, однако средняя по группе оценка устойчивости к полеганию составляет 7 баллов. Высокий урожай и устойчивость к полеганию на уровне 9 баллов показали сорта: Тулайковская 10, Амир (Средневолжский регион), Иволга (Центральный регион), Прохоровка (Нижневолжский регион), Жница (Центрально-Чернозёмный), Омская 20, Омская 26, МИС, Новосибирская 22 (Западно-Сибирский регион), Иргина (Уральский регион), К-16760 (Северо-Кавказский регион), Nobcora Boru (Япония), CDC Teal (Канада), BR 14, PF 839204 и Ocepar (Бразилия), Bajoro 52 (Мексика), MN 7086 (США).

Среднерослые сорта отличаются наименьшей устойчивостью к полеганию, средний балл составляет 5. Высокопродуктивных и

неполегающих сортов в этой группе немного. Наибольшую ценность для селекции представляют: АНК-1Д, Сибирская 59, Сибирская 65 (Западно-Сибирский регион)), Шортандинская 95 (Казахстан) и Ramone (США). Устойчивость к полеганию этих сортов оценивается в 7–9 баллов, а урожайность составляет 250–329 г/м^2, при урожайности стандарта Нива 2 – 335 г/м^2.

Одной из самых актуальных задач в селекции яровой пшеницы является сочетание высокой урожайности с хорошим качеством зерна. Задача обеспечения отечественной промышленности собственным высококачественным, прежде всего «сильным» зерном приобретает всё большую остроту. Один из путей решения этой проблемы – селекционный, т.е. создание сортов с генетически обусловленным высоким качеством зерна и муки. Основные требования, предъявляемые ГОСТом к качеству зерна яровой пшеницы относятся к содержанию и качеству клейковины, натуре и стекловидности, содержанию белка в зерне.

Изменчивость содержания белка в зерне подвержена сильному воздействию погодных условий [12–14].

При изучении коллекции яровой пшеницы мы также руководствовались при отборе лучших форм принципом сочетания высокого содержания белка и клейковины с хорошей или удовлетворительной урожайностью.

Все изучаемые сортообразцы характеризовались высоким содержанием белка в зерне. В 2003 г. крайние значения этого признака составляли 14,3% (Ботаническая 2, Центральный регион) и 23,1% (MQS-95, Вьетнам); в 2004 г. – 14,3% (Крестьянка, Центрально-Черноземный регион) и 22,6% (Зарян, Северо-Кавказский регион); в 2005 г. – 12,9% (Алтайский простор, Западно-Сибирский регион) и 20,4% (Tonic, Великобритания).

Сочетание высокой продуктивности (335,0–375,0 г/м^2) и высокого содержания (16,1–18,1%) белка в зерне в среднем за годы исследований отмечено у сортов: Тулайковская 10 (Средневолжский регион), Омская 20, Омская 26, Омская 32, Новосибирская 22 (Западно-Сибирский регион), Иволга, Лада (Центральный регион), К-16760 (Северо-Кавказский регион), Достык (Казахстан), Sonett (Швеция), WW22262, Aricosta (США), Nobcora Boru (Япония), JAC-8712 и PF 839204 (Бразилия), UH-96 (Чехия).

Формирование клейковинного комплекса белков зависело как от погодных условий, так и от генотипа сортообразцов.

Оценка коллекции по содержанию клейковины в зерне показала, что более половины сортообразцов имеет её высокое содержание (>28%), однако по показателю ИДК преобладала вторая группа качества.

Выделены сорта, совмещающие высокую продуктивность и хорошее качество зерна (табл. 5). Сорта, у которых формируется качество клейковины первой группы, представляют большую практическую ценность. Этим показателем характеризовались сорта Зарян, К-16760 (Северо-Кавказский регион), Омская 20 (Западно-Сибирский регион), Эритроспермум 2375 (США) и Roblin (Канада).

По содержанию и качеству клейковины выделились отечественные сортообразцы и из Бразилии, Канады и США.

Для выяснения закономерностей формирования содержания белка и клейковины в зерне нами был проведён анализ сопряжённости этих признаков и метеопараметров по периодам развития мягкой пшеницы. По нашим данным, содержание клейковины в зерне связано с суммой осадков обратной связью, которая наиболее сильно проявляется в период всходы–колошение (r=-0,525**).

В период от колошения до созревания такой связи не обнаружено (r=-0,089). В этот период проявляется сильная зависимость содержания клейковины в зерне от среднесуточной температуры воздуха (r=0,760***). Аналогичная сопряжённость существует и для содержания белка в зерне, однако теснота связи несколько ослабевает (r=0,685***).

Избыточное увлажнение ухудшает условия накопления белка в зерне, что связано как с ухудшением условий нитрификации в почве, так и с уменьшением концентрации азота в почвенном растворе, особенно в верхних слоях [14].

Оценка сопряжённости содержания клейковины и некоторых признаков продуктивности проведена нами в зависимости от группы высоты сортообразцов. Слабая положительная связь содержания клейковины и высоты растений отмечена для группы карликов (r=0,230**), слабая отрицательная – для среднерослых (r=-0,16). В группе карликов и среднерослых образцов высокий коэффициент корреляции между содержанием клейковины и продуктивной кустистостью (r=0,685***–0,791**). У среднерослых сортов наблюдалась слабая обратная зависимость содержания клейковины от массы 1000 зёрен (r=-0,320*).

Результативность селекции во многом зависит от иммунологической характеристики исходного материала. Складывающиеся погодные условия способствуют проявлению в различные годы таких болезней, как бурая ржавчина, мучнистая роса, гельминтоспориоз, септориоз, головнёвые заболевания.

В годы исследований в коллекционном питомнике отмечено поражение растений пшеницы бурой ржавчиной, мучнистой росой и септориозом. Частота проявления болезней зависела от устойчивости образцов.

Таблица 5 – Характеристика сортообразцов яровой мягкой пшеницы, выделившихся по качеству зерна (2003–2005 гг.)

Сортообразец	Происхождение (регион)	Урожайность, г/м^2	Содержание клейковины в зерне, %	Качество клейковины, ед. ИДК, группа	Содержание белка, %	Натура, г/л	Стекловидность, %
Нива 2, st	Уральский	335,0	27,5	80 (II)	15,8	685	72
Тулайковская 10	Средневолжский	375,0	32,4	89 (II)	18,1	715	88
Челябинская 17	Уральский	302,0	33,2	87 (II)	18,2	741	88
Зарян	Северо-Кавказский	287,0	33,4	69 (I)	18,2	707	63
Омская 20	Западно-Сибирский	376,1	28,0	65 (I)	17,0	691	76
Новосибирская 22	Западно-Сибирский	354,1	29,2	77 (II)	17,5	737	67
К-60779	Центр.-Чернозёмный	340,9	30,5	90 (II)	18,7	735	78
Жница	Центр.-Чернозёмный	357,4	30,5	88 (II)	18,7	716	87
Лада	Центральный	342,5	29,3	83 (II)	17,5	734	93
CDC Teal	Канада	343,7	30,7	76 (II)	18,9	747	86
Roblin	Канада	337,0	34,5	74 (I)	18,3	740	81
MN 7017h	США	394,7	31,0	87 (II)	17,7	711	83
Эритроспермум 2375	США	364,0	30,0	74 (II)	18,6	738	92
Nobcora Boru	Япония	347,0	29,8	78 (II)	17,4	732	83
Sulino	Бразилия	344,0	32,7	90 (II)	20,0	709	83
CEP-11	Бразилия	328,0	35,8	84 (II)	18,4	726	72
Ocepar	Бразилия	332,0	34,0	69 (I)	18,4	710	67
MQS-65	Вьетнам	310,0	34,9	78 (II)	18,2	740	78

Оценка сортообразцов по полевой устойчивости к бурой ржавчине показала, что значительная часть образцов относится к сильновосприимчивым – 51,4% (тип 4), средневосприимчивыми были 14,1% (тип 3), слабовосприимчивыми были – 30,8% (тип 2–1). Устойчивыми были образцы: Белянка (Нижневолжский регион), Тулайковская 10 (Средневолжский регион), SUN-44E, SUN-69A (Австралия), WA-6320 (Канада), Narro F-84 (Мексика), Maria Escobar, Buck-Pucara, CEP-11, Lapar-21-Taguari (Аргентина). Между урожайностью и устойчивостью растений к бурой ржавчине в 2005 г. отмечена существенная, но слабая (r=-0,270***) связь.

Меньший ущерб яровой пшенице в Поволжье наносит мучнистая роса. Большая часть коллекции (201 сортообразец) относится к группе высокоустойчивых (9 и 8 баллов). Наибольшее их количество обнаружено среди зарубежных сортов. Устойчивых и слабовосприимчивых было 14,4% и 2,9% соответственно. Теснота связи между урожайностью и поражённостью мучнистой росой была меньшей, но тоже высокодостоверной (r=-0,161***).

В условиях 2003–2005 гг. изучаемые сортообразцы по устойчивости к септориозу оценивались в основном как слабовосприимчивые (47,7%), восприимчивые и устойчивые составили 50,2%. К наиболее устойчивым 2,1% (до 10% поражённой поверхности четырёх листьев) относятся сорта: Белянка (Нижневолжский регион), Narro F-84 (Мексика), Wheaton (США), PF 869107 и BR 23 (Бразилия). Коэффициент корреляции между урожайностью и устойчивостью растений к септориозу был высокодостоверен в 2005 г. (r=-0,162**).

Ценный исходный материал представляют образцы с комплексной устойчивостью к этим заболеваниям (табл.6).

Оценка образцов коллекции по продуктивности показала, что каждый год ряд сортов имеет преимущество над стандартом по урожайности. Однако сортов, превзошедших стандарт в среднем за годы изучения, немного.

Урожайность коллекционных образцов в 2003–2005 гг. варьировала от 102 до 560 г/м^2. В 2003 г. урожайность была самой большой – 248–560 г/м^2. Варьирование урожайности по образцам составило 17,4%. В 2004 и 2005 гг. урожайность была 102 –320 г/м^2 и 149–423 г/м^2, вариабельность высокая (V=20,9–24,8%).

Среди коллекционных образцов наиболее высокую продуктивность имели сорта отечественной селекции – Тулайковская 10 (Средневолжский регион), Иволга (Центральный регион), Крепыш (Волго-Вятский регион), Омская 20, Омская 26, Новосибирская 22 (Западно-Сибирский регион), а также зарубежные сорта из Бразилии – PF 839204, PF 87509, Мексики – Aricosta, Швеции – Sonett, США – MN 7017 и Эритроспермум 2375 и другие (табл.7).

Таблица 6 – Сорта яровой мягкой пшеницы, устойчивые к основным болезням (2003–2005 гг.)

Сортообразцы	Происхождение (регион, страна)	Урожайность, г/м^2	Устойчивость к болезням		
			бурая ржавчина, тип/%	мучнистая роса, тип/%	септориоз, %
Нива 2,st	Уральский	335	4/50	8/10	50
Тулайковская 10	Средневолжский	375	0	9	20
Белянка	Нижневолжский	296	0	9	15
SUN 44E	Австралия	318	0	9	30
SUN 69A	Австралия	234	0	9	30
Wheaton	США	301	0	9	10
Narro F84	Мексика	320	0	9	10
JAC 886	Бразилия	262	0	9	30
CEP-11	Бразилия	328	0	9	20
PF 869107	Бразилия	319	0	9	10
Maria Escobar	Аргентина	292	0	8/5	50
Buck-Pucara	Аргентина	281	0	9	60

Таблица 7 – Образцы яровой мягкой пшеницы, выделившиеся по продуктивности (2003–2005 гг.)

Сортообразец	Происхождение (регион, страна)	Урожайность, г/м^2				Отклонение, г/м^2
		2003	2004	2005	средняя	
Нива 2, st	Уральский	418	300	287	335	–
Иволга	Центральный	532	290	273	365	+30
Крепыш	Волго-Вятский	502	250	314	357	+22
Жница	Центр.-Чернозём.	546	240	286	357	+22
Тулайковская 10	Средневолжский	435	270	422	375	+40
Омская26	Запад.-Сибирский	502	270	310	360	+25
Омская 20	Запад.-Сибирский	422	340	366	376	+41
Новосибирская 22	Запад.-Сибирский	498	260	304	354	+19
Sonett	Швеция	444	300	328	357	+22
PF 839204	Бразилия	524	260	296	360	+25
PF 87509	Бразилия	506	205	338	365	+30
MN 7017	США	560	208	344	395	+60
Эритросперм.2375	США	524	290	281	364	+29
Aricosta	Мексика	537	210	350	372	+37
$НСР_{05}$		82	46	49	59	

Урожайность – комплексный признак, которой составляется из многих частных элементов. Поэтому в селекции на продуктивность, кроме определения средней урожайности, большое внимание об-

ращается на оценку каждого образца по простым количественным признакам, слагающим урожай.

Одним из показателей климатической приспособленности сортоов к местным условиям является способность их формировать плотный продуктивный стеблестой и сохранять его до уборки. Этим показателем выделились сорта из Центрально-Черноземного (334–388 шт./м^2), Нижневолжского (328–418 шт./м^2), Восточно-Сибирского (323–360 шт./м^2) регионов, а также некоторые сорта из Северной и Южной Америки (340–443 шт./м^2) и Австралии (311–362 шт./м^2). Другим важным элементом является продуктивная кустистость. В наших исследованиях к лучшим формам по продуктивной кустистости отнесли образцы: Нива 2 (1,3–1,8), МИС (1,5), Лютесценс 764/h17 (1,3–1,7), Велютинум 26-68 (1,2–1,6), ST – 228, Чехия (1,3–1,4), SUN 68A и Sanrata, Австралия (1,3–1,6), Hell-66, Вьетнам (1,4–1,6), Alexandria (1,4–1,6) и Sappo, США (1,3–1,8). Признак имеет высокую вариабельность, коэффициент вариации по годам составил 21,2–38,0%. Коэффициент корреляции продуктивной кустистости и урожайности по годам нестабилен, r=-0,106*…0,235***.

Многие селекционеры дальнейший рост урожайности новых сортов яровой пшеницы связывают с повышением продуктивности колоса. Коэффициент корреляции между урожайностью и продуктивностью колоса составил r=0,305**…0,781***, урожайностью и озернённостью колоса r=0,314**…0,456***.

По озернённости колоса выделились сортообразцы из Нижневолжского региона – Белянка (36,5 зёрен), Северного Казахстана – Комсомольская 90 (38,4 шт), Канады – PF-346 (36,6 зёрен) и Мексики Narro F-84 (38,7 зёрен) и другие.

Масса 1000 зёрен – важнейший элемент структуры урожая, определяющий степень выполненности зёрен и в конечном счёте урожайности. Изучаемая коллекция включает большое разнообразие образцов по массе 1000 зёрен, в среднем за годы исследований крупность зерна варьировала в коллекции от 19,7 до 45,5 г. Коэффициент вариации составил 18,2–27,1%.

В результате исследований выделены крупнозёрные образцы: Краснодарская 39 (37,5 г), Амир (37,0 г), Х-613 (40,9 г), Sappo, США (37,2 г), Milton, Канада (38,7 г), Bajoro 52 и Maya, Мексика (39,0 г), JAC – 8712, Бразилия (40,1 г). Самым мелкозёрным был английский сорт Maria Dove – 19,9–21,1 г. Связь с урожайностью этого признака была средней: r=0,347***– 0,408***).

Сравнительный анализ продуктивности в разрезе эколого-географических групп показал, что большой интерес представляют сорта из Нижневолжского (297 г/м^2), Западно-Сибирского (302 г/м^2), Северной и Центральной Европы (303 г/м^2), Латинской Америки (293 г/м^2) и Бразилии (293 г/м^2).

Высокопродуктивные сортообразцы с комплексом хозяйственно-полезных свойств и признаков, рекомендованы для дальнейшего использования в селекционном процессе.

Выделившиеся в процессе изучения сортообразцы: Памяти Азиева, Славянка Сибири, Кинельская 60, Омская 20, Прохоровка, Эритроспермум 2375, CDC Teal, Alexandria, использованы в скрещиваниях как комплексные источники хозяйственно-ценных признаков.

Литература

1. Пополнение и сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале (метод. указания) / Под ред. А.Ф.Мережко, Р.А.Удачин, А.А. Филатенко. – СПб, 1999. – 84 с.

2. Гешеле Э.Э. Основы фитопатологической оценки в селекции растений / Э.Э. Гешеле // М.: Колос, Изд-е 2-е, перераб. и допол. – 1978. – С. 148–159.

3. Беркутова, Н.С. Методы оценки и формирование качества зерна / Н.С. Беркутова. – М.: Колос, 1991. – 206 с.

4. Кривобочек, В.Г. Результаты и направления селекции в Пензенском НИИСХ / В.Г. Кривобочек // Достижения науки и техники АПК. – 2005. – № 2. – С.13–14.

5. Вьюшков, А.А. Селекция яровой пшеницы в Среднем Поволжье / А.А Вьюшков. – Самара, 2004. – 224 с.

6. Кузьмин, В.П. Селекция и семеноводство зерновых культур в Целинном крае Казахстана / В.П. Кузьмин. – М., Целиноград: Колос, 1965. – 199 с.

7. Дорофеев, В.Ф. Пшеница мира. Видовой состав, достижения селекции, современные проблемы и исходный материал / В.Ф. Дорофеев, Р.А. Удачин, Л.В. Семёнова и др. – Л.: ВО «Агропромиздат», 1987. – 560 с.

8. Головоченко, А.П. Особенности адаптивной селекции яровой мягкой пшеницы в зоне Среднего Поволжья: Дисс–на соис. уч. степени д-ра с.-х. наук / А.П. Головоченко. – Кинель, 2001. – 380 с.

9. Гулян, А.А. Анатомо-морфологические особенности стеблей различных по устойчивости к полеганию сортов пшеницы и наследование их в гибридном потомстве: Автореф. дис–канд. с.-х. наук: 06.01.05 / А.А. Гулян. – Ереван, 1972. – 21 с.

10. Беспалова, Л.А. Реализация модели полукарликового сорта академика П.П. Лукьяненко и её дальнейшее развитие / Л.А. Беспалова // Материалы научно-практической конференции «Зелёная революция П.П. Лукьяненко». – Краснодар: «Сов. Кубань», 2001. – С. 60–72.

11. Щербакова, Н.И. Влияние обработки хлорхолинхлоридом (ссс) на потомство растений / Н.И. Щербакова // Доклады ВАСХНИЛ. – 1972. – №7. – С. 18–20.

12. Конарев, В.Г. Белки растений как генетические маркеры / В.Г. Конарев. – М.: Колос, 1983. – 320 с.

13. Казарцева, А.Т. Эколого-генетическая изменчивость признаков и её значимость в селекции стабильных по качеству зерна сортов мягкой озимой пшеницы / А.Т. Казарцева, Р.А. Воробьёва, Л. М. Лопатина. – 1998. – 205 с.

14. Головоченко, А.П. Белковый комплекс хлебопекарной пшеницы Среднего Поволжья / А.П. Головоченко, М.Ю. Киселёва. – Самара. – 2005. – 213 с.

———

УДК 633.11 «321»:631.523.4

ИЗМЕНЧИВОСТЬ И НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКА МАССЫ 1000 ЗЁРЕН У ГИБРИДОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

В.Г. Кривобочек, И.Ф. Дёмина

Изучен гибридный материал яровой мягкой пшеницы. На основании данных комбинационной способности, изменчивости и наследования в гибридных популяциях F_1 и F_2 выявлены доноры крупнозёрности и доказана эффективность отбора генотипов по массе 1000 зёрен в поздних поколениях.

При селекции на урожайность большое значение имеет правильный подбор пар для гибридизации и отбор потенциально высокопродуктивных генотипов. Однако урожай, как комплексный признак, детерминируется большим числом полигенов, взаимодействующих на протяжение периода развития и подверженных сильному модифицирующему воздействию окружающей среды. Поэтому при разработке селекционных программ широко используются методы статистико-генетических исследований количественных признаков.

Для повышения генетического разнообразия исходного материала широко изучаются и привлекаются в гибридизацию образцы мировой коллекции ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова. Скрещивания сортов из различных эколого-географических групп обуславливают широкий формообразовательный процесс в ранних поколениях гибридов. Использование показателей изменчивости и наследуемости селекционных признаков позволяет вести поиск ценных генотипов более целенаправленно.

В качестве одного из признаков продуктивности часто рекомендуется отбор по массе 1000 зёрен, как наименее изменчивый и наиболее надёжный показатель при передаче этого признака потомству [1].

Дискуссионным является вопрос о возможностях отбора по этому признаку генотипов в ранних поколениях гибридов. Ряд ис-

следователей считает, что отборы на этот признак следует проводить в более поздних поколениях, по мере увеличения степени гомозиготности и уменьшении влияния доминантных и эпистатических эффектов. Однако другие учёные отмечают в своих исследованиях отсутствие гетерозисного эффекта и проявление аддитивного влияния генов, на основании чего рекомендуют отбор в расщепляющихся поколениях F_2 и F_3 [2, 3].

Материал и методика исследований. В своих исследованиях мы изучали изменчивость, наследование, наследуемость и комбинационную способность по признаку масса 1000 зёрен сортов и гибридов F_1 и F_2 яровой пшеницы, полученных по системе полных топкроссов. В качестве материнских сортов были взяты районированные сорта Пирамида, Нива 2 и Тулайковская 10, в качестве отцовских – сорта из разных эколого-географических групп, выделившихся по комплексу хозяйственно-ценных признаков и биологическим свойствам: Памяти Азиева, Славянка Сибири, Омская 20 (Западно-Сибирский регион), Кинельская 60 (Средневолжский регион), Прохоровка (Нижневолжский регион), Эритроспермум и Alexandria 2375 (США), CDC Teal (Канада).

Исследования проводились 2003–2005 гг. в селекционном севообороте ПензНИИСХ. Предшественник – чистый пар. В изучении находилось 24 гибридных комбинации. Изучение гибридов F_1 и F_2 проводились в сравнении с родительскими формами, согласно схеме: P_1–F_1 –P_2 и P_1–F_2 –P_2, повторность трёхкратная.

Характер наследования массы 1000 зёрен оценивали по показателю степени доминантности по формуле B. Griffing [4]; комбинационную способность – по методике В.К. Савченко [5]; влияние факторов на степень развития признаков считали по Доспехову Б.А. [6], наследуемость в широком смысле – по методическим указаниям ВИР [7], в узком смысле – через вариансы ОКС и СКС [8].

Погодные условия в годы проведения исследований были различными. ГТК за вегетационный период составил в 2003 г. 2,0; в 2004 г. – 1,8; в 2005 г. – 1,3. Период кущение–колошение в 2003 и 2005 гг. был избыточно увлажнённым (ГТК=3,3 и 2,8), в 2004 г. – увлажнённым (ГТК=1,8). Период колошение–спелость избыточно увлажнённым был в 2004 г. (ГТК=2,1), достаточно увлажнённым – в 2003 г. (ГТК=1,2) и засушливым – в 2005 г. (ГТК=0,7). Влажная и тёплая погода в период налива в 2004 г. способствовала энзимомикозному истощению зерна у ряда сортов и гибридов, а сухая и жаркая погода в этот период в 2005 г. снизила массу 1000 зёрен. Причиной такого снижения А.И. Краснова [9] называет уменьшение линейных размеров формирующихся зерновок под действием экстремальных факторов.

Результаты исследований. Трёхлетнее изучение сортов яровой пшеницы позволило установить сортовые различия и границы варьирования крупности семян. Дисперсионный анализ показал существенные различия у гибридов F_1 и F_2 по массе 1000 зёрен. Различия в большей степени проявлялись по годам и в меньшей степени – по сортам. Относительно более крупнозёрными был сорт Памяти Азиева (33,2 г), относительно мелкозёрным – Alexandria (28,5 г) (табл. 1).

Таблица 1 – Масса 1000 зёрен и её изменчивость у родительских сортов яровой мягкой пшеницы

Сорта	2003		2004		2005		Средние	
	$x \pm s_x$	V,%	$x \pm s_x$	V,%	$x \pm s_x$	V,%	$x \pm s_x$	V,%
Пирамида	36,6±1,5	18,1	23,5±0,8	17,8	27,0±0,9	15,1	29,0±1,1	17,0
Нива 2	34,7±1,5	19,9	27,1±0,7	17,8	30,4±1,7	25,4	30,7±1,3	21,0
Тулайковская 10	38,3±2,0	21,2	26,2±0,9	21,5	30,1±0,2	13,6	31,5±1,0	18,8
Памяти Азиева	37,1±1,2	13,1	29,2±0,9	22,3	33,7±1,5	20,5	33,3±1,2	18,6
Славянка Сибири	37,4±1,3	16,1	26,6±0,7	16,8	30,3±1,7	25,2	31,4±1,2	19,3
Кинельская 60	34,8±1,4	17,8	24,4±0,6	16,7	32,6±1,0	13,9	30,6±1,0	16,1
Омская 20	37,9±1,1	13,4	29,4±1,0	16,8	28,5±1,1	16,5	31,9±1,0	15,5
Прохоровка	38,3±1,4	15,9	26,2±0,9	17,6	26,5±1,1	18,2	30,3±1,1	17,2
Эритросп. 2375	37,6±1,0	12,4	30,9±1,1	20,9	27,2±1,0	16,7	31,9±1,0	16,7
CDC Teal	36,6±1,7	21,1	27,4±1,0	22,4	28,8±1,4	21,4	30,9±1,4	21,6
Alexandria	34,3±1,5	20,1	27,7±1,2	23,6	23,6±0,6	12,1	28,5±1,1	18,6
Среднее	36,6±1,3	17,2	27,1±1,1	19,5	28,9±1,0	18,1	30,9±1,2	18,2
$НСР_{05}$	1,9		2,2		2,4			

Лучшими гибридами F_1 в 2003 г. были Пирамида × Alexandria (40,8 г), Пирамида × Славянка Сибири (39,9 г), Нива 2 × Славянка Сибири (39,2 г). В 2004 г. высокой массой 1000 зёрен выделились гибриды F_1 Тулайковская 10 × Эритроспермум 2375 (37,5 г), Тулайковская 10 × Омская 20 (34,1 г), Пирамида × Памяти Азиева (32,6 г), Нива 2 × Кинельская 60 (34,7 г), а в 2005 г. – Пирамида × Памяти Азиева (38,3 г), Тулайковская 10 × Кинельская 60 (36,7 г), Тулайковская 10 × CDC Teal (37,0 г), Тулайковская 10 × Alexandria (37,6 г), Тулайковская 10 × Прохоровка (36,5 г).

Средние значения по группам во все годы исследований имели большее значение у гибридов с сортом Тулайковская 10 (36,1 г в 2003 г.; 31,2 г – в 2004 г.; 34,1 г – в 2005 г.). Гибриды F_2 незначительно уступали гибридам F_1 у всех сортов.

Изменчивость массы 1000 зёрен у родительских сортов по годам составила 12,4–25,4%, у гибридов F_1 7,1–26,5%, гибридных популяций F_2 12,0–28,9% (табл. 2). Самое крупное зерно сформировалось у сортов и гибридов в 2003 г., в этот год была высокой и продуктивность зерна, а самое мелкое – в 2004 г.

Таблица 2 – Масса 1000 зёрен и её изменчивость в популяциях F_1 и F_2 яровой мягкой пшеницы

Гибриды	Годы	Пирамида				Нива 2				Тулайковская 10			
		x, г		V,%		x, г		V,%		x, г		V,%	
		F_1	F_2	F_1	F_2	F_1	F_2	F_1	F_2	F_1	F_2	F_1	F_2
Памяти Азиева	2003	30,6±1,9	-	26,4	-	34,5±1,1	-	14,5	-	36,5±0,3	-	26,5	-
	2004	32,6±1,3	27,4±4,2	22,6	15,2	24,3±0,7	30,4±2,9	19,1	19,8	27,7±0,9	30,1±5,4	20,8	15,5
	2005	38,3±1,0	35,2±4,2	15,0	16,2	34,8±1,1	30,4±5,7	18,6	18,8	24,4±1,0	32,0±6,3	17,2	19,8
Славянка Сибири	2003	39,9±0,6	-	7,1	-	39,2±1,6	-	18,6	-	33,8±1,1	-	12,9	-
	2004	25,6±0,9	27,9±5,3	17,4	19,0	27,7±0,9	27,9±5,7	21,4	22,6	30,4±0,6	27,1±5,4	14,0	19,1
	2005	32,5±1,1	30,7±8,3	19,1	27,0	33,0±1,0	32,3±8,3	18,3	25,4	36,1±1,2	33,6±7,3	22,4	21,9
Кинельская 60	2003	36,1±1,6	-	17,9	-	33,1±1,5	-	20,7	-	36,4±1,6	-	19,3	-
	2004	29,1±0,9	25,5±4,1	17,7	17,2	34,7±1,6	26,3±5,3	18,3	19,2	31,4±0,9	29,8±4,9	18,4	17,7
	2005	31,9±0,9	32,2±6,2	17,4	19,4	33,5±1,0	32,5±6,1	17,6	18,9	36,7±0,9	31,0±7,0	15,4	22,3
Омская 20	2003	32,4±1,6	-	21,6	-	32,8±1,6	-	22,1	-	38,8±1,9	-	19,2	-
	2004	25,2±1,0	26,6±5,5	18,1	20,9	29,0±0,6	26,3±4,9	10,5	19,0	34,1±0,9	29,0±5,6	12,6	19,4
	2005	28,8±1,4	28,2±5,4	20,5	19,1	23,2±1,7	31,9±6,8	17,6	21,2	32,6±1,1	34,1±8,2	18,8	24,4
Прохоровка	2003	32,2±0,9	-	10,4	-	36,9±1,6	-	19,1	-	35,1±2,2	-	18,0	-
	2004	28,5±1,1	27,2±5,6	12,1	21,6	26,0±0,9	29,6±6,2	20,3	21,2	29,8±0,7	26,4±4,2	14,9	18,2
	2005	27,9±0,8	29,8±5,9	16,6	19,8	33,9±1,0	29,4±6,9	14,6	23,3	36,5±1,3	35,5±6,7	18,7	18,3
Эритрос-пермум 2375	2003	38,5±1,1	-	12,3	-	38,8±1,5	-	17,9	-	34,1±1,4	-	17,7	-
	2004	26,3±0,6	27,5±5,4	16,8	20,8	25,5±1,4	27,5±5,6	21,2	21,2	37,5±1,1	28,9±5,1	15,8	17,9
	2005	28,9±1,2	27,2±3,2	18,7	12,0	35,8±0,9	29,6±5,4	15,9	18,2	31,9±1,5	27,5±7,2	21,4	24,5
CDC Teal	2003	38,4±1,6	-	19,5	-	32,4±1,3	-	15,2	-	35,0±1,3	-	16,4	-
	2004	26,5±1,1	25,9±5,4	23,3	22,0	32,3±0,9	28,5±6,4	18,1	22,3	30,2±1,1	28,9±5,7	20,7	17,2
	2005	33,8±1,1	30,4±6,4	19,1	20,7	29,7±1,4	31,4±7,0	20,5	22,4	37,0±1,1	30,6±7,7	12,2	23,8
Alexandria	2003	40,8±0,6	-	18,3	-	38,8±1,9	-	21,3	-	35,0±1,6	-	15,9	-
	2004	28,3±1,9	26,3±8,3	21,7	28,9	22,4±0,9	28,9±5,5	22,9	16,5	28,3±0,8	28,1±5,8	17,4	20,7
	2005	28,3±1,4	28,0±3,9	22,2	14,4	31,6±0,8	30,0±7,2	16,9	23,9	37,5±1,2	28,5±7,1	19,1	23,8
Средняя по сортам	2003	36,1±1,2	-	16,7	-	35,8±1,5	-	18,7	-	36,1±1,5	-	18,2	-
	2004	27,8±1,0	26,8±5,8	18,7	20,7	27,7±0,9	28,2±5,2	19,0	20,2	31,2±0,9	24,9±5,2	16,8	18,2
	2005	31,3±1,1	30,2±4,7	18,6	18,6	31,9±1,2	30,9±6,7	17,5	21,5	34,1±1,1	31,6±7,3	18,2	22,3
Средняя по опыту	2003	35,9±1,1	-	17,9	-		$НСР_{05}$ (г):	2003	год –	1,7			
	2004	28,8±1,2	28,2±4,8	18,2	19,7			2004	год –	2,4 (F_1);	2,6 (F_2)		
	2005	32,4±1,2	30,9±5,6	18,1	20,8			2005	год –	2,7 (F_1);	2,9 (F_2)		

Высокая изменчивость признака была обусловлена неблагоприятными условиями налива в 2004–2005 гг. Сильное влияние внешних условий на величину признака подтверждает анализ фенотипической вариансы признака, который показал, что наибольшее влияние на изменчивость признака оказывает фактор годы исследований – 33,0%. Влияние генотипов составило 15,0%, а их взаимодействие 30,3%.

Таблица 3 – Генотипические корреляции хозяйственно-биологических признаков с массой 1000 зёрен у гибридов яровой мягкой пшеницы

Признаки	Поколение	Коэффициент корреляции		
		2003	2004	2005
Высота растений	F_1	0,355±0,199	0,454±0,190*	0,702±0,152**
	F_2	-	0,401±0,195*	0,730±0,146**
Длина верхнего междоузлия	F_1	0,060±0,231	0,387±0,196	0,521±0,182**
	F_2	-	-	
Продуктивная кустистость	F_1	0,015±0,213	-0,031±0,213	0,091±0,209
	F_2	-	-0,088±0,213	-0,066±0,213
Масса растения	F_1	0,107±0,212	0,257±0,206	0,629±0,0166**
	F_2	-	0,057±0,213	0,294±0,204
Длина колоса	F_1	0,073±0,213	0,034±0,213	0,541±0,179**
	F_2	-	0,124±0,211	0,1420,211
Число колосков в колосе	F_1	-0,134±0,211	0,081±0,213	0,487±0,187*
	F_2	-	0,084±0,213	0,193±0,209
Число зёрен с колоса	F_1	-0,151±0,211	-0,041±0,213	0,183±0,209
	F_2	-	0,012±0,213	-0,174±0,210
Число зёрен с растения	F_1	-0,061±0,213	-0,074±0,213	0,419±0,193*
	F_2	-	-0,153±0,211	-0,165±0,210
Масса зерна с колоса	F_1	0,198±0,209	0,425±0,193*	0,763±0,138**
	F_2	-	0,163±0,210	0,278±0,205
Масса зерна с растения	F_1	0,252±0,206	0,383±0,197	0,736±0,146**
	F_2	-	0,212±0,208	-0,098±0,212
$К_{хоз}$ растения	F_1	0,330±0,201	0,378±0,197	0,490±0,187*
	F_2	-	0,306±0,203	0,164±0,210

*Примечание: * – существенно при P= 0,95.*

Успеху селекционной работы во многом способствует определение корреляционных взаимосвязей признаков урожайности и элементов, её слагающих. Та или иная степень сопряжённости позволяет также намечать стратегию отбора по основным хозяйственно-ценным признакам. Корреляционный анализ позволяет установить взаимосвязи крупности зерна и остальных хозяйственно-биологических признаков у гибридов F_1 и F_2 (табл. 3). Установлена достоверная связь средней силы между массой 1000 зёрен и высотой растений (r=0,355–0,702** у гибридов F_1 и r=0,401*–0,730** в F_2). По-видимому, корреляция в этой паре признаков обусловлена уча-

стием органического вещества соломины в процессе его реутилизации в колос.

Крупность зерна и продуктивная кустистость не связаны между собой. Не отмечено существенной связи между массой 1000 зёрен и озернённостью колоса в ранних поколениях гибридов. В 2005 г. в F_1 слабая связь с массой 1000 зёрен (r=0,419) выявлена для признака «озернённость растения». Корреляция массы 1000 зёрен и длины верхнего междоузлия наиболее проявилось в засушливых условиях в период налива зерна и было высокодостоверным (r=0,521).

Благоприятные условия в период закладки и формирования репродуктивных органов в 2003 г. привели к формированию крупного хорошо выполненного зерна у гибридов, но снивелировали взаимосвязи этого признака с остальными. Энзимо-микозное истощение семян в 2004 г. негативно отразилось на признаке массы 1000 зёрен, поэтому парные коэффициенты корреляции по большинству признаков были недостоверны. Это согласуется с данными, полученными И.К. Беляевой [10]. Только в 2005 г. существенность взаимосвязей подтвердилась математически.

Самые значимые связи с массой 1000 зёрен, на уровне средних и высоких значений, наблюдались для признака «масса зерна с колоса» (r=0,425*–0,763**). Меньшая сопряжённость отмечена для массы зерна с растения r=0,383–0,736**. Коэффициент хозяйственного использования фотосинтеза и масса 1000 зёрен связаны между собой в средней степени, коэффициент корреляции равнялся 0,330–0,490*. Как видно из таблицы 3, достоверность коэффициентов корреляции отмечается только у гибридов F_1, в F_2 связь по большинству коррелируемых признаков значительно ослабевает.

Для изучения характера генных взаимодействий нами определялся тип наследования признака «масса 1000 зёрен» в гибридных популяциях F_1 и F_2 и коэффициент наследуемости.

Как установил А.П. Головоченко [11], в расщепляющихся гибридных популяциях вплоть до F_5 отмечаются все возможные типы наследования. С ростом поколения уменьшается частота положительного сверхдоминирования и полного доминирования и возрастает частота промежуточного наследования и депрессии элементов продуктивности гибридов.

Используемый в наших исследованиях показатель типа наследования (Д) не может в полной мере определять характер генных взаимодействий, однако он даёт представление о соотношении среднего значения признака гибрида F_1 по отношению к родительским формам [12].

Как уже отмечалось, гибриды первого поколения значительно превосходили родительские формы по крупности семян. Наследо-

вание массы 1000 зёрен в 2004–2005 гг. проходило по типу сверхдоминирования и доминирования крупнозёрности (2004 – 54,3%; 2005 – 91,1%). Вместе с тем в 2003 г. отмечена гибридная депрессия по этому признаку в 12 комбинациях, в 2004 г. – в 4 и в 2005 г. – в 7 комбинациях. В F_2 отмечается расщепление по изучаемому признаку и в среднем выраженность признака уменьшается по сравнению с F_1. Количество гибридов со сверхдоминированием в поколении F_2 резко снижается, также уменьшается число депрессивных форм.

Стабильно по годам и поколениям эффект сверхдоминирования проявляется у гибридов сорта Пирамида с сортами Славянка Сибири, Прохоровка, Alexandria; сорта Нива 2 с сортом Славянка Сибири и сорта Тулайковская 10 с сортами Славянка Сибири, Омская 20, Прохоровка и CDC Teal.

Однако в целом превышение крупности зерна гибрида над лучшей родительской формой было небольшим. Говоря о гетерозисном эффекте, можно отметить истинный гетерозис более 30% только в комбинации Тулайковская 10 × Alexandria – 40%. В остальных лучших комбинациях величина гетерозиса не превышает 24–27%. Частые случаи проявления гетерозиса по массе 1000 зёрен отмечают [8]. В комбинациях, где отмечается гетерозис, повышается выход трансгрессивных форм.

О наследуемости признака крупности зерна существуют различные точки зрения. Одни авторы считают массу 1000 зёрен высоконаследуемым признаком, зависящим от аддитивно действующих генов, поэтому, по их мнению, отбор по нему может привести к заметному увеличению продуктивности [1,10,13] . Однако ряд исследователей считают массу зерновки ненадёжным критерием, поскольку она не обнаруживает связи с урожаем и имеет низкую наследуемость [9,14].

Коэффициент наследуемости в широком смысле (H^2) в наших исследованиях во втором поколении гибридов по массе 1000 зёрен в среднем составил в 2004 г. 0,37, в 2005 г. – 0,26, причём преобладающего влияния на признак материнских или отцовских сортов не наблюдалось. По мнению Н.А. Плохинского [15], минимальная величина показателя наследуемости, при котором возможен успешный отбор, должна быть не менее 0,4–0,5. Установленные коэффициенты соответствуют низким значениям, что говорит о неэффективности ранних отборов (F_2) в гибридных популяциях по крупности семян. Необходимо заметить, что коэффициенты наследуемости в широком смысле в F_2 соответствуют примерно половинным значениям аналогичных показателей в F_1 (0,64–0,65).

Низкая наследуемость признака может компенсироваться высокоинтенсивным отбором [16]. Высокоинтенсивный отбор реко-

мендуется также и при высокой изменчивости коэффициента наследуемости по годам [17].

Статистический анализ выявил существенные различия между сортами по общей (ОКС) и специфической (СКС) комбинационной способности и установил достоверность различий между гибридами по этому признаку. Существенные различия выявлены между гибридами F_1 во все годы исследований, и между F_2 в 2005 г.

Определение комбинационной способности обычно проводится для гибридов поколения F_1, мы провели его и у гибридов F_2, чтобы установить насколько меняется эта оценка при смене поколения. Отношение средних квадратов общей и специфической комбинационной способности по годам было неоднозначным (табл. 4).

Таблица 4 – Вариансы общей (σ^2_q) и специфической комбинационной способности (σ^2_s) родительских сортов по массе 1000 зёрен

Сорта	Поколение	Вариансы					
		2003		2004		2005	
		σ^2_q	σ^2_s	σ^2_q	σ^2_s	σ^2_q	σ^2_s
♀Пирамида	F_1	0,05	5,97	0,18	8,69	-0,45	8,8
	F_2	-	-	0,76	0,52	0,05	-2,86
♀Нива 2	F_1	0,04	3,25	1,11	6,07	0,87	12,2
	F_2	-	-	-0,27	1,10	-0,39	2,10
♀Тулайковская 10	F_1	0,01	6,29	4,41	5,45	2,22	18,05
	F_2	-	-	0,14	1,51	0,97	3,33
♂Памяти Азиева	F_1	4,47	9,09	0,10	21,4	-0,13	76,6
	F_2	-	-	2,16	0,54	2,78	8,52
♂Славянка Сибири	F_1	8,81	0,57	0,49	1,61	1,77	0,32
	F_2	-	-	0,02	1,18	0,95	0,74
♂Кинельская 60	F_1	0,66	2,50	3,99	4,24	2,53	0,83
	F_2	-	-	0,27	2,72	1,02	1,79
♂Омская 20	F_1	1,73	11,9	0,42	8,80	17,48	15,75
	F_2	-	-	0,16	1,53	0,23	5,31
♂Прохоровка	F_1	1,51	6,45	0,19	1,32	0,02	9,66
	F_2	-	-	-0,08	3,53	0,36	8,09
♂Эритроспермум 2375	F_1	0,97	6,91	0,06	13,9	0,10	14,70
	F_2	-	-	-0,07	0,51	8,22	2,56
♂CDC Teal	F_1	0,46	8,06	0,89	11,7	1,07	8,47
	F_2	-	-	-0,08	0,47	-0,07	0,58
♂Alexandria	F_1	4,85	8,90	5,46	7,72	-0,01	10,39
	F_2	-	-	-0,08	0,49	4,00	1,39

У материнских сортов варианса СКС превышал вариансу ОКС в 2003 и 2005 гг., следовательно, преимущество в детерминации признака крупности зерна в целом имели гены доминантно-эпистатического действия. В 2004 г. картина была противоположной

– гены аддитивного действия имели преимущество. У отцовских сортов аддитивность проявления генных взаимодействий отмечена только в 2003 г. Это объясняет низкую наследуемость массы 1000 зёрен, определяемую через коэффициенты наследуемости (H^2).

Среди материнских сортов самой высокой, достоверно значимой, общей комбинационной способностью обладал в F_1 сорт Тулайковская 10 (q_i=0,14*; 2,25*; 1,70*) во все годы исследований (табл. 5).

Таблица 5 – Общая комбинационная способность материнских и отцовских сортов по массе 1000 зёрен

Сорта	Поколение	Эффекты ОКС		
		2003	2004	2005
♀Пирамида	F_1	0,092*	-0,921*	-0,458
	F_2	-	-1,074*	-0,665*
♀Нива 2	F_1	-2,227*	-1,333*	-1,240*
	F_2	-	0,335	-0,033
♀Тулайковская 10	F_1	0,140*	2,250*	1,700*
	F_2	-	0,730*	0,699*
$НСР_{0,05}$	F_1	0,065	0,597	0,596
	F_2	-	0,457	0,457
♂Памяти Азиева	F_1	-2,115*	-0,500	0,135
	F_2	-	1,499*	1,692*
♂Славянка Сибири	F_1	2,970*	-0,800	1,385*
	F_2	-	-0,318	1,018*
♂Кинельская 60	F_1	-0,815*	2,033*	1,635*
	F_2	-	-0,598	1,052*
♂Омская 20	F_1	-1,315*	0,750	-4,198*
	F_2	-	-0,518	0,558
♂Прохоровка	F_1	-1,231*	-0,583	0,402
	F_2	-	-0,091	0,672
♂Эритроспермум 2375	F_1	0,985*	0,450	-0,498
	F_2	-	0,139	-2,882*
♂CDC Teal	F_1	-0,681*	1,017	-1,102
	F_2	-	-0,061	-0,088
♂Alexandria	F_1	2,202*	-2,367*	0,035
	F_2	-	-0,051	-2,022*
$НСР_{05}$	F_1	0,124	1,118	1,116
	F_2	-	0,855	0,855

Относительно высокие значения признака массы 1000 зёрен и высокая общая комбинационная способность данного сорта позволяет рекомендовать его в качестве донора этого признака для скрещиваний с любыми родительскими формами. Крупность зерна будет стабильно передаваться потомству. Во втором поколении

гибридов общая комбинационная способность у этого сорта также имела достоверно высокие значения (q_i=0,70–0,73*). Сорт Нива 2 имел низкую ОКС в F_1 во все годы изучения (q_i=-2,23*; -1,33*; -1,24*). Для сорта Пирамида характерно непостоянство оценок ОКС, от низких значений (q_i=-0,921*) до высоких (q_i=0,092*), что говорит о сильной зависимости сорта от условий окружающей среды.

Высокие и средние достоверные положительные эффекты ОКС среди отцовских форм показал сорт Славянка Сибири как в F_1 (q_i=2,97*; -0,80; 1,39*), так и в F_2 (q_i=-0,32; 1,02*). Гибриды с участием этого сорта будут средне- и крупнозёрными. Сорт Эритроспермум 2375 чаще имеет средние значения ОКС, реже – высокие.

Низкие и средние значения эффектов ОКС имеют сорта Памяти Азиева, Прохоровка, Омская 20, CDC Teal. Непостоянство эффектов, от высоких до низких, характерно для сортов Кинельская 60 и Alexandria. Неоднозначность оценок комбинационной способности по годам говорит о значительной зависимости этих сортов от внешних условий.

Как известно, высокие эффекты ОКС свидетельствуют о значительном вкладе в детерминацию признака аддитивных эффектов генов и отражают среднюю ценность каждого сорта и его донорские свойства [2,12,18]. Параметром, который позволяет оценить конкретную гибридную комбинацию, является специфическая комбинационная способность [19,20]. Вычисление констант СКС позволяет выделить ту часть урожая или данного признака, которая обусловлена неаддитивными взаимодействиями. Если эти взаимодействия играют значительную роль в определении признака какого-либо гибрида, то константы СКС имеют высокое числовое выражение. В случае преобладания аддитивных генов константы СКС приближаются к 0. Константа СКС является относительной величиной, математически отображает отклонение от ОКС и не даёт представления об абсолютной величине признака. Во все годы исследований высокие эффекты СКС по массе 1000 зёрен отмечались в комбинациях Пирамида × Памяти Азиева, Нива 2 × Кинельская 60, Тулайковская 10 × Омская 20, Тулайковская 10 × Alexandria. Во всех этих комбинациях в F_1 проявляется сверхдоминирование и доминирование крупнозёрности. Принято считать, что высокие эффекты СКС не зафиксируются отбором, поэтому отбор по эффектам СКС бесперспективен.

Однако, по мнению А.А. Струникова (1997), гетерозисный эффект проявляется вследствие наследования от родителей скоординированного компенсационного комплекса благоприятных генов, возникающего в результате отбора на фоне действия вредных генетических и экологических факторов. По этой теории нет принципиальной разницы между гетерозисным гибридом и высокопродук-

тивным сортом. Гетерозис помогает находить более эффективно сформированные природой генные комплексы. Правильность такого подхода может опровергнуть или подтвердить последующее изучение таких гибридов и линий, отобранных из них, по этапам селекционного процесса.

Большую ценность для селекции яровой пшеницы будут иметь сорта с высокими эффектами ОКС и низкими вариансами СКС.

Высокие варианси СКС свидетельствуют о том, что в гибридах можно ожидать сильное колебание признака, а низкие вариансы – что сорт даёт сравнительно равные показатели признака при скрещивании с другими компонентами.

У сорта Тулайковская 10 средние оценки вариансе СКС в обоих поколениях гибридов. Это говорит о том, что на проявление признака массы 1000 зёрен влияют также гены неаддитивного или специфического взаимодействия. Высокие значения эффектов ОКС и вариансе СКС в F_2 свидетельствуют о возможности появления в F_2 положительных трансгрессий по крупности семян.

Сорт Нива 2 имеет в основном средние значения вариансе СКС, но у него сильное влияние на крупность зерна оказывают гены доминатно-эпистатического взаимодействия: во все годы изучения вариансе СКС была выше вариансы ОКС (3,25>0,04; 6,07>1,11; 12,2>0,87). У Пирамиды отмечено непостоянство оценок вариансе СКС по годам – от низких до средних.

Низкие значения вариансе СКС и преобладание генов аддитивного взаимодействия характерны для сорта Славянка Сибири (8,81>0,57; 1,77>0,32) в первом поколении гибридов, коэффициент наследуемости h^2 составляет 72,9–76,7. Во втором поколении такие связи не определяются.

Особенно большое влияние генов доминирования-эпистаза проявляется у сорта Памяти Азиева (9,09>4,47; 21,4>0,10; 76,6>-0,13). У сорта Alexandria обе генные системы примерно уравновешены, только в 2005 г. отмечено преимущество генов доминирования. Остальные сорта имеют или противоречивый характер генных взаимодействий по годам исследований, или же у них прослеживается явное преимущество специфических взаимодействий.

Проведённые исследования показали, что оценка генетико-статистических параметров гибридных популяций возможна только в конкретной ситуации. При изменении этих условий все параметры популяции будут сдвигаться. С учётом низкой наследуемости и значительном вкладе в изменчивость признака паратипической вариансы, нами сделан вывод о неэффективности ранних отборов по крупности зерна. Однако для выделения потенциально ценных популяций можно использовать характеристику первого и второго поколений, лучших по этому признаку. Характеристикой донорских

свойств сорта служит оценка его общей комбинационной способности, позволяющая сконцентрировать внимание на перспективном материале [21,22].

Таким ценным материалом являются все гибридные комбинации с участием сортов Тулайковская 10 и Славянка Сибири. Несмотря на неоднозначность оценок, высокий эффект при отборе можно достигнуть в комбинациях Пирамида × Памяти Азиева ($h^2_{\text{Памяти Азиева}}$ =50,0% в F_1, 2003 г. и 81,0% – в F_2 2004 г.), Нива 2 × Alexandria (F_1, 2003 г. – $h^2_{\text{Alexandria}}$ =52,1%), Пирамида и Нива 2 с Кинельской 60 (F_1, 2005 г. – $h^2_{\text{Кинельской 60}}$ =73,4%) и Пирамида × Эритроспермум 2375 (F_2, 2005 г. – $h^2_{\text{Эритроспермум 2375}}$ =83,5%).

Таким образом, на основании полученных данных комбинационной способности, фенотипической изменчивости и наследования гибридных популяций F_1 и F_2 по признаку «масса 1000 зёрен», выявлены доноры данного признакак и доказана эффективность отбора в поздних поколениях.

Литература

1. Натрова, З. Продуктивность колоса зерновых культур / З. Натрова, Смочек Я. – М.: Колос, 1983. – 45 с.

2. Цильке, Р.А. Комбинационная способность сортов яровой мягкой пшеницы по крупности зерна в условиях Западной Сибири./ Р.А. Цильке, О.Т. Качур // Доклады ВАСХНИЛ. – 1978. – №11. – С. 1–3.

3. Власенко, Н.М. Отбор на продуктивность в ранних поколениях гибридных популяций яровой мягкой пшеницы / Н.М. Власенко // Совершенствование селекционно-генетических и семеноводческих процессов зерновых и зернобобовых культур в Нечерноземье. – М., 1988. – С. 96–99.

4. Griffing, B. A generalised treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance / B. Griffinga // heredity. – 1956. – V.10. – P.31–50.

5. Савченко, В.К. Метод оценки комбинационной способностигенетически разнокачественных наборов родительских форм / В.К. Савченко // Методики генетико-селекционого и генетического экспериментов. – Минск: Наука и техника, 1973. – С.48–78.

6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов – М.: Колос, 1979. – 252 с.

7. Методические указания ВИР. – Ленинград. – 1976. – 35 с.

8. Федин, М.А. Статистические методы генетического анализа / М.А. Федин, Д.Я.Силис, А.В. Смиряев.-М.: Колос, 1980. – 208 с.

9. Краснова, Л.И. Биология, селекция, семеноводство озимой пшеницы на Южном Урале / Л.И. Краснова. – Оренбург. – 2003. – 280 с.

10. Беляева, Е.Г. Влияние площади питания растений на изменчивость и взаимосвязь ряда количественных признаков у озимой пшеницы на ранних этапах селекции: Автореф. дис…канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Е.Г. Беляева. – Харьков, 1986. – 24 с.

11. Головоченко, А.П. Особенности адаптивной селекции яровой мягкой пшеницы в зоне Среднего Поволжья: Дисс…на соис. уч. степени д-ра с.-х. наук / А.П. Головоченко. – Кинель, 2001. – 380 с.

12. Мережко, А.Ф. Проблема доноров в селекции растений / А.Ф. Мережко. – Санкт-Петербург, 1994. – 127 с.

13. Орлюк, А.П. Научные основы селекции интенсивных сортов озимой мягкой пшеницы в условиях орошения: Автор. дисс. на соиск. уч. ст. д-ра с.-х. наук. – Л., 1980. – 46 с.

14. Храмцова, Н.В. Наследование хозяйственно-ценных признаков гибридами озимой пшеницы с яровой в условиях Омской области: Автореф. дис…канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Н.В. Храмцова. – Л., 1979. –21с.

15. Плохинский, Н.А. Наследуемость / Н.А. Плохинский. – Новосибирск. – 1964. – 196 с.

16. Драгавцев, В.А. Генетика признаков продуктивности яровых пшениц в Западной Сибири / Драгавцев В.А., Цильке Р.А., Рейтер Б.Г. – Новосибирск: Наука. Сибирское отд.-ние, 1984. – 230 с.

17. Рутц, Р.И. Прогноз общей комбинационной способности пшениц по результатам изучения родительских компонентов / Р.И. Рутц // Селекция и семеноводство. – Новосибирск, – 1980. – С.5–11.

18. Рутц, Р.И. Оценка исходного материала по комбинационной способности в регулярных скрещиваниях генетически разнокачественных наборов родительских форм: Метод. указания / Р.И. Рутц. – Омск. – 1977. – 23 с.

19. Коломиец, Л.А. Комбинационная способность и генетические компоненты изменчивости сортов озимой пшеницы по массе 1000 зёрен в диаллельных скрещиваниях / Л.А. Коломиец, А.С. Басанец // Сборник научных трудов. – Мироновка. – 1987. – С. 10–13.

20. Яковенко, В.В. Оценка комбинационной способности признаков структуры урожайности сортов земляники / В.В. Яковенко, В.И. Лапшин // Вестник Российской академии с.-х. – 2008. – №4. – С. 38–40.

21. Цильке, Р.А. Изменчивость характера наследования количественных признаков у яровой мягкой пшеницы в зависимости от условий вегетации / Р.А. Цильке // Сибирский вестник с.-х. науки. – 1974. – №2. – С. 31–39.

22. Сюков, В.В. Метод подбора по комбинационной способности / В.В. Сюков // Методы подбора родительских пар для гибридизации у самоопыляющихся растений. – Самара. – 2007. – С.31–34.

УДК 633.11 «324»:631.523.4

СЕЛЕКЦИОННАЯ ЦЕННОСТЬ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

В.Г. Кривобочек, С.В. Косенко

В результате комплексной оценки коллекции озимой мягкой пшеницы по биологическим и хозяйственно-ценным признакам выделены источники для практической селекции в лесостепной зоне Среднего Поволжья.

Дальнейшее увеличение производства зерна невозможно без выведения новых высокопродуктивных сортов пшеницы. Для возделывания озимой пшеницы нужны сорта, сочетающие зимостойкость и продуктивность, устойчивость к полеганию и болезням, формирующие хорошие технологические и хлебопекарные свойства. Необходимость получения таких сортов предопределяет широкое вовлечение в практическую селекцию генетически разнообразных хорошо изученных основных источников хозяйственно-ценных признаков.

Материал и методика исследований. Материалом для исследований служили 153 образца из мировой коллекции ВИР и рабочих коллекций НИИСХ Юго-Востока и Самарского НИИСХ.

Условия вегетации в годы исследований различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков. Так 2004/05 г. следует считать благоприятным для озимой пшеницы. В этот год была получена максимальная урожайность в опытах, у отдельных сортообразцов свыше 6 т/га. Низкими температурами отличалась зима 2005/06 года. Очень холодными были вторая и третья декады января, температура воздуха опускалась до минус 40°С. Условия зимовки 2006/07 года были мягкими, наблюдалось выпревание, а период «выход в трубку–колошение» характеризовался повышенными температурами воздуха и недостатком осадков.

Опыты закладывались в трёхкратной повторности с площадью делянок 3 м^2. Норма высева 5,5 млн. всхожих зёрен/га. В качестве стандарта высевался сорт Безенчукская 380. Оценку зимостойкости, фенологические наблюдения, анализ структуры урожая проводили по методикам ГСИ [1] и ВИР [2].

Поражение мучнистой росой оценивали по методике ВНИИФ [3]. Тип реакции на поражение бурой ржавчиной определяли по E.B. Mains, H.S. Jackson (1926), степень поражения – по R.F. Peterson, 1948 [4] – в период максимального развития.

В лаборатории определяли качество зерна: натуру зерна, стекловидность, количество клейковины и белка в зерне [5].

Результаты исследований. Образцы коллекции распределялись по происхождению следующим образом. Основную часть (70%) составляли современные селекционные сорта. Первое место занимали сорта и селекционные образцы, созданные в научно-исследовательских учреждениях Среднего и Нижнего Поволжья, удельный вес которых составил 38%. Их селекционная ценность определялась зимостойкостью, устойчивостью к засухе, продуктивностью, хорошими технологическими качествами зерна. На втором месте – сорта Северного Кавказа (31%), короткостебельные с высокой устойчивостью к полеганию, с хорошо озернённым продуктивным колосом, устойчивые к бурой ржавчине и мучнистой росе. Из зарубежного сортимента преобладали сорта Украины и Белоруссии (15%), а также Америки (4%). В небольших объёмах изучались сорта Нечерноземья (7,8%), Урала и Западной Сибири (2,2%), Центрально-Черноземной полосы (2%).

Ведущий признак, определяющий пригодность сорта озимой пшеницы в Среднем Поволжье, – зимостойкость растений. Исход перезимовки здесь определяется, в первую очередь, устойчивостью к выпреванию и поражению растений снежной плесенью, морозостойкостью, устойчивостью к резким колебаниям температуры как в течение зимнего периода, так и весной.

В наших исследованиях в зависимости от погодных условий показатели зимостойкости варьировали в пределах от 35% (Century, США) до 95% (Лютесценс 30767, Украина). Наибольшее количество высокозимостойких образцов (с выживаемостью более 71%) представлено сортами из Поволжья, несколько уступают данному региону сорта Украины. Доля низкозимостойких сортов (уровень перезимовки менее 50%) наиболее высока среди образцов из Северного Кавказа. Стабильно высоким уровнем зимостойкости (перезимовка выше 80%) отличаются следующие образцы: Волжская 1 (Ульяновская обл.), Губерния (Саратовская обл.), Лютесценс 29307, Лютесценс 30767 (Украина), Эритроспермум 243-00, Эритроспермум 356-00 (Московская обл.), Дон 93 (Ростовская обл.). Наибольшую селекционную ценность представляют образцы Лютесценс 29307 и Эритроспермум 243-00, сочетающие высокую продуктивность и зимостойкость.

На основании корреляционного анализа установлена зависимость между зимостойкостью растений озимой пшеницы и глубиной залегания узла кущения ($r=0,20^{*}…0,78^{***}$), а также слабая достоверная связь зимостойкости с урожайностью ($r=0,16^{*}…0,38^{***}$). Продолжительность вегетационного периода является важным биологическим свойством пшеницы, т.к. с ним связано множество других свойств, которые определяют урожай и качество зерна, поражение болезнями. В условиях Кубани была установлена отрицательная

корреляционная связь между урожайностью и продолжительностью вегетационного периода [6,7].

В наших исследованиях достоверной связи между урожайностью и продолжительностью вегетационного периода не выявлено.

По продолжительности вегетационного периода коллекционные образцы были разделены на четыре группы с помощью вариационного анализа (табл. 1). Следует отметить значительную вариабельность продолжительности периода «возобновление вегетации–колошение» по годам.

Таблица 1 – Урожайность коллекционных образцов озимой пшеницы различных групп спелости (2005–2007 гг.)

Группа спелости	Продолжительность периода «возобновление вегетации–колошение», сут.		Урожайность, г/м^2	
	min–max	средняя	min–max	средняя
Раннеспелые	38,6–62,1	50,2±0,19	111–359	259±11
Среднеранние	41,7–64,8	52,8±0,12	155–387	291±7
Среднеспелые	45,1–68,6	55,7±0,14	163–383	292±6
Среднепоздние	48,1–71,4	58,4±0,28	168–442	306±14

В 2005 г. продолжительность периода «возобновление вегетации–колошение» у сортообразцов составила 36–51 сут. (среднесуточная температура 15,7ºС). В 2006 и 2007 гг. межфазный период увеличился из-за дефицита тепла до 49–58 сут. (2006 г.) и 61–73 сут. (2007 г.) при температурах 11,9°С и 11,7°С соответственно.

Среднепоздние сорта в 2005 и 2007 гг. имели в среднем наивысшую урожайность, однако в 2006 г. показали более низкие урожайные данные, на уровне раннеспелой группы. Это объясняется тем, что налив зерна в 2006 г. проходил при недостатке осадков и высоких температурах (ГТК 0,5). При таких условиях зерно было недостаточно выполненным, что особенно отразилось именно на среднепоздних сортах. В связи с этим актуальной остаётся проблема создания скороспелых сортов озимой пшеницы. В засушливых условиях они лучше используют запасы влаги в почве. Критерием отбора образцов в качестве исходного материала послужило сочетание раннеспелости с высокой зерновой продуктивностью. В наших исследованиях выявлены раннеспелые сорта Урожайная, Дон 85, Бадулинка, Ершовская 10, которые по урожайности превосходили стандартный сорт Безенчукская 380 в среднем на 15–50 г/м^2 и выколашивались раньше на 5–6 дней. Следует отметить, что скороспелые сортообразцы в меньшей степени поражались грибными болезнями, однако по урожайности зерна многие из них уступали стандарту на 14–19%.

В годы исследований климатические условия способствовали проявлению как бурой ржавчины, так и мучнистой росы. Высокоустойчивыми к бурой ржавчине оказались следующие образцы: Лютесценс 331-93 к 27-3-3, 146Р6 (Lr 9) к 63388, Лютесценс 89-89 h 177 (Краснодарский край), Ермак, Зарница, Станичная (Ростовская обл.), Century (США). Сочетали устойчивость к мучнистой росе с иммунностью к бурой ржавчине сортообразцы Лютесценс 29305, Лютесценс 29307 (Украина), Горлица (Краснодарский край).

Наиболее важным показателем в селекции растений является урожайность. Самая высокая урожайность получена в условиях 2005 года, у отдельных сортообразцов она составляла более 600 г/м^2, а в среднем по опыту 388 г/м^2. Урожайность в 2007 г. была самой низкой (154 г/м^2) из-за неблагоприятных условий перезимовки, высоких температур воздуха и дефицита осадков в период «выход в трубку–колошение». В среднем за годы изучения лучшими были следующие образцы: Лютесценс 29307 – 465 г/м^2, Лютесценс 29305 – 429 г/м^2, Л-31-98 и.о. – 432 г/м^2, Эритроспермум 243-00 – 411 г/м^2 (табл.2).

Указанные сорта формировали стабильную продуктивность независимо от погодных условий периода вегетации. Урожайность этих образцов сочетается с комплексом хозяйственно-ценных признаков и свойств (зимостойкость, устойчивость к листовым болезням, оптимальная высота растений).

Изучение сортового многообразия коллекции озимой пшеницы в наших условиях показало, что по элементам продуктивности сортообразцы имеют большие различия.

Густота продуктивного стеблестоя сильно варьировала в сравнении с другими элементами структуры урожая (C_v=23,9–33,4%). Стабильно высокие значения признака имели образцы: Урожайная (664–677 шт./м²), Дон 85 (407–595 шт./м²), Л-24-98 (432–649 шт./м²), Эритроспермум 243-00 (565–766 шт./м²), Горлица (520–598 шт./м²). У стандарта Безенчукская 380 число колосьев варьировало от 375 до 570 шт./м².

Продуктивная кустистость также является сильно варьирующим признаком (C_v=19,9–21,3%). Наибольшую продуктивную кустистость имели сорта Мёшинская 3 (2,1), Левобережная 3 (2,1), Урожайная (2,2), Горлица (2,3), что на 0,5–0,9 выше сорта-стандарта Безенчукская 380.

Масса зерна (C_v=20,4–25,9%) и число зёрен с растения (C_v=18,6–27,0%) варьировали сильно, как признаки, связанные с продуктивной кустистостью. По массе зерна с растения выделились линии и сорта Л-57-02 (2,7 г), Эритроспермум 243-00 (2,6 г), Одесская остистая (2,6 г), Горлица (2,8 г), что на 0,3–0,5 г выше сорта-стандарта Безенчукская 380. Высокое число зёрен с растения име-

ли образцы: Эритроспермум 605 (70,8), Эритроспермум 30238 (68,2), Одесская остистая (68,2), Лютесценс 29840 (85,9), Горлица (87,0), что выше стандартного сорта Безенчукская 380 на 5,1–23,9 зёрен.

Таблица 2 – Высокопродуктивные образцы озимой пшеницы (2005–2007 гг.)

Сорт	Масса зерна, г		Зимостойкость, %	Период отрастание–колошение, сут.	Высота растений, см	Поражение болезнями, тип / %	
	среднее	±St				бурая ржавчина	мучнистая роса
Безенчукская 380, Самарская обл.	328	-	73	65	92,4	4/5	8/5
Безенчукская 616, Самарская обл.	383	56	72	69	100,9	4/5	8/10
Эритроспермум 605, Самарская обл.	377	49	78	67	89,9	4/5	7/20
Л-20-79, Саратовская обл.	365	37	74	65	81,2	4/20	6/20
Л-24-98, Саратовская обл.	379	51	73	65	87,4	3/10	7/10
Л-31-98 и.о., Саратовская обл.	432	104	77	64	99,7	4/5	7/10
Бадулинка, Волгоградская обл.	378	51	64	61	77,7	4/10	7/10
Эритроспермум 243-00, Украина	411	83	79	60	84,6	3/5	8/5
Лютесценс 29307, Украина	465	138	85	61	83,4	0	8/5
Одесская остистая, Украина	363	35	59	66	64,9	4/5	6/10
Лютесценс 29305, Украина	429	101	62	66	79,8	0	8/5
Зерноградка 8, Ростовская обл.	353	26	60	60	71,0	4/10	6/10
Северодонская, Ростовская обл.	347	20	65	61	85,5	4/20	6/10
Дон 85, Ростовская обл.	365	38	61	63	73,9	3/5	7/20
$НСР_{05}$		25					

Масса зерна (C_v=15,0–19,7%) и число зёрен (13,1–18,2%) с главного колоса варьировали слабее. Стабильно высокие показа-

тели по массе зерна с колоса были у образцов: Л-24-98 (1,8 г), Лютесценс 29305 (1,8 г), Лютесценс 29307 (1,9 г). По числу зёрен в колосе выделились Горлица – 47,7, Красота – 47, Лютесценс 29840 – 50,1, что выше стандарта Безенчукская 380 на 3,8–6,9 зёрен.

Масса 1000 зёрен – наименее изменчивый признак (C_v=8,7–11,9%). Массу 1000 зёрен более 40 г формировали образцы: Л-24-98, Л-31-98 и.о., Л-39-94 и.о., Левобережная 3, Бадулинка, Лютесценс 29305, Комсомольская 56, Сибирская Нива, Эритроспермум 243-00.

Коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза ($К_{хоз}$) также варьировал слабо (C_v=6,0–10,3%). Наиболее высоким $К_{хоз}$ (49–52%) отличились короткостебельные сорта Зерноградка 10, Конкурент, Тарасовская 97, Одесская остистая, Красота.

Установлена линейная зависимость между урожайностью зерна с единицы площади и числом продуктивных стеблей на м^2 (r= 0,54***…0.81***), массой зерна с растения (r=0,69***…0,73***) и количеством зёрен с растения (r=0,44***…0,73***). Это позволяет надеяться на получение нового селекционного материала при использовании в гибридизации выделенных по элементам продуктивности сортов.

Одной из основных задач селекции пшеницы является создание новых высокоурожайных сортов с хорошим качеством зерна. В таблице 3 представлены сорта озимой пшеницы, имевшие за годы исследований стабильно высокие показатели качества зерна.

Таблица 3 – Сорта озимой пшеницы, выделенные по комплексу показателей качества зерна (2005–2007 гг.)

Сорт	Происхождение	Натура зерна, г/л	Стекловидность, %	Содержание клейковины, %	Показатель ИДК, ед.	Содержание белка, %
Безенчукская 380	Самарская обл.	769	69	31,5	69	16,7
Ершовская 25	Саратовская обл.	775	69	34,2	85	17,2
Бадулинка	Волгоградск. обл.	760	72	33,9	80	18,3
Казанская 560	Респ. Татарстан	765	66	31,6	67	16,8
Конкурент	Ростовская обл.	741	66	33,4	64	17,3
Московская 39	Московская обл.	750	67	36,3	80	17,9
Среднее по опыту (153 образца)		744	61	31,8	74	16,4

За годы исследований выявлены межсортовые различия, а также различия в проявлении самих признаков качества зерна по годам. Наименьшей вариабельностью характеризовался показатель натурной массы зерна (C_V=0,1–4,6% в зависимости от сорта), наибольшей – содержание клейковины в зерне (C_V=2,6–28,3%).

В результате изучения коллекционных сортообразцов различного эколого-географического происхождения по селекционно-значимым признакам и их реакции на меняющиеся погодные условия, предложены источники для адаптивной селекции по различным направлениям, которые рекомендуется включить в программу гибридизации отдела.

Литература

1. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / Под ред. М.А. Федина. – М., 1989. – 194 с.

2. Пополнение и сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале (метод. указания) // Сост. Мережко А.Ф., Удачин Р.А., Зуев В.Е., Филатенко А.А. – С-П., 1999. – 84 с.

3. Методика по оценке устойчивости сортов полевых культур к болезням на инфекционных и провокационных фонах / Захаренко В.А., Медведев А.М., Ерохина С.А. и др. – Москва, 2000. – 70 с.

4. Гешеле, Э.Э. Основы фитопатологической оценки в селекции растений / Э.Э. Гешеле // М.: Колос, Изд-е 2-е, перераб. и допол. – 1978. – 206 с.

5. Беркутова, Н.С. Методы оценки и формирование качества зерна / Н.С. Беркутова. – М.: Колос, 1991. – 206 с.

6. Лукьяненко, П.П. Основные итоги работ по селекции озимой пшеницы и ячменя (1920 по 1931 гг.) / П.П. Лукьяненко. – Краснодар, 1932. – 31 с.

7. Пучков, Ю.М. Сорт озимой мягкой пшеницы Юбилейная 100 – прогресс в селекции ультраскороспелых сортов на морозостойкость и продуктивность /Ю.М. Пучков, Г.Д. Набоков и др. // Сб. науч. тр. в честь 90-летия Краснодарского НИИСХ. Т.1: Пшеница. – Краснодар, 2004. – С. 62–72.

УДК 633.11.«324»:631.523.4

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ВЫСОТЫ И ЭЛЕМЕНТОВ ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

С.В. Косенко

В статье изложены результаты изучения комбинационной способности и генетического контроля высоты растений и элементов зерновой продуктивности в диаллельном комплексе с участием десяти сортов озимой мягкой пшеницы отечественной селекции в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Для обоснованного подбора пар при гибридизации и успешной селекционной работы с гибридными популяциями необходимо иметь достоверную информацию по комбинационной способности родительских форм, характеру наследования, детерминации систем генетического контроля признаков, определяющих продуктивность растения. Наиболее точную информацию позволяет получать метод диаллельного анализа, который, с определёнными ограничениями, приемлем в селекционной практике, в том числе и при работе с самоопыляющимися культурами [1]. Наследование и взаимодействие генов при гибридизации зависят от генотипа и условий среды [2]. Поэтому информация, полученная в зоне, для которой создаётся сорт, имеет исключительное значение для повышения эффективности селекционной работы.

Целью данной работы являлось изучение комбинационной способности и генетического контроля высоты и элементов зерновой продуктивности растений у сортов озимой мягкой пшеницы отечественной селекции в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Материал и методика исследований

Десять сортов озимой пшеницы, различающиеся по высоте растений: Московская 39, Конкурент, Хазарка, Победа 50, Смуглянка, Виктория 95, Безенчукская 380, Безенчукская 616, Оренбургская 105, Туровчанка, были скрещены по полудиаллельной схеме.

Гибридные популяции и родительские формы изучали по схеме $P_1–F_1–P_2$ в 2006 г. и $P_1–F_1–F_2–P_2$ в 2007 г.. Полевые опыты закладывали по чистому пару в селекционном севообороте ПензНИИСХ. Семена высевали на делянках площадью 0,4 м^2 (F_1) и 1,0 м^2 (F_2,) с нормой высева 100 шт./м^2. Комбинационную способность образцов определяли по II методу B. Griffing [3]. Генетический анализ диаллельного комплекса проводили по B.I. Hayman [4].

Результаты исследований

Высота растений. Сорта диаллельного комплекса существенно различались по высоте растений. Наибольшую высоту имели

Безенчукская 380 и Безенчукская 616 (104,8–105,0 см), наименьшую – Конкурент, Победа 50 и Хазарка (51,8–60,0 см). Остальные сорта занимали промежуточное положение.

Дисперсионный анализ комбинационной способности во все годы исследований показал достоверность вариансов ОКС и СКС, доли их влияния составили соответственно 67,9–86,6% и 9,2–28,9%. Эффекты ОКС сортов в F_1 и F_2 были сходными (таблица 1).

Таблица 1 – Комбинационная способность сортов озимой пшеницы по признаку «высота растения»

Сорт	F_1 (2006 год)			F_1 (2007 год)			F_2 (2007 год)		
	Эффект ОКС g_i	Вариансы ОКС σ^2_{gi}	Вариансы СКС σ^2_{si}	Эффект ОКС g_i	Вариансы ОКС σ^2_{gi}	Вариансы СКС σ^2_{si}	Эффект ОКС g_i	Вариансы ОКС σ^2_{gi}	Вариансы СКС σ^2_{si}
Победа 50	-10,11	102,09	5,95	-6,70	44,83	8,83	-3,84	14,71	14,08
Конкурент	-14,51	210,39	4,09	-9,69	93,96	25,15	-10,41	108,37	13,13
Виктория 95	2,28	5,16	32,23	2,43	5,91	24,07	1,52	2,29	28,14
Туровчанка	1,31	1,68	13,11	2,10	4,41	10,95	4,17	17,41	21,62
Хазарка	-12,94	167,50	15,98	-7,97	63,49	11,08	-7,24	52,37	5,68
Безенчукская 616	7,48	55,91	21,48	4,98	24,84	7,24	4,57	20,87	21,44
Оренбургская 105	6,51	42,31	27,04	2,82	7,97	11,59	2,99	8,95	45,55
Безенчукская 380	7,84	61,37	28,15	3,25	10,57	9,88	0,72	0,50	25,92
Смуглянка	9,77	95,34	14,88	6,31	39,77	20,45	5,96	35,46	18,27
Московская 39	2,38	5,62	26,10	2,46	6,04	14,62	1,56	2,42	47,85
Среднее		74,74	18,90		30,18	14,39		26,34	24,17
$НСР_{05}$	0,38			0,12			0,22		

Достоверно высокой положительной ОКС отличались сорта Смуглянка, Московская 39, Виктория 95, Туровчанка, Оренбургская 105, Безенчукская 380 и Безенчукская 616, высокими отрицательными эффектами – Конкурент, Хазарка и Победа 50. Наиболее важными являются сорта с высокими отрицательными эффектами ОКС, так как при их использовании возможно снижение высоты растений у потомства.

Высокие значения вариансов СКС позволяют судить, при использовании каких сортов с большей вероятностью можно отыскать трансгрессивные по высоте растений формы. Напротив, низкие вариансы СКС у сортов указывают на относительную однородность гибридных популяций с их участием. В наших экспериментах такими сортами оказались Победа 50 и Хазарка с высокими отрицательными эффектами ОКС, и Туровчанка с высокой положительной ОКС. Сорт Конкурент в F_1 (2006 г.) имел низкое значение вариансы СКС, а в F_1 (2007 г.) – самое высокое, что показывает возможность

выделения трансгрессивных форм по результатам засушливого 2007 г.

Корреляция между средними значениями признака и эффектами ОКС у родителей была во всех случаях положительной и достоверной на 0,1%-ном уровне значимости (r=0,91±0,143–0,98±0,07).

У сортов Победа 50, Конкурент, Хазарка, Безенчукская 616 и Смуглянка преобладающую роль при наследовании признака «высота растений» играют гены с аддитивными эффектами, так как у них $\sigma^2_{gi}>\sigma^2_{si}$. У сортов Виктория 95, Туровчанка и Московская 39 значительную роль при наследовании рассматриваемого признака играют гены с доминантными и, возможно, эпистатическими эффектами ($\sigma^2_{gi}<\sigma^2_{si}$).

Следовательно, у большинства сортов изученного набора признак «высота растений» детерминируется генами с аддитивными эффектами. Это же подтверждается и генетическими компонентами дисперсии, полученными по результатам анализа диаллельного комплекса, которые сходны для F_1 в оба года и для F_2 (таблица 2).

Таблица 2 – Анализ генетических параметров по высоте растения

Генетические параметры		F_1 (2006 год)	F_1 (2007 год)	F_2 (2007 год)
D		417,28*	201,28*	180,81*
F		126,56*	97,03*	114,50*
H_1		112,31*	81,74*	156,69*
H_2		82,90*	62,20*	111,65*
E		1,06	0,11	0,40
H_1/D		0,26	0,40	0,86
$\sqrt{H_1/D}$		0,51	0,63	0,93
$H_2/4H_1$		0,18	0,19	0,17
$\sqrt{4DH_1}+F/\sqrt{4DH_1}-F$		1,00	1,00	1,00
Коэфф. наследуемости	в широком смысле (H^2)	0,99	0,99	0,99
	в узком смысле (h^2)	0,88	0,80	0,66
r между X_p и W_r+V_r		0,11±0,351	-0,61±0,280	0,54±0,298
$b_{Wr/Vr}$		1,03	1,01	0,74

Параметр D, характеризующий аддитивные эффекты, значительно превышает H_1 и H_2, характеризующий доминантные эффекты. Соотношение H_1/D составляло меньше единицы, что свидетельствует о неполном доминировании. Средняя степень доминирования в отдельных локусах $\sqrt{H_1/D}$=0,51–0,93, т.е. также неполная.

Высокие коэффициенты наследуемости признака в широком смысле (0,99) и узком смысле (0,66–0,88), также указывают на преобладание аддитивных эффектов генов.

Графический анализ позволяет сделать вывод, что за годы проведения опытов в наследовании признака ведущим являлось межлокусное аддитивное действие генов при частичном доминиро-

вании внутри локусов (коэффициенты регрессии W_r/V_r достоверно не отличаются от 1, линия регрессии пересекает положительную полуось W_r) (рисунок).

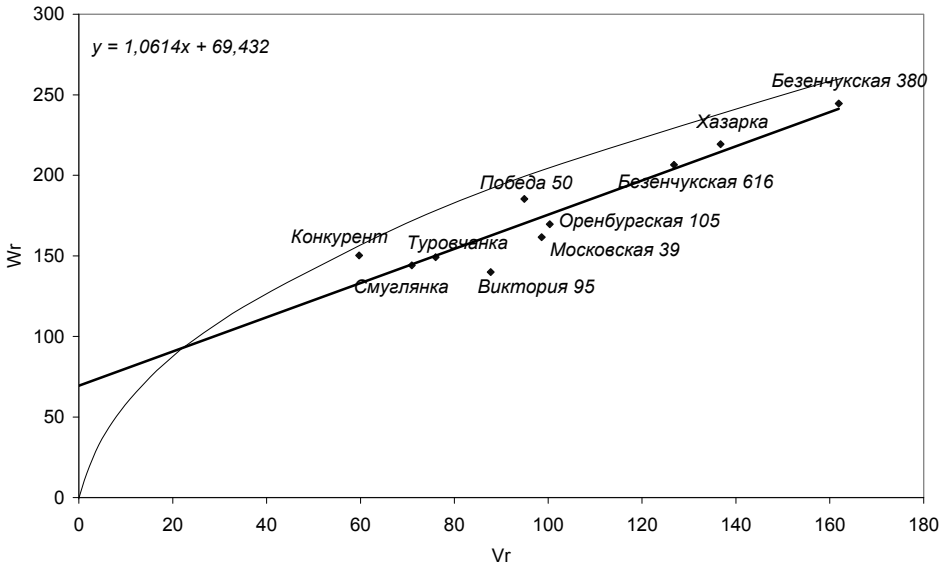
Положительно и отрицательно определяющие признак аллели распределены между сортами не одинаково, соотношение $H_2/4H_1$=0,17–0,19. Отношение общего числа доминантных генов к общему числу рецессивных у родительских сортов $\sqrt{4DH_1+F}/\sqrt{4DH_1-F}$ =1, что говорит о равенстве положительных и отрицательных генов.

Коэффициент корреляции между средними значениями родителей и суммой W_r+V_r достоверно не отличался от нуля. Это свидетельствует о ненаправленном доминировании, т.е. снижать высоту могут как доминантные, так и рецессивные аллели. Положение некоторых сортов вдоль линии регрессии изменялось в зависимости от года и анализируемого поколения.

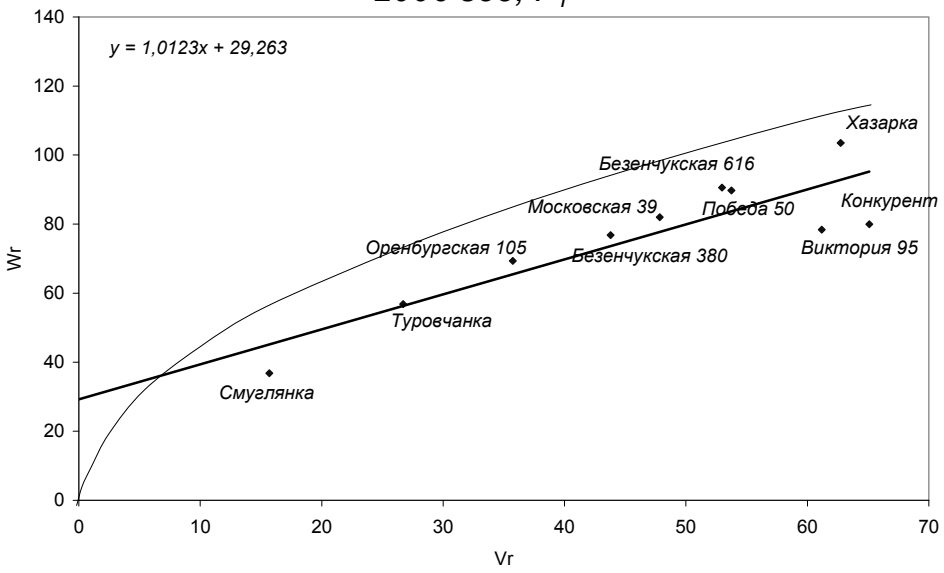
В доминантной зоне графика Хеймана стабильно находился сорт Смуглянка, а также, по результатам F_1, – Туровчанка и Оренбургская 105. Данные сорта обладают наибольшим числом доминантных аллелей по данному признаку, но являются высокорослыми, и, по результатам анализа комбинационной способности, имеют положительные эффекты ОКС. Сорт Хазарка, по результатам F_1, находится в конце линии регрессии и обладает наибольшим числом рецессивных генов, которые определяют у него снижение высоты, судя по величине этого признака. Другие короткостебельные сорта, Победа 50 и Конкурент, переходили из доминантной зоны в рецессивную.

Наличие аддитивных эффектов генов, определяющих высоту растений, позволяет рекомендовать отбор по высоте растений, начиная с поколения F_2. В качестве донора в селекции на короткостебельность предлагается сорт Хазарка с высокими отрицательными эффектами ОКС и рецессивными генами, снижающими высоту растений.

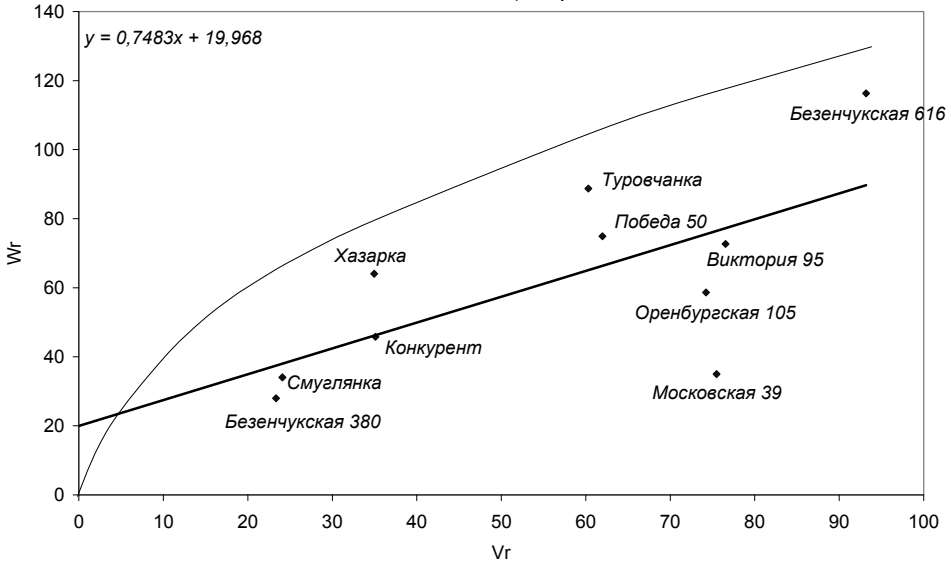
Компоненты зерновой продуктивности растения. Анализ генетических компонентов дисперсии продуктивной кустистости, массы 1000 зёрен, числа зёрен с колоса и с растения, массы зерна с колоса и с растения и коэффициента хозяйственной эффективности фотосинтеза ($К_{хоз}$) показал, что все эти признаки контролируются аддитивно-доминантной генетической системой с преобладанием доминантных эффектов генов ($D<H_1$) и сверхдоминированием (H_1/D и $\sqrt{H_1/D}>1$). Таким образом, отбор из гибридных популяций по элементам структуры урожая в ранних поколениях нецелесообразен. Коэффициенты наследуемости в узком смысле у всех признаков были очень низкими, сильно отличаясь от коэффициентов наследуемости в широком смысле (таблица 3).



2006 год, F_1



2007 год, F_1



2007 год, F_2

Графики Хеймана по признаку «высота растений»

Таблица 3 – Коэффициенты наследуемости признаков зерновой продуктивности растения озимой пшеницы

Признак	F_1 (2006 год)		F_1 (2007 год)		F_2 (2007 год)	
	в широком смысле	в узком смысле	в широком смысле	в узком смысле	в широком смысле	в узком смысле
Продуктивная кустистость	0,68	0,22	0,94	0,36	0,95	0,18
Масса 1000 зёрен	0,97	0,45	0,90	0,23	0,98	0,37
Число зёрен в колосе	0,90	0,10	0,99	0,34	0,99	0,44
Масса зерна с колоса	0,86	0,51	0,96	0,36	0,97	0,35
Число зёрен с растения	0,73	0,15	0,97	0,28	0,96	0,10
Масса зерна с растения	0,79	0,24	0,72	0,18	0,98	0,11
$К_{хоз}$	0,96	0,46	0,96	0,37	0,98	0,60

Сильное комплементарное взаимодействие генов по ряду признаков (масса 1000 зёрен, число зёрен с колоса, $К_{хоз}$) лишало смысла анализ параметров графика Хеймана (линия регрессии существенно отклонялась от единичного наклона). По этим признакам более достоверной будет информация, полученная на основании изучения комбинационной способности сортов.

Подбор компонентов для скрещиваний на увеличение элементов зерновой продуктивности растений надёжнее осуществлять на основании эффектов ОКС, т.к. связь между средними значениями признака и эффектами ОКС у родителей в большинстве случаев не отличалась от нуля или была нестабильной.

Продуктивная кустистость. Дисперсионный анализ комбинационной способности во все годы исследований показал достоверность варианс ОКС и СКС, доля их влияния составила соответственно 7,8–18,2% и 14,3–39,9%.

Высокую ОКС показали сорта Победа 50, Безенчукская 616 и Московская 39 (таблица 4). Достоверные отрицательные эффекты ОКС имел сорт Смуглянка, что необходимо учитывать при использовании его в гибридизации. У этого же сорта в контроле признака преобладали аддитивные эффекты генов ($\sigma^2_{gi}>\sigma^2_{si}$), тогда как у остальных сортов продуктивная кустистость детерминируется генами с неаддитивными эффектами ($\sigma^2_{gi}<\sigma^2_{si}$).

Анализ параметров Хеймана выявил комплементарное взаимодействие генов (b_y W_r/V_r=0,03) в поколении F_1 2007 г., что не наблюдалось в остальных случаях (b_y W_r/V_r=0,96–1,03). Доминантные и рецессивные аллели, определяющие продуктивную кустистость, распределены асимметрично ($H_2/4H_1$= 0,13–0,15), со смещением в сторону доминантных аллелей (F>0). Преобладание доминантных аллелей ($\sqrt{4DH_1+F}/\sqrt{4DH_1-F}$>1,0) показано и в совокупности сортов.

Таблица 4 – Эффекты ОКС сортов озимой пшеницы по компонентам зерновой продуктивности

Признак	Поколение, год	Эффекты ОКС										$НСР_{05}$
		Победа 50	Конкурент	Виктория 95	Туровчанка	Хазарка	Безенчукская 616	Оренбургская 105	Безенчукская 380	Смуглянка	Московская 39	
Продуктивная кустистость	F_1 2006	0,22	0,27	-0,06	-0,25	0,16	0,21	0,01	0,09	-0,83	0,51	0,20
	F_1 2007	0,11	-0,11	0,04	-0,01	0,08	0,20	-0,36	0,26	-0,38	0,22	0,06
	F_2 2007	0,09	0,09	-0,08	0,04	0,23	0,21	0,12	-0,26	-0,34	-0,04	0,04
Масса 1000 зёрен, г	F_1 2006	-1,29	-3,35	1,45	1,38	-1,63	-0,38	0,71	-0,74	1,98	1,87	0,27
	F_1 2007	1,48	-0,23	-0,18	0,71	-0,73	0,98	-0,45	-1,41	0,02	0,14	0,32
	F_2 2007	1,04	-0,54	-0,45	1,11	-1,06	-0,59	-0,77	-1,30	0,88	1,69	0,13
Число зёрен в колосе	F_1 2006	-1,99	0,05	1,14	-0,73	0,33	0,65	-0,90	1,14	0,50	-0,20	0,46
	F_1 2007	-2,73	-2,20	-3,03	2,03	0,31	-1,18	2,44	-1,57	2,04	3,88	0,54
	F_2 2007	-3,86	-1,70	-0,55	-0,56	0,25	3,01	-1,55	1,07	3,42	0,48	0,22
Масса зерна с колоса,	F_1 2006	-0,11	-0,16	0,11	0,01	-0,03	-0,01	-0,01	0,06	0,07	0,07	0,026
	F_1 2007	-0,04	-0,09	-0,12	0,14	-0,02	-0,04	0,04	-0,12	0,12	0,13	0,022
	F_2 2007	-0,12	-0,09	-0,02	0,06	-0,01	0,06	-0,10	0,01	0,15	0,06	0,01
Число зёрен с растения	F_1 2006	-6,45	-2,29	-3,14	-3,51	9,33	2,31	4,87	4,93	-18,18	12,13	5,41
	F_1 2007	-9,33	-9,68	-6,01	6,08	8,20	-0,35	3,08	4,72	-6,24	9,54	1,36
	F_2 2007	-6,72	0,49	-0,70	-3,56	7,28	10,96	3,12	-9,19	-0,58	-1,10	1,37
Масса зерна с растения, г	F_1 2006	-0,37	-0,58	0,06	0,11	0,09	0,02	0,30	0,06	-0,40	0,72	0,17
	F_1 2007	-0,13	-0,37	-0,22	0,29	0,22	0,01	0,08	0,01	-0,17	0,29	0,05
	F_2 2007	-0,10	-0,07	-0,03	0,01	0,14	0,28	-0,03	-0,45	0,08	0,17	0,05
К хоз, %	F_1 2006	1,37	0,61	-1,00	1,11	3,42	-1,94	1,00	-2,44	-1,80	-0,33	0,31
	F_1 2007	2,00	-0,11	-2,09	1,05	2,42	-1,67	1,63	-2,44	-0,43	-0,36	0,31
	F_2 2007	2,46	2,50	-1,07	-0,54	0,53	-2,26	1,02	-2,71	-0,06	0,13	0,18

Наибольший уровень доминантности был у сорта Победа 50, в рецессивной зоне графика не находился ни один сорт. Доминирование было ненаправленным, т.е. признак повышали как доминантные, так и рецессивные аллели.

Масса 1000 зёрен. Высокой массой 1000 зёрен характеризовались сорта Московская 39 (35,9 г), Оренбургская 105 (32,3–33,8 г), Туровчанка (32,0–33,4 г), Виктория 95 (33,9–34,4 г) и Смуглянка (33,4–35,4 г). Доли вариансОКС и СКС в общей дисперсии признака составили соответственно 12,4–39,1% и 35,5–53,6%. Высокие положительные значения ОКС имели сорта Туровчанка, Московская 39 и Смуглянка.

Наследование числа зёрен в главном колосе определялось как общей, так и специфической комбинационной способностью (доли влияния вариансоставили соответственно 6,4–43,5% и 44,2–51,9%).

Наибольший интерес в селекции на увеличение числа зёрен в колосе представляет сорт Смуглянка, у которого отмечены достоверно высокие положительные эффекты ОКС (таблица 4). Высокой отрицательной ОКС обладали сорта Победа 50 и Конкурент.

Масса зерна с главного колоса за годы исследований была наивысшей у сорта Виктория 95 (1,60–1,68). Дисперсионный анализ показал существенность вариансОКС и СКС, доли их влияния составили соответственно 15,6–43,1% и 17,6–70,2%.

Короткостебельные сорта Конкурент и Победа 50 имели стабильно высокие отрицательные эффекты ОКС, что необходимо учитывать при использовании их в гибридизации (таблица 4). Можно предположить, что скрещивание их с сортами, отличившимися достоверно высокой положительной ОКС – Смуглянкой и Московской 39 – может компенсировать эффект снижения признака.

Анализ графиков Хеймана показал, что преобладающее влияние на увеличение массы зерна с колоса оказывают рецессивные аллели, однако ряд доминантных аллелей также может работать на увеличение признака. Сорта на графиках меняли своё расположение вдоль линии регрессии в зависимости от года и анализируемого поколения.

Число зёрен с растения. Доли влияния вариансОКС и СКС в дисперсии признака составляли соответственно 6,3–19,3% и 18,8–67,3%.

Изучаемые сорта имеют различия в генетических системах, детерминирующих ОКС и СКС; функционирование этих систем неодинаково в разных условиях и гибридных поколениях. Тем не менее, у сортов Хазарка, Оренбургская 105 (во все годы) и Московская 39 (за исключением 2007 года в F_2) эффекты ОКС были стабильно высокими и положительными (таблица 4). Высокой отрицательной

ОКС во все годы исследований обладали сорта Победа 50, Виктория 95 и Смуглянка.

Анализ по Хейману показал асимметричность распределения доминантных и рецессивных аллелей у изучаемых сортов в сторону доминантных аллелей. Увеличение числа зёрен с растения может контролироваться как доминантными, так и рецессивными аллелями. Наибольшее количество доминантных аллелей по данному признаку имеют сорта Смуглянка, Хазарка и Московская 39. Образцов с преобладанием рецессивных генов не выявлено.

Масса зерна с растения. Доли влияния вариансОКС и СКС составили соответственно 9,4–14,2% и 20,7–69,1%. Достоверной положительной ОКС стабильно во все годы исследований выделялся сорт Московская 39, достоверно отрицательной ОКС – сорта Конкурент и Победа 50 (таблица 4).

Соотношение доминантных и рецессивных аллелей в локусах, проявляющих доминирование, смещено в сторону доминантных аллелей. У родительских форм также преобладали доминантные аллели, доминирование было ненаправленным. Стабильным расположением в доминантной зоне графика характеризовались сорта Московская 39 и Туровчанка.

Коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза. Различия между коэффициентами наследуемости в обоих смыслах по $К_{хоз}$ несколько меньшие, чем по другим признакам зерновой продуктивности, но они так же показывают преобладание неаддитивных эффектов, что подтверждено генетическим анализом по Хейману и сопоставлением вариансОКС и СКС.

Вклад эффектов ОКС и СКС в общую дисперсию признака был существенным: 25,2–54,2% для ОКС, 29,8–52,6% для СКС. Самыми высокими эффектами ОКС обладали короткостебельные сорта Победа 50 и Хазарка, а также Оренбургская 105 (таблица 4). Эффекты ОКС короткостебельного сорта Конкурент также были в двух случаях достоверно положительными, но, по данным F_1 в 2007 г., ОКС статистически не отличалась от нуля. Стабильно низкими оценками ОКС отличались сорта с более высокой соломиной – Виктория 95, Безенчукская 616 и Безенчукская 380. Нестабильными эффекты ОКС были у сортов Туровчанка, Смуглянка и Московская 39.

Заключение

На проявление генетических систем, определяющих наследование количественных признаков у озимой пшеницы, так же как и на эффекты ОКС и СКС, оказывали влияние условия года и анализируемое поколение. Тем не менее, установлены определённые закономерности.

Высота растений контролируется аддитивно-доминантной системой с преобладанием аддитивного компонента, что повышает

эффективность отбора в ранних поколениях. Донорами короткостебельности могут служить сорта Конкурент, Победа 50 и Хазарка, имеющие стабильно высокие отрицательные эффекты ОКС.

Количественные признаки, определяющие элементы зерновой продуктивности растений, контролируются аддитивно-доминантной системой с преобладанием доминантных эффектов и сверхдоминированием по ряду признаков. Отбор по данным признакам будет эффективным в более поздних поколениях. Для селекции на увеличение продуктивности наиболее перспективны сорта Смуглянка и, особенно, Московская 39, которая имела достоверно высокие эффекты ОКС по всем изученным признакам, за исключением $К_{хоз}$.

Литература

1. Турбин, Н.В. Диаллельный анализ в селекции растений [Текст] / Н.В. Турбин, Л.В. Хотылева, Л.Р. Тарутина // Минск: Наука и техника, 1974. – С. 93–154.

2. Драгавцев, В.А. Модель эколого-генетического контроля количественных признаков растений [Текст] / В.А. Драгавцев, П.П. Литун, Н.М. Шкель, Н.Н. Ничипоренко // Доклады АН СССР. – 1984. – Т.274. – №3. – 720 с.

3. Методические рекомендации по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности [Текст] / В.Г. Вольф, П.П Литун, А.В. Хавелова, Р.И. Кузьменко. – Харьков, 1980. – 75 с.

4. Федин, М.А. Статистические методы генетического анализа [Текст] / М.А.Федин, Д.Я. Силис, А.В. Смиряев // Москва: Колос, 1980. – С. 85–111.

———

УДК 633.11 «324»: 631.524.85

АДАПТИВНЫЕ СВОЙСТВА И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

В.Г. Кривобочек, Д.Н. Балеев

Изучена адаптивная способность новых и районированных сортов озимой пшеницы. Выделены сорта с высокой селекционной ценностью генотипа.

Основные направления и задачи исследований, стоящие перед селекционерами на современном этапе – создание сортов озимой пшеницы, устойчивых к биотическим и абиотическим факторам, с высокой и стабильной по годам урожайностью, отличным качеством зерна.

Для осуществления поставленных задач в каждой конкретной зоне необходимы такие сорта, которые наиболее эффективно использовали бы почвенно-климатические ресурсы, т.е. были бы приспособлены к местным условиям.

Возникает вопрос, каким образом вести селекцию на повышение продуктивности с учётом адаптивности, поскольку невозможно создать универсальные сорта для всех существующих производственных условий и экологических ниш? А.А. Жученко [1] отмечает, что при дальнейшем повышении продуктивности и адаптивного потенциала пшеницы возможно возникновение кризисных экологических ситуаций. Поскольку компоненты потенциальной урожайности и экологической устойчивости связаны отрицательными корреляциями.

Односторонняя селекция на высокую потенциальную урожайность (нередко в ущерб устойчивости к абиотическим и биотическим стрессам) явилась причиной возросшей зависимости величины и качества урожая пшеницы от условий возделывания.

Анализ погодных условий в Пензенской области показывает, что из десяти последних лет (1999–2008 гг.) только четыре были относительно благоприятными для возделывания озимой пшеницы.

Урожайность озимой пшеницы выше яровой. В среднем за десять последних лет при посеве по чистому пару озимая пшеница при урожайности 2,50 т/га превысила яровую пшеницу на 0,36 т/га. Однако следует отметить значительную вариабельность урожайности по годам и по сортоучасткам области. Так, в 2002 г. на Каменском ГСУ наблюдалась гибель озимой пшеницы, а в хозяйствах области, по данным областного управления сельского хозяйства, 53 тыс. га озимой пшеницы погибли в результате инфекционного выпревания. В 2003 г. на Кузнецком ГСУ при посеве по чистому пару наблюдалась гибель озимой пшеницы, а в хозяйствах области озимые погибли на 1/3 площадей. Гибель произошла частично в ноябре, и весной в конце марта, когда снег сошел с полей, при резком понижении температуры воздуха. В 2005 г. на Каменском и Лунинском сортоучастках при посеве по чистому пару отмечалась гибель всех сортов озимой пшеницы. В 2006 г. в области от низких температур (минимальная температура воздуха в январе опускалась до минус 40°С) погибло 67 тыс. га посевов, что составляет 20% посевных площадей, занятых этой культурой.

В связи с этим для реализации продуктивности сортам необходим комплекс адаптивных свойств к почвенно-климатическим условиям региона.

Современная селекция направлена, главным образом, на создание сортов интенсивного типа, способствующих нестабильности урожайности. В процессе селекции при максимальной оптимизации

условий выращивания автоматически усложняется проблема агроэкологической адаптации нового сорта.

В этом случае сама селекция на достижение потенциальных возможностей сорта требует соответствующих фонов для выявления и отбора нужных генотипов. Это было бы реально, если бы в процессе селекции адекватно росту генетически детерминированного потенциала урожайности новых сортов увеличивался и потенциал условий их выращивания в производстве. В современных условиях (производства и государственного сортоиспытания) потенциал продуктивности новых сортов не реализуется из-за снижения уровня агротехники.

В условиях Пензенской области максимальная урожайность зерна была получена в 1997 г. на Лунинском ГСУ. Она колебалась от 4,2 т/га у сорта Мироновская 808 до 5,4 т/га у сорта Оренбургская 105. Однако урожайность зерна за последние три года на сортоучастках области не столь значительна и составила по годам от 1,5 до 3,7 т/га. В производственных условиях продуктивность этих сортов реализуется на половину. В связи с этим, в местных условиях сорт озимой пшеницы должен обладать, прежде всего, высокой стабильностью урожайности зерна, повышенной зимостойкостью и широкой экологической пластичностью.

Методика проведения исследований. Опыты проводили на полях отдела селекции зерновых культур Пензенского НИИСХ в 2004–2006 гг. по чистому пару.

Объект исследований – районированные сорта озимой пшеницы: Безенчукская 380, Мироновская 808, Оренбургская 105, Поволжская 86 и сорта с комплексом положительных признаков и свойств, проходившие испытание на сортоучастках области: Золушка, Арфа, Волжская степная 3, Палпич, Таня.

Посев проводили в первой декаде сентября. Повторность опыта трёхкратная. Площадь учётной делянки 3 м^2, размещение делянок рендомизированное. Норма высева 5,5 млн. всхожих зёрен на 1 га.

Для урожайности зерна определяли параметры адаптивности и стабильности сортов по А.В. Кильчевскому [2]: продуктивность (U+Vi), общую адаптивную способность, ОАС (Vi), вариансу взаимодействия генотип×среда Q2(g×e)gi, вариансу специфической адаптационой способности Q2caci, коэффициент линейности lgi, относительную стабильность генотипа, Sgi, селекционную ценность генотипа СЦГi, коэффициент компенсации–дестабилизации Kgi, а также экологическую пластичность по коэффициенту регрессии генотипа на среду b_i [3].

Результаты и обсуждение. Для оценки адаптивности, стабильности и экологической пластичности использовали результаты

трёхлетнего государственного испытания, которое проводилось в трёх почвенно-климатических зонах по двум фонам: 1 зона – северо-западная (Каменский и Лунинский ГСУ), 2 зона – юго-западная (Бековский и Колышлейский ГСУ), 3 зона – восточная (Кузнецкий ГСУ). А также данные собственных исследований. При анализе адаптивных свойств учитывали связь между зимо-морозостойкостью и продуктивностью сортов озимой пшеницы (табл. 1). Следует отметить невысокую урожайность сортов озимой пшеницы на Каменском и Лунинском сортоучастках по чистому пару (пункты 1–2) и по занятому пару (пункты 5–6). Это объясняется гибелью сортов в 2005 г.

Таблица 1 – Урожайность сортов озимой пшеницы, ц/га (2003–2008 гг.)

Сорта	Пункты *										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Безенчукская 380	10,7	14,2	22,5	37,0	14,0	19,6	17,1	20,9	24,2	39,4	27,0
Мироновская 808	12,2	12,4	29,4	33,5	12,4	21,0	17,2	27,9	23,8	31,5	31,5
Оренбургская 105	10,2	12,9	26,6	41,2	11,2	22,8	18,7	29,2	25,4	38,5	29,3
Золушка	11,8	11,2	26,9	30,4	14,8	18,1	15,6	20,0	22,7	32,1	29,6
Поволжская 86	10,1	16,4	28,3	36,6	9,7	22,7	15,0	26,6	25,6	32,7	29,4
Палпич	4,0	6,6	9,8	24,3	4,9	15,4	13,2	22,5	4,2	27,0	24,6
Таня	6,0	5,8	16,5	16,3	9,2	23,9	15,7	14,5	37,1	20,6	29,5
Арфа	3,0	10,0	33,0	28,1	5,2	30,2	23,2	16,8	7,2	32,0	25,4
Волжская степная 3	9,3	10,9	24,3	37,3	4,2	29,6	24,5	28,9	8,0	39,6	32,1

**Примечание – 1–4: Каменский, Лунинский, Бековский, Колышлейский ГСУ по чистому пару; 5–9: Каменский, Лунинский, Бековский, Колышлейский, Кузнецкий, ГСУ по занятому пару; 10–11: опыты за 2004/2005 и 2005/2006 гг.*

Таблица 2 – Результаты дисперсионного анализа урожайности озимой пшеницы

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F	
				Ф	05
Общая	1906,4	65	–	–	–
Экологические точки и годы (А)	199,7	1	199,7	105,1	4,03
Генотипы (В)	1143,8	10	114,4	60,1	2,02
Взаимодействие (генотип х среда)	480,4	10	48,0	25,3	2,02
Остаток (ошибка)	82,5	44	1,9	–	–

Для установления наличия взаимодействия «генотип–среда» у всей совокупности исследуемых сортов проведён дисперсионный анализ (табл. 2). Данные дисперсионного анализа свидетельствуют о существенном влиянии генотипа, условий среды и их взаимодействия на урожайность озимой пшеницы. Анализ таблицы позволил сделать вывод, что больше всего влияет на урожай озимой пшени-

цы внешняя среда – экологические точки и годы; достоверно, но в меньшей степени – генотипическая изменчивость. На специфическое взаимодействие «генотип х среда» приходится 25,3% изменчивости.

Достоверность различий между генотипами в изменяющихся условиях позволила оценить параметры адаптивной способности и стабильности различных сортов озимой пшеницы.

Под адаптивной способностью понимается способность генотипа поддерживать свойственное ему фенотипическое выражение признака в определённых условиях среды. Общая адаптивная способность генотипа (ОАС) характеризует среднее значение признака в различных условиях среды, специфическая адаптивная способность (САС) – отклонение от ОАС в определённой среде [2].

Анализ показывает, что наибольшими эффектами общей адаптивной способности обладают сорта Оренбургская 105, Поволжская 86, Безенчукская 380 и Волжская степная 3 (табл. 3).

Таблица 3 – Параметры адаптивной способности и стабильности сортов озимой пшеницы

Сорт	$(U+V_i)$	ОАС (V_i)	$Q^2(g\times e)_{gi}$	Q^2cac_i	lg_i	Sg_i	СЦГ $_i$	K_{gi}	bi
Мироновская 808	22,4	1,5	5,5	65,8	0,08	36,2	13,8	0,93	0,91
Безенчукская 380	23,0	2,1	11,5	87,6	0,13	40,7	13,1	1,24	1,03
Оренбургская 105	24,2	3,3	10,9	107,1	0,10	42,8	13,3	1,51	1,18
Золушка	21,2	0,3	8,6	57,5	0,15	35,8	13,2	0,81	0,84
Поволжская 86	23,2	2,3	5,6	78,5	0,07	38,2	13,8	1,11	1,00
Палпич	14,2	-6,7	19,6	80,7	0,24	63,2	4,7	1,14	0,92
Таня	17,7	-3,2	73,7	92,5	0,80	54,4	7,5	1,30	0,66
Арфа	19,5	-1,4	45,4	129,6	0,35	58,4	7,4	1,83	1,09
Волжская степная 3	22,6	1,7	37,0	155,1	0,24	55,1	9,4	2,19	1,33

Из полученных данных видно, что способность среднепродуктивных сортов Таня и Арфа вступать во взаимодействие с меняющимися условиями среды значительно выше, чем у сортов более продуктивных ($Q^2(g\times e)_{gi}$= 73,7 и 45,4 соответственно).

Варианса специфической адаптационной способности – один из показателей меры стабильности, показывает, что нестабильно формирующими урожайность являются сорта Волжская степная 3, Арфа, Оренбургская 105 и Таня (Q^2caci= 92,5–155,1).

Связь между показателями продуктивности $(U+V_i)$ и стабильности (Q^2cac_i) отсутствует (r=0,11), что делает возможным одновременным отбор по этим двум направлениям. При скрининге на го-

меоадаптивность целесообразно использовать оценки ОАС и Q^2cac_i – варианс специфической адаптационной способности [4].

Коэффициент компенсации (Kgi), характеризующий показатель стабильности с одной стороны (при отборе генотипов со стабильной урожайностью предпочтительней сорта с Kgi < 1), с другой – он является показателем реакции генотипа на изменение среды и показывает способность генотипа формировать высокое значение признака (>1) в благоприятных условиях среды. Kgi варьировал от 0,81 у сорта Золушка до 2,19 у сорта Волжская степная 3. У большинства сортов он был выше единицы, что свидетельствует о преобладании эффектов дестабилизации. Относительная стабильность генотипа (Sgi) варьировала от 35,8 до 63,2%.

Если коэффициент линейности lgi > 1, генотип реагирует на большинство сред нелинейно, при lgi < 0 преобладает линейная реакция генотипа. В наших исследованиях у большинства сортов ответы на среду носят линейный характер (lgi =0,08–0,80).

Судя по величине коэффициента регрессии (bi), высокой отзывчивостью на изменение условий (bi >1) обладают сорта Волжская степная 3, Оренбургская 105, Арфа, и Безенчукская 380. Эти сорта требовательны к высокому уровню агротехники, так как только в этом случае они дадут наибольшую прибавку урожайности.

Среднее значение коэффициента регрессии (bi = 1) отмечено у сорта Поволжская 86. Сорта Мироновская 808, Золушка, Палпич и Таня реагируют слабее на изменение условий среды (bi < 1). Такие сорта лучше использовать на экстенсивном фоне, где они дадут максимум прибавки при минимуме затрат.

Сорт Таня наименее отзывчив на улучшение условий выращивания: с повышением уровня урожайности на 1 ц/га, он увеличивает свой на 0,66 ц/га. Наиболее отзывчивым сортом является Волжская степная 3 – при повышении уровня урожайности на 1 ц/га, он увеличивает свой на 1,33 ц/га.

Согласно показателю селекционной ценности генотипа, наилучшим сочетанием адаптивности и стабильности отличаются сорта Поволжская 86, Мироновская 808, Оренбургская 105 и Золушка. Сорта Безенчукская 380 и Волжская степная 3 выделяются средними показателями селекционной ценности.

Установлено, что сорта Безенчукская 380, и Оренбургская 105, занимающие 49,3% посевных площадей озимой пшеницы в производстве Пензенской области, обладают хорошей адаптивной способностью и селекционной ценностью. Таким образом, полученные результаты можно использовать для подбора родительских пар в гибридизации. Насколько данное утверждение верно, можно судить по урожайности сортообразцов конкурсного испытания: Лютесценс 1/00-1 и Лютесценс 1/00-7, которые получены от скрещивания сор-

тов озимой пшеницы Оренбургская 105/Безенчукская 380. В среднем за два года при урожайности 2,86–3,20 т/га они превысили лучший родительский сорт Безенчукская 380 на 0,19–0,53 т/га (табл. 4).

Таблица 4 – Урожайность и хозяйственно-ценные признаки перспективных линий конкурсного испытания

Сорта, линии	Урожайность, ц/га				Устойчивость, балл		Высота растений, см	Зимостойкость, %
	2007	2008	средняя	± St	снежная плесень	полегание		
Безенчукская380, St	24,4	29,1	26,7	–	7	9-3	88–131	60
Лют. 1/00-1	32,1	32,0	32,0	+5,3	7	9-5	72–126	76
Лют. 1/00-7	30,5	26,7	28,6	+1,9	7	9-3	85–127	75
Оренбургская 105	31,1	28,2	29,6	+2,9	5	9-3	80	58
$НСР_{0,95}$	1,2							

Более высокая продуктивность у отмеченных линий обеспечивается хорошей зимостойкостью (75–76%), устойчивостью к поражению снежной плесенью и дополнительным весенним кущением. Следует также отметить устойчивость линий к высоким температурам воздуха (в критический период развития растений «выход в трубку–колошение», высокая среднесуточная температура воздуха +20,9°С и полное отсутствие осадков в течение 22 дней). Урожайность в засушливом 2007 г. составила от 30,5 до 32,1 ц/га, что выше стандарта Безенчукская 380, который является одним из адаптивных сортов озимой пшеницы в Средневолжском регионе, на 6,1–7,7 ц/га.

В течение двух лет КСИ линия Лютесценс 1/00-1 стабильно формировала качество зерна, отвечающее, по классификации Госкомиссии по сортоиспытанию и охране селекционных достижений, требованиям к хорошему улучшителю. Созревает на 4–5 дней раньше стандарта. Линия устойчива к мучнистой росе (9 баллов) и умеренно восприимчива к бурой ржавчине.

По данным проведённых исследований, выделены адаптивные по урожаю зерна сорта Мироновская 808, Безенчукская 380, Поволжская 86 и Оренбургская 105. При этом сорта Мироновская 808 и Поволжская 86 сочетают адаптивность со стабильностью формирования урожая. Линия Лютесценс 1/00-1, полученная от скрещивания двух адаптивных сортов, сочетает высокую продуктивность с наиболее значимыми признаками адаптивности: зимостойкостью, засухоустойчивостью, устойчивостью к полеганию, полевой устойчивостью к основным патогенам.

Литература

1. Жученко, А.А. Адаптивная система селекции растений (Экологические основы): Монография в двух томах. Т. 2 / А.А. Жученко. – М.: Издательство РУДН, 2001. – 708 с.

2. Кильчевский, А.В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующая способность среды/ А.И. Кильчевский, Л.В. Хотылева // Генетика. – 1985. – Т.21, № 9. – С. 1481–1497.

3. Eberhart, S.A. Stability parameters for comparing varieties/ S.A. Eberhart, W.A. Russell // Crop. Sci. – 1966. – vol.6, № 1. – P. 36–40.

4. Сюков, В.В. Методические аспекты экологической селекции яровой мягкой пшеницы / В.В. Сюков, М.И. Потушанская, В.Г. Захаров и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2002. – № 10. – С. 29–32.

———

УДК 633.16 «321»:631.524.8(470.43)

ПРОДУКЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В СВЯЗИ С СЕЛЕКЦИЕЙ АДАПТИВНЫХ СОРТОВ СТЕПНОГО ЭКОТИПА

С.Н. Шевченко[1], Д.О. Долженко[2]

В результате изучения продукционного процесса у сортов ячменя разных экологических групп обоснованы ориентиры для селекции ярового ячменя в засушливых условиях степной зоны Среднего Поволжья

Анализ динамики накопления биомассы растений и перераспределения пластических веществ в процессе роста и развития позволяет получить информацию о фотосинтетической деятельности растений, донорно-акцепторных отношениях между органами, потенциальной продуктивности колоса и степени её реализации [1]. Такая информация может оказаться чрезвычайно ценной для селекции, позволяя уточнить модель оптимального сорта для конкретных условий возделывания сорта, найти новые критерии отбора ценных генотипов в селекционных питомниках.

У зерновых колосовых культур для изучения продукционного процесса часто оказывается достаточным получить данные о биомассе органов растений в две фазы – цветения и восковой спелости зерна [2, 3].

В 1999–2001 гг. в Самарском НИИСХ им Н.М. Тулайкова про-

[1] Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
[2] Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

водили определение абсолютно сухого вещества в органах растений для выявления различий в формировании общего и хозяйственного урожая сортов, относящихся к различным экологическим группам – западно-европейского интенсивного типа (Московский 2, Биос 1, Эльф, Раушан, Рахат, Гонар), украинского степного (Одесский 100, Харьковский 99, Донецкий 8, Прерия, Нутанс 778), поволжского степного (Волгарь, Скиф, Поволжский 65, Вымпел, Нутанс 553, Нутанс 187) и североказахстанского степного экотипов (Карабалыкский 1 и Медикум 85).

Сорта высевались по типу конкурсного сортоиспытания сеялкой СН-16, площадь делянки 20 м^2, повторность четырёхкратная. Предшественник – чистый пар. Накопление биомассы растений определяли по фазам развития: кущение, выход в трубку, окончание роста стебля (ОРС) и восковая спелость. Фаза окончания роста стебля была выбрана вместо фазы цветения [4].

Динамика накопления биомассы надземных органов. В таблице 1 приведены средние значения абсолютно сухой массы главного побега и растения у сортов, сгруппированных по агроэкотипам.

Таблица 1 – Нарастание сухой надземной биомассы растения по фазам развития ячменя, 1999–2001 гг.

Год	Группа (агроэкотип)	Абсолютно сухая масса								Количество растений/м^2	Выживаемость к уборке, %
		мг/раст.				г/м^2					
		кущение	выход в трубку	ОРС	воск. спелость	кущение	выход в трубку	ОРС	воск. спелость		
1999	Волжская	131	609	1065	1609	49	208	458	660	213	85
	Западноевропейская	136	910	1434	1655	49	298	494	534	209	91
	Североказахстанская	160	824	1240	1720	49	204	436	507	161	79
	Украинская	138	681	1082	1655	55	260	509	614	223	98
2000	Волжская	191	600	1076	1253	74	231	436	537	229	79
	Западноевропейская	201	691	1242	1504	73	273	519	572	245	82
	Североказахстанская	186	755	1221	1457	61	259	431	556	217	82
	Украинская	209	614	1069	1392	88	259	473	591	246	86
2001	Волжская	160	571	864	1088	40	191	345	402	154	60
	Западноевропейская	145	726	1071	1257	38	216	331	426	156	63
	Североказахстанская	157	657	986	1387	47	260	400	602	193	76
	Украинская	154	585	862	1197	39	193	325	430	156	63

Резких различий между группами сортов по массе растений в фазе кущения не наблюдалось. Однако в дальнейшем различия увеличивались.

В 1999 г. в фазе выхода в трубку наибольшей биомассой растений характеризовалась группа сортов западноевропейского типа, чему способствовали благоприятные условия начального периода вегетации. Сравнительно невысокой массой отличались сорта Поволжья; украинские и североказахстанские сорта степного экотипа заняли промежуточное положение.

После наступления фазы кущения ужесточился гидротермический режим. Уже к моменту ОРС одними из лучших по массе растения были североказахстанские сорта, однако из-за пониженной выживаемости они имели самый низкий показатель сухой массы ценоза. У волжских сортов к моменту ОРС масса сухого вещества оставалась низкой.

В фазе восковой спелости наибольшей массой отдельных растений характеризовались североказахстанские сорта. Сорта волжской степной группы, имели самые низкие показатели. Биомасса растения сортов западноевропейского типа и украинской степной группы заняла промежуточное положение. На уровне ценоза группы распределились таким же образом, лишь сорта северного Казахстана переместились с первого места на последнее, а сорта Поволжья – наоборот.

В 2000 г. не отмечалось существенных различий по биомассе в фазу выхода в трубку, но следует отметить, что несколько меньшими показателями снова отличилась волжская степная группа. Условия периода «кущение–колошение» были особенно благоприятными для роста и развития интенсивных сортов западноевропейского типа, поэтому на момент ОРС они сформировали самую мощную биомассу. Остальные группы сортов различались не столь сильно. Резкое наступление острой засухи во время налива зерна привело к тому, что сорта западно-европейского типа после ОРС замедлили темпы накопления биомассы, в то время как все группы степных сортов их почти не снизили. В целом по биомассе в фазе восковой спелости группы сортов не сильно различались.

Условия 2001 г. были сходными с 2000 г.: острая засуха в период налива зерна после относительно благоприятного периода до колошения, однако при повышенных температурах в межфазные периоды «всходы–кущение» и «кущение–колошение». Масса растения в группах ячменя не сильно различалась вплоть до наступления ОРС. Однако североказахстанские сорта имели более высокую выживаемость растений в этом году, поэтому ценотические показатели были выше, чем у других групп на 16–23%. В фазе восковой спелости украинские и поволжские сорта, сорта западно-

европейского типа по сухой биомассе не различались. Однако сорта Северного Казахстана, несмотря на острую засуху, увеличили темпы прироста, в результате чего их продуктивность в этот год оказалась наибольшей.

Таким образом, сорта западно-европейского экотипа в засушливых условиях степной зоны Среднего Поволжья обладают высоким потенциалом продуктивности (имеют высокие показатели надземной биомассы как растения, так и ценоза в фазе выхода в трубку, а при условии достаточного увлажнения – и в фазе колошения. Однако при дальнейшем ужесточении гидротермического режима они не удерживают своих позиций и уступают сортам степного экотипа. Из интенсивных сортов западно-европейского типа сорта Гонар и Раушан накапливают стабильно мало сухого вещества к полному окончанию вегетации, Биос 1 отличается высокими показателями общей продуктивности.

Высокой продуктивностью надземной биомассы отличаются сорта Северного Казахстана. Они во все годы изучения имели самые высокие показатели растения, но из-за колебаний в выживаемости к уборке нестабильно формировали высокий урожай биомассы с единицы площади.

Сорта волжской и украинской групп слабо различались друг от друга в годы с острой засухой в период налива зерна по общей продуктивности растения. В год с устойчивой засухой в течение вегетации украинские сорта имели преимущество до момента ОРС, а затем уступили волжским сортам.

Тем не менее, выявлена дифференциация в накоплении биомассы внутри волжской и украинской степной групп. Так, стабильно высокой массой растения в фазу восковой спелости характеризовались: Волгарь, Нутанс 553 и Одесский 100, а стабильно низкой – Поволжский 65. По биомассе с единицы площади выделились сорта Вымпел, Волгарь, Донецкий 8, Одесский 100 и Нутанс 778; сорта Нутанс 187, Харьковский 99 и Прерия имели наименьшую биомассу.

Зерновая продуктивность растения и ценоза ячменя. По наливу зерна главного побега во все годы исследований выделилась группа казахстанских сортов (586–802 мг/раст.), а в 1999 г. с устойчивой засухой – также украинские степные сорта (810 мг/раст.). Меньшая масса зерна была получена с главных побегов волжских степных сортов (429–762 мг/раст.), а в 1999 г. – также с сортов западно-европейского экотипа (777 мг/раст.).

На ценотическом уровне картина несколько меняется. Преимущество по урожаю зерна с главных побегов северо-казахстанские сорта сохраняют только в 2001 г. (113 г/м^2), а в 1999 г. из-за низкой выживаемости растений к уборке урожай зерна с главных побегов оказался наиболее низким – 129 г/м^2. Западно-

европейские сорта в благоприятный 2000 г. сформировали наибольший урожай зерна с главных колосьев (180 г/м^2).

Вклад боковых побегов в урожай зерна варьировал от 27 до 57%. Увеличение этого показателя свидетельствует о большей выравненности стеблестоя ячменя (рис. 1).

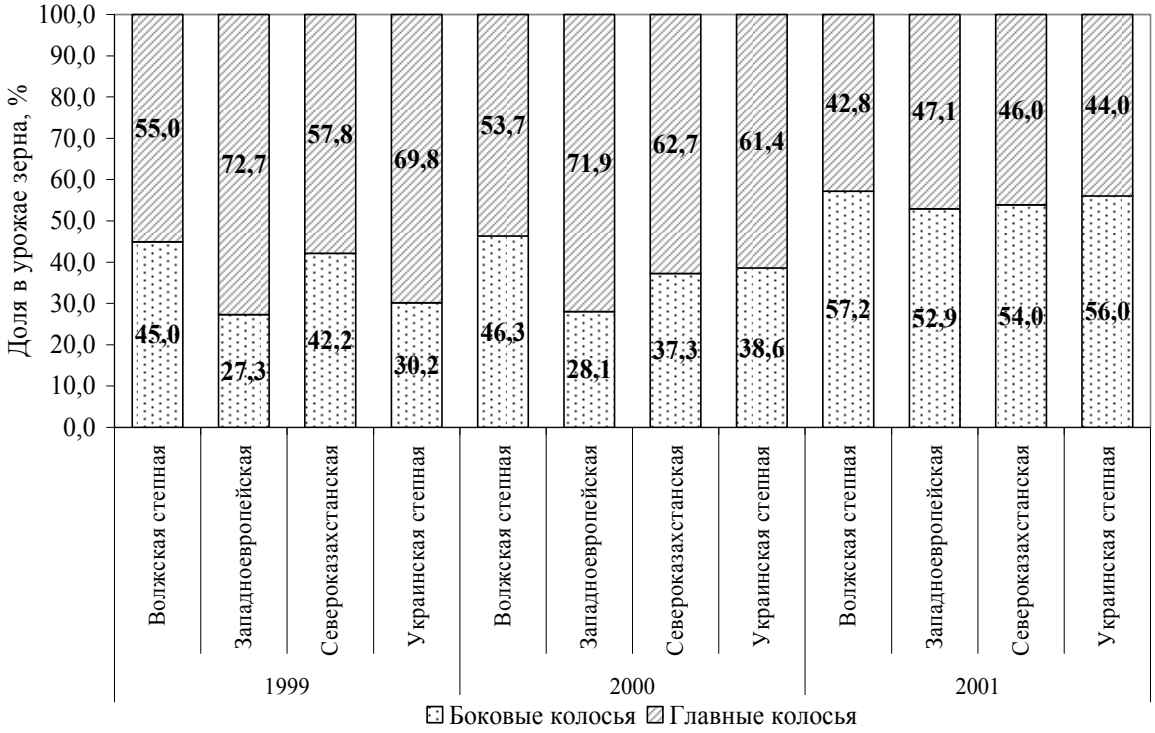


Рис. 1. Доля главных и боковых колосьев в общем урожае зерна ячменя разных экологических групп

Доля боковых побегов в урожае зерна была наивысшей во все годы исследований у сортов волжской степной группы, несмотря на то, что у них продуктивная кустистость не была самой высокой (за исключением 2001 г.), а в 2000 г. даже оказалось наиболее низкой. Из сортов Поволжья по этому показателю выделились сорта Волгарь, Вымпел, Нутанс 187 и Нутанс 553.

Наименьшее влияние на формирование урожая зерна имели боковые побеги у западно-европейских сортов. Промежуточное положение занимали казахстанские и украинские сорта, из которых наиболее весомым вкладом боковых побегов в урожай зерна отличался Донецкий 8.

Сорта Северного Казахстана, имевшие лучшие значения массы зерна с главного побега, благодаря высокой эффективности кущения сохранили лидерство по урожаю зерна и с растения в целом во все годы исследований (рис. 2). Однако в 1999 г. из-за плохой выживаемости растений к уборке они уступили остальным сортам по урожаю с единицы площади. В 2000 и 2001 гг. североказахстанские сорта имели наивысшую урожайность.

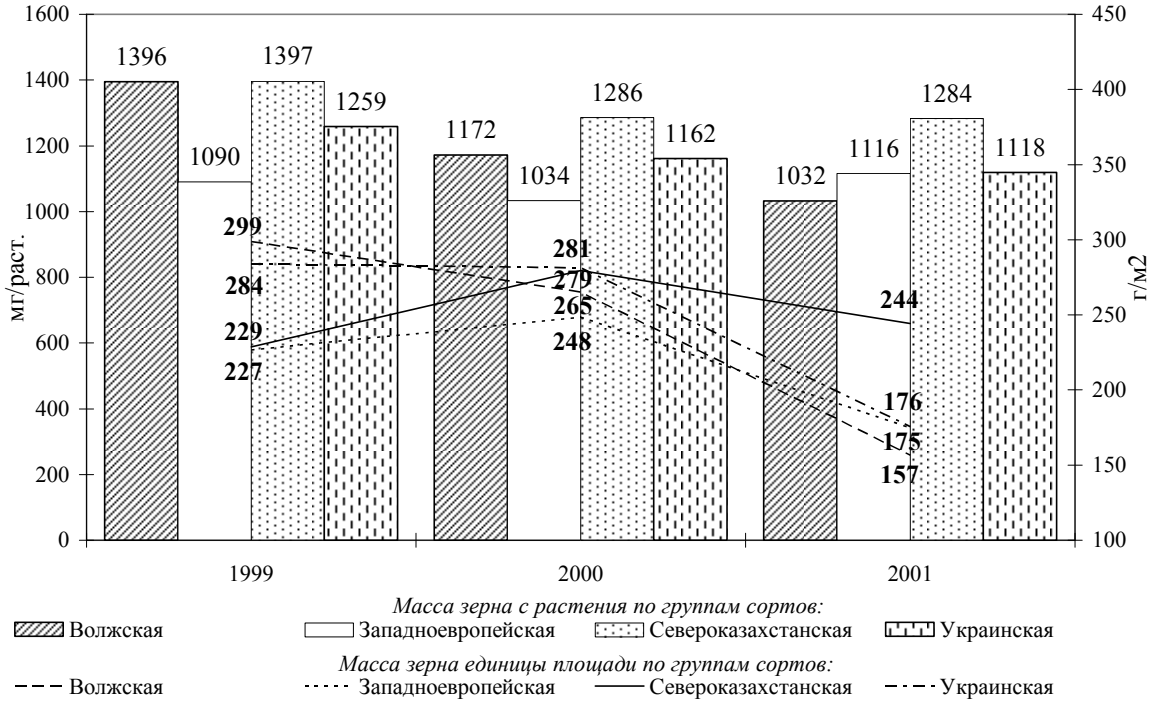


Рис. 2. Зерновая продуктивность растений ячменя, 1999–2001 гг.

У сортов волжской степной группы общая зерновая продуктивность растения оказалась самой нестабильной по годам – от максимальной в 1999 г. до минимальной в 2001 г. Здесь важную роль играет неустойчивость большинства поволжских сортов к полеганию, приводящая к недоналиву зерна. Средний балл устойчивости к полеганию в группе – 5,5 (в группе украинских сортов – 6,5; западно-европейских – 8,3). В год с наиболее сильным полеганием (2000) доказана связь урожайности сортов волжской степной группы с их устойчивостью к полеганию (r=0,90).

Сорта Вымпел и Поволжский 65 снижали урожай в годы с острой засухой на 38–77% по сравнению с относительно благоприятным 1999 г. (1585 и 1248 мг/раст. соответственно, или 954 и 523 г/м^2). Стабильно высокая зерновая продуктивность растения была у сортов Волгарь (1221–1459 мг/раст.) и Нутанс 553 (1255–1680 мг/раст.). Сорта волжского степного экотипа имели самую меньшую продуктивность главного колоса (429–762 мг/раст.), но выравненность стеблестоя значительно повысила урожай зерна с растения, особенно в 1999 г. (на одном уровне с казахстанскими сортами).

Средние показатели массы зерна с главного колоса у сортов западно-европейского экотипа, в сочетании со сравнительно невысоким вкладом побегов кущения, привели к формированию самого низкого урожая с растения. Следует отметить очень высокую стабильность этого показателя в годы исследований, причём близкие значения массы зерна с растения обеспечиваются в разные годы различными путями: в 1999 и 2000 гг. в основном за счёт главного

колоса, в 2001 г. – за счёт увеличения доли боковых побегов в урожае, т.е. более выровненного стеблестоя. На уровне ценоза западно-европейские сорта также имеют наиболее низкую продуктивность. Из общего ряда выделяется сорт Биос 1, имевший наибольшую продуктивность в своей группе – 1066–1556 мг/раст., или 184–327 г/м^2. Особенно низкой адаптивностью, если судить по урожаю зерна с растения, отличался сорт Раушан во все годы исследований (833–901 мг/раст., или 129–288 г/м^2). Сорт Рахат, имевший высокую продуктивность зерна как с растения (1319 мг/раст.), так и с единицы площади (333 г/м^2) в 1999 г., в годы с острой засухой в период налива резко снижал урожайность (1000 и 1052 мг/раст., или 237 и 178 г/м^2).

В украинской степной группе, в целом имевшей высокие и стабильные показатели зерновой продуктивности как растения, так и ценоза, выделился сорт Донецкий 8. Продуктивность растений этого сорта составила 1031…1940 мг, урожай с единицы площади – 221–451 г/м^2 (на 51–286 г/м^2 больше стандарта Прерия). Сходные результаты у сортов Одесский 100 и Нутанс 778. Стабильно низкий урожай зерна с единицы площади формировал сорт-стандарт Прерия (119–164 г/м^2).

Таким образом, наибольшую адаптивность к засушливым условиям степной зоны Среднего Поволжья проявляют, как и следовало ожидать, сорта степных экологических групп, в особенности североказахстанской и украинской, а из поволжской группы – сорта Волгарь и Нутанс 553. Сорта западно-европейского интенсивного типа можно считать наименее адаптивными, что выражается как в сравнительно низкой продуктивности, так и в меньшей выравненности продуктивного стеблестоя.

***Реализация продуктивности колоса*.** В таблице 2 приведены данные по содержанию абсолютно сухого вещества в вегетативных органах и колосе. Одним из критериев потенциальной продуктивности колосовых является стартовая масса колоса, т.е. масса в фазе цветения или ОРС [2, 5].

Наибольшей биомассой растения к моменту ОРС характеризовались в годы исследований сорта западно-европейской группы, что обеспечивалось в основном высокими значениями стартовой массы колоса. Это свидетельствует о потенциальной продуктивности колоса сортов данной группы по сравнению с остальными сортами. Напротив, потенциал продуктивности колоса у сортов волжской степной группы наименьший, но менее варьирующий по годам.

Соответственно и доля колоса в общей биомассе главного побега в момент ОРС (рис. 3) также наибольшая у западно-европейских сортов. В условиях, наиболее благоприятных для роста ячменя, в период «кущение–колошение», (2000 г., ГТК=1,31), до-

ля колоса в общей биомассе растения была более высокой у всех групп, чем в менее благоприятных условиях 1999 и 2001 гг. (ГТК соответственно 0,75 и 1,00).

Таблица 2 – Сухая масса главного побега ячменя на момент окончания роста стебля, 1999–2001 гг.

Год	Группа сортов	Масса органов, мг					Отношение	
		листья	стебель	вегетативные органы	колос	весь побег	колос/листья	колос/вегетативные органы
1999	Волжская	211	603	814	251	1065	1,22	0,31
	Западноевропейская	220	718	937	496	1434	2,37	0,54
	Североказахстанская	217	638	855	386	1240	1,79	0,45
	Украинская	236	515	751	331	1082	1,45	0,44
2000	Волжская	158	492	650	426	1076	2,82	0,67
	Западноевропейская	212	485	697	545	1242	2,69	0,80
	Североказахстанская	227	546	772	449	1221	2,06	0,59
	Украинская	146	483	629	440	1069	3,12	0,71
2001	Волжская	154	488	642	223	864	1,46	0,35
	Западноевропейская	229	545	774	297	1071	1,35	0,38
	Североказахстанская	171	562	732	254	986	1,49	0,35
	Украинская	154	480	634	227	862	1,47	0,36

Рассматривая отношение массы колоса к массе листьев, можно отметить дифференциацию между группами сортов в их реакции на условия вегетации. В наименее благоприятный по условиям периода «кущение–колошение» 1999 г. резко увеличилось отношение колос/листья в группе западно-европейских сортов, т.е. ассимиляционный аппарат этих сортов не вполне способен обеспечивать реализацию свойственного им высокого потенциала продуктивности колоса. Не вполне благоприятное отношение колос/листья имели в условиях 1999 г. и северо-казахстанские сорта. Лучшие предпосылки для реализации своего потенциала имели сорта волжской степной группы, промежуточное положение занимают сорта украинской группы.

В 2000–2001 гг. увлажнение в период «кущение–колошение» было достаточным и подобного ранжирования групп сортов не отмечалось. В 2000 г. условия позволили к началу колошения накопить большую биомассу вегетативных органов сортам Северного Казахстана, что понизило отношение колос/листья по сравнению с

другими группами. Волжские и украинские степные сорта, а также сорта западно-европейского типа различались по отношению колос/листья слабо. В 2001 г. изменчивость массы вегетативных органов и колоса на момент ОРС была незначительной, слабо варьировали и показатели.

Следует отметить стабильно повышенный индекс отношения массы колоса к массе вегетативных органов у западно-европейских сортов, причём в наиболее увлажнённый 2000 г. он был самым высоким. Это лишний раз свидетельствует об их принадлежности к сортам интенсивного типа, которые могут наиболее полно реализовывать свой потенциал лишь в максимально благоприятных условиях.

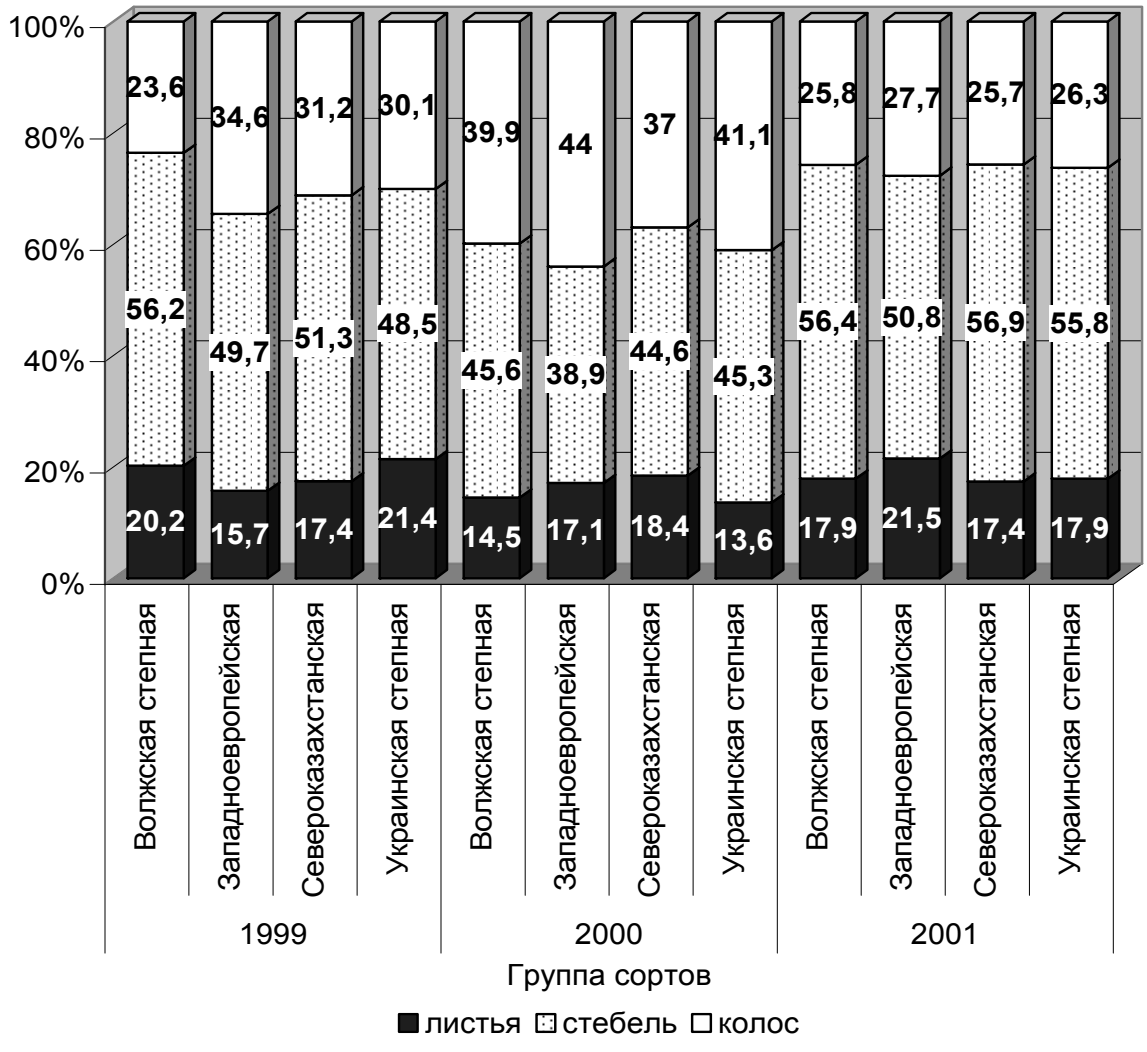


Рис. 3. Доля отдельных органов в общей наземной биомассе главных побегов ярового ячменя,%

В фазе восковой спелости (табл. 3) наибольшей массой главного побега во все годы отличались североказахстанские сорта, в благоприятном 2000 г. и сорта западноевропейской группы.

По приросту биомассы главного побега в целом можно судить о валовом чистом фотосинтезе растений за весь период налива зерна (рис. 4). Ежегодно высоким приростом отличались сорта украинской степной экологической группы. Лишь в 2001 г. с наиболее острой засухой в период налива зерна (ГТК=0,10) их превзошли сорта северного Казахстана.

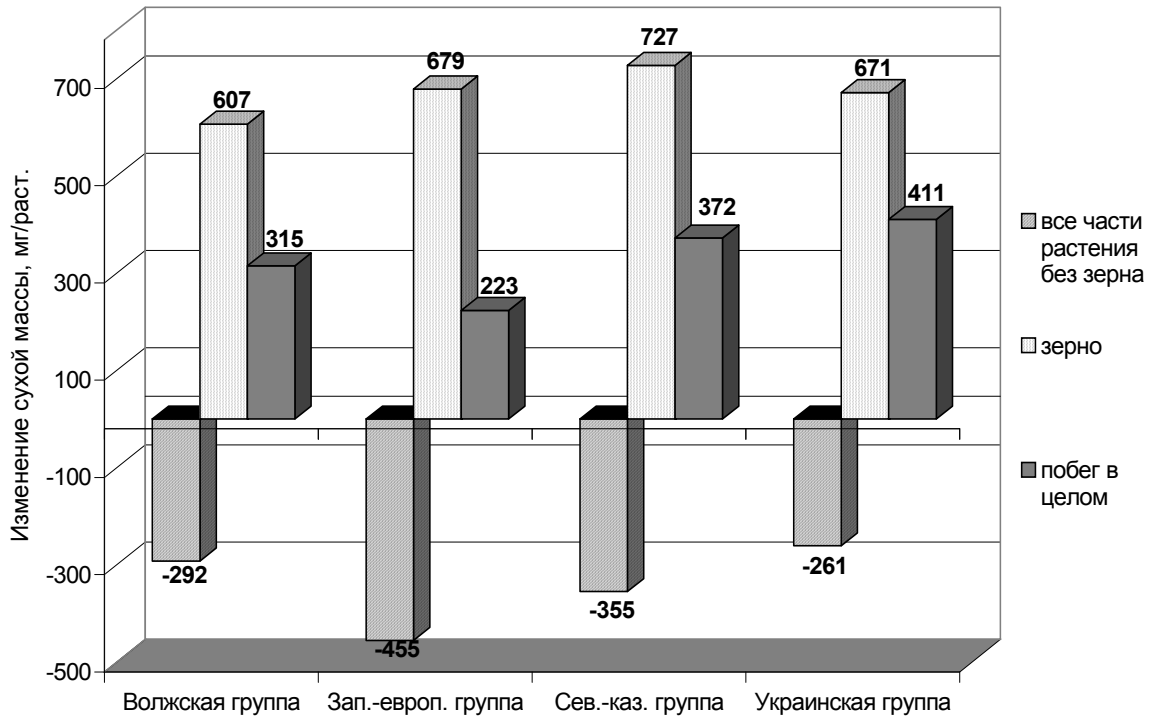
По наливу зерна главного побега во все годы исследований выделилась группа казахстанских сортов, а в 1999 г. с устойчивой засухой – также украинские степные сорта. Меньшая масса зерна была получена с главных побегов волжских степных сортов, а в 1999 г. – также с сортов западно-европейского экотипа.

На ценотическом уровне картина несколько меняется. Преимущество по урожаю зерна с главных побегов северо-казахстанские сорта сохраняют только в 2001 г. (113 г/м^2), а в 1999 г. из-за низкой выживаемости растений к уборке урожай зерна с главных побегов оказался наиболее низким – 129 г/м^2. Западно-европейские сорта в благоприятный 2000 г. сформировали наибольший урожай зерна главного колоса (180 г/м^2).

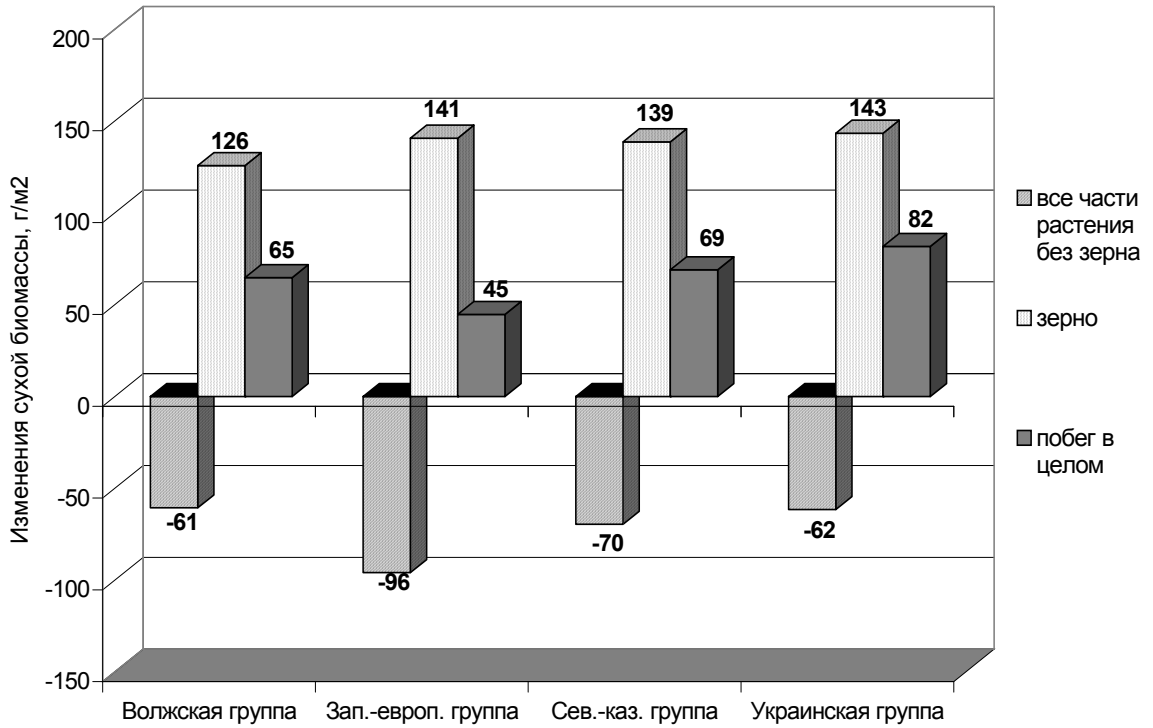
Из рисунка 4 видно, что от момента ОРС до фазы восковой спелости биомасса вегетативных органов в той или иной степени убывала у сортов всех групп. Это явление происходит из-за реутилизации части накопленных ассимилятов, т.е. вторичного использования пластических веществ из стебля, листьев и мякины на рост зерновок в колосе [6, 7].

Однако значительная часть потребностей растущих зерновок в ассимилятах удовлетворяется за счёт фотосинтеза во всех частях растения после ОРС. Доля реутилизации в наливе зерна определяется отношением разности массы зерна и массы прироста побега после ОРС к массе зерна (табл. 4).

Мобилизация вторичных источников ассимилятов во все годы оказалась значительной у сортов западно-европейской группы. Большая часть массы зерна (65–76%) формировалась именно за счёт реутилизации пластических веществ из вегетативной массы. Таким образом, в засушливых условиях в период налива зерна интенсивные сорта с высокой стартовой массой колоса не в состоянии реализовать свой потенциал за счёт одного только фотосинтеза. Напротив, сорта украинской, волжской и северо-казахстанской степных групп в 1999 и 2001 гг. более половины массы зерна формировали за счёт фотосинтеза. Однако в 2000 г. доля реутилизации и у этих сортов составила более 50%, что вызвано наступлением острой засухи в период налива зерна после благоприятных условий периода «кущение–колошение». Из групп степных сортов наибольшей эффективностью фотосинтеза главного побега характеризуются украинские сорта, наименьшей – поволжские сорта.



А. Масса главного побега одного растения



Б. Масса главных побегов с единицы площади

Рис.4. Динамика сухой массы главного побега ячменя за период от окончания роста стебля до восковой спелости (в среднем за 1999–2001 гг.)

Таблица 3 – Сухая масса главного побега ячменя в фазе восковой спелости, 1999–2001 гг.

Год	Группа сортов	Сухая масса органов побега, мг						Сухая масса побега, мг
		вегетативные органы			колос			
		листья	стебель	всего	зерно	мякина	всего	
1999	Волжская	133	522	655	762	192	954	1609
	Западноевропейская	143	522	665	777	213	990	1655
	Североказахстанская	197	558	755	794	172	965	1720
	Украинская	126	525	651	810	194	1004	1655
2000	Волжская	110	357	467	629	157	786	1253
	Западноевропейская	158	404	562	736	207	943	1504
	Североказахстанская	121	408	528	802	127	929	1457
	Украинская	122	388	510	716	167	883	1392
2001	Волжская	111	384	496	429	163	592	1088
	Западноевропейская	146	386	532	523	202	725	1257
	Североказахстанская	138	483	621	586	181	767	1387
	Украинская	118	378	495	488	213	702	1197

Таблица 4 – Показатели реализации продуктивности колоса главного побега ярового ячменя

Год	Группа сортов	Доля реутилизации, %	Коэффициент реализации колоса	$К_{хоз}$ побега	$К_{хоз}$ колоса
1999	Волжская	30,0	3,87	0,47	0,80
	Западноевропейская	75,5	2,13	0,47	0,78
	Североказахстанская	39,1	2,50	0,46	0,82
	Украинская	28,5	3,23	0,49	0,80
2000	Волжская	73,2	1,85	0,50	0,80
	Западноевропейская	65,1	1,74	0,49	0,78
	Североказахстанская	70,8	2,07	0,55	0,86
	Украинская	57,1	2,08	0,51	0,81
2001	Волжская	48,5	2,74	0,40	0,73
	Западноевропейская	64,6	2,45	0,41	0,72
	Североказахстанская	31,6	3,04	0,42	0,76
	Украинская	30,8	3,11	0,41	0,70

Коэффициент реализации колоса, рассчитываемый как отношение масс колоса в фазе восковой спелости к массе колоса в момент ОРС, у всех сортов был наиболее низким в 2000 г. в связи с внезапным наступлением острой засухи (в среднем 1,9; в 1999 и 2001 гг. – 3,0 и 2,8 соответственно). Во все годы исследований коэффициент реализации колоса был наименьшим у сортов западно-

европейского типа (1,7–2,5). Остальные группы не так резко различались между собой. Наибольшие различия по коэффициенту реализации колоса между сортами отмечены в 1999 г., когда имела место умеренная, но устойчивая засуха в течение почти всей вегетации.

Коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза главного побега варьировал в годы исследований (особенно в 2001 г.) слабо, поэтому выявить определённые закономерности не удалось. То же относится к $К_{хоз}$ колоса. Тем не менее, можно выделить отдельные сорта, стабильно имеющие высокие показатели $К_{хоз}$. побега и колоса одновременно. По этому показателю выделился сорт Донецкий 8 (в среднем 0,50 и 0,84 соответственно). Среди сортов западно-европейского экотипа стабильно высоким $К_{хоз}$ побега отличался Биос 1 (в среднем 0,48). Этот показатель, по мнению R.K.M. Hay [8], является одним из главных селекционных ориентиров для засушливых регионов.

Итак, следует отметить, что наиболее высоким потенциалом продуктивности обладают интенсивные сорта западно-европейского типа, однако реализовать его в засушливых условиях они не в состоянии, о чём свидетельствуют низкий коэффициент реализации колоса, высокий уровень реутилизации ассимилятов из вегетативных органов в зерно и, наконец, сравнительно низкий уровень реальной продуктивности.

Сорта степного экотипа, особенно украинской и поволжской групп, уступая по потенциальной продуктивности западно-европейской группе, имеют преимущества по реализации своего потенциала. Это связано с большей выравненностью стеблестоя, большей эффективностью фотосинтеза во вторую половину вегетации.

Исходя из изложенного, можно определить следующие ориентиры для селекции ярового ячменя в засушливых условиях степной зоны Среднего Поволжья:

- следует ориентироваться не на увеличение потенциальной продуктивности колоса, а на повышение эффективности кущения с целью создания плотного выровненного стеблестоя. Доля боковых побегов в урожае зерна должна составлять не менее 40–60%;
- в создаваемых сортах необходимо добиваться оптимизации соотношения метаболитов, поступающих в колос в процессе реутилизации и метаболитов, созданных за счёт фотосинтеза в период формирования и налива зерна. Оптимальным можно считать накопление 60–80% массы зерна за счёт фотосинтеза во вторую половину вегетации;

- необходимо создавать сорта с эффективным использованием надземной биомассы для создания урожая зерна. Показатель $К_{хоз}$ растения ячменя должен быть не ниже 40–50%;
- в качестве исходного материала в селекции адаптивных сортов ячменя использовать сорта степного экотипа Поволжья и Украины: Волгарь, Нутанс 553, Донецкий 8, Одесский 100. Интенсивные сорта западно-европейского типа можно использовать лишь как источники отдельных ценных признаков и свойств (устойчивость к головнёвым и листовым болезням, полеганию и др.) и только в комбинациях с сортами степного экотипа.

Литература

1. Ничипорович, А.А. Теория фотосинтетической продуктивности растений / А.А. Ничипорович // Физиология растений. Т.3. Теоретические основы повышения продуктивности растений. – М.,1977. – С. 11–54.

2. Кумаков, В.А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы / В.А. Кумаков. – М.: Колос, 1985. – 270 с.

3. Головко, Т.К. Продукционный процесс ячменя в условиях Севера / Т.К. Головко, Г.Н. Табаленкова, С.В. Куренкова // Современные аспекты селекции, семеноводства, технологии, переработки ячменя и овса: Материалы Междунар.науч.-практ.конф., 6–8 июля 2004 г. / НИИСХ Северо-Востока. – Киров, 2004. – С.153–155.

4. Некоторые приёмы и методы физиологического изучения сортов зерновых культур в полевых условиях / Васильчук Н.С., Евдокимова О.А., Захарченко Н.А. и др. – Саратов, 2000. – 55 с.

5. Коновалов Ю.Б. Формирование продуктивности колоса яровой пшеницы и ячменя. М., 1981. 173 с.

6. Gifford, R.M. Crop productivity and photoassimilate partitioning / Gifford R.M., Thorne J.H., Itz W.D., Giaquinta R.T. // Science. – V.225. – 1984. – P. 801–808.

7. Кумаков, В.А. Продукционный процесс в посевах пшеницы / В.А. Кумаков, Б.В. Березин, О.А. Евдокимова и др. – Саратов, 1994. – 203 с.

8. Hay, R.K.M. Harvest index: A review of its use in plant breeding and physiology / Hay R.K.M. // Annals of Applied Biology. – 1995. – V. 126. – p. 197–216.

УДК 633.16 «321»: 631.526.32

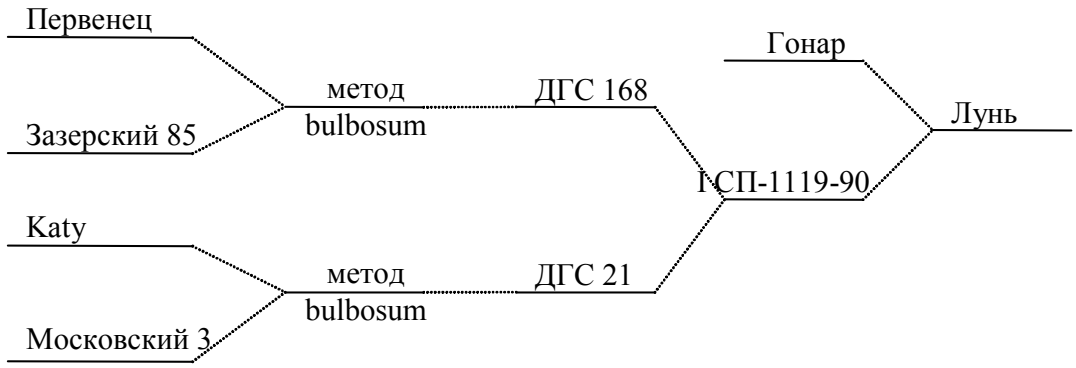
НОВЫЙ СОРТ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ЛУНЬ

Д.О. Долженко[1], И.И. Кривобочек[1], С.Н. Шевченко[2], Л.М. Ерошенко[3], В.А. Железникова[2]

С 2009 года в Госреестр селекционных достижений включён новый сорт ярового ячменя Лунь зернофуражного направления использования, выведенный в результате сотрудничества НИИСХ ЦРНЗ, Самарского НИИСХ и Пензенского НИИСХ. Сорт рекомендован для возделывания по I и III зонам Пензенской области. В статье приведена характеристика нового сорта и история его создания.

Сорт ярового ячменя Лунь создан в результате совместной творческой работы трёх научно-исследовательских учреждений – НИИСХ ЦРНЗ, Самарского и Пензенского НИИСХ.

Гибридная популяция создана в НИИСХ ЦРНЗ методом внутривидовой ступенчатой гибридизации в сочетании с методами биотехнологии с участием сортов Первенец, Зазерский 85, Московский 3, Гонар, Katy (рисунок). Последнее скрещивание было проведено в 1991 г.



Генеалогия сорта Лунь

1995 г. семена гибридной популяции были переданы в Самарский НИИСХ им. Н.М. Тулайкова для изучения и проведения отборов в контрастных экологических условиях. В том же году в Самарском НИИСХ из поколения F_4 выделено растение, давшее начало линии 37/М-7 (Медикум 18). В 1997 г. семена линии были разделены для экологического испытания в Пензенском НИИСХ (п. Лунино, лесостепная зона) и Самарском НИИСХ (п. Безенчук, степная зона). В 1998 г. линия размножалась в СП 3 года, в 1999 и 2000 гг. – в

[1] Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
[2] Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
[3] Научно-исследовательский институт сельского хозяйства ЦРНЗ

контрольном питомнике, в 2001 г. – в предварительном сортоиспытании, ежегодно превышая по урожаю зерна стандартный сорт (Нутанс 553 в Пензенском НИИСХ, Прерия – в Самарском НИИСХ). КСИ проводилось в Пензенском НИИСХ в 2002–2004 гг., в Самарском НИИСХ в 2001–2003 гг. В 2005 г. новый сорт был передан в Государственное сортоиспытание.

Доли участия институтов в создании сорта: Пензенский НИИСХ – 55%, Самарский НИИСХ – 35%, НИИСХ ЦРНЗ – 10%. Авторы сорта: Долженко Д.О., Кривобочек И.И. (ПензНИИСХ); Шевченко С.Н., Занчевский В.В., Железникова В.А. (Самарский НИИСХ), Ерошенко Л.М., Смолин В.П. (НИИСХ ЦРНЗ).

Разновидность сорта Лунь – *medicum*. Колос рыхлый, ости в два раза длиннее колоса, гладкие по всей длине. Колосковая чешуя с остью длиннее зерновки, жилки цветковых чешуй не зазубрены, брюшная бороздка без опушения, основная щетинка длинноволосистая. Зерно эллиптической формы, крупное (масса 1000 зёрен 45–55 г). Высота растений 75–90 см (на уровне сорта Одесский 100). Устойчивость к полеганию выше средней. Слабо поражается сетчатой пятнистостью. Среднеспелый.

Основанием для передачи сорта Лунь в ГСИ стало его преимущество перед стандартами в ПензНИИСХ (прибавка 0,18–0,58 т/га, в среднем 0,23 т/га) и Самарском НИИСХ (прибавка 0,20 т/га, по годам 0,05–0,45 т/га) (таблица).

Характеристика нового сорта ярового ячменя Лунь на момент передачи в ГСИ (Пензенский НИИСХ, 2002–2004 гг.)

Показатели		Лунь		Нутанс 553 – St		$НСР_{05}$
		min-max	средние	min-max	средние	
Урожайность зерна, т/га:	2002	–	4,51	–	3,93	0,28
	2003	–	3,64	–	3,38	0,32
	2004	–	1,97	–	2,14	0,42
	средняя	–	3,38	–	3,15	
Число дней до колошения		46–52	49	45–50	48	
Высота растений, см		74–86	80	74–76	75	
Длина колоса, см		8–9	9	5–8	6	
Число зёрен в колосе		16–18	17	15–16	15	
Масса 1000 зёрен, г		45,5–49,9	47,1	44,1–48,4	46,3	
Натура, г/л		580–665	615	575–600	575	
Содержание белка в зерне, %		12,1–12,9	12,5	10,5–11,4	11,5	
Устойчивость к полеганию, балл		4–5	4,7	4–5	4,7	

К достоинствам сорта Лунь относится также повышенное содержание белка в зерне, на 1% по сравнению со стандартом Нутанс 553, что вместе с прибавкой урожая обеспечивает дополнительный сбор белка до 111 кг/га. В ПензНИИСХ при выращивании

сорта Лунь в короткоротационном севообороте (сидеральный пар – озимая пшеница – ячмень) было получено содержание белка в зерне 12,3–16,4% (в среднем 14,0%), жира – 2,5–4,2%, в конкурсном сортоиспытании максимальное содержание белка составило 16,0%. Содержание лизина в белке составляет 5,13–5,88 мг%.

В среднем за три года (2006–2008 гг.) по трём сортоучасткам Пензенской области урожайность зерна сорта Лунь (2,14 т/га) была близка к урожайности стандарта (2,05 т/га). Новый сорт достоверно превосходил стандарт по урожайности в четырёх случаях из девяти (на 0,14–0,96 т/га, или 5–65%), в трёх случаях оказывался достоверно ниже стандарта (на 0,20–0,62 т/га, или 13–39%), а в двух – не отличался от стандарта. По Лунинскому и Кузнецкому ГСУ средняя урожайность нового сорта существенно превышала урожайность стандарта – 2,27 и 1,31 т/га против 2,08 и 1,18 т/га соответственно.

Оценка крупяных качеств, проведённая Госсорткомиссией, показала, что Лунь по выравненности зерновой массы и выходу крупы не отличается от стандарта Нутанс 553, а по крупности зерна и оценке вкуса каши превосходит его.

С 2009 г. сорт Лунь включён в Госреестр селекционных достижений по Средневолжскому региону с пометкой «ценный по качеству». Допущен к возделыванию по I и III агроклиматическим зонам Пензенской области.

Направления использования сорта Лунь – зернофуражное и крупяное. Рекомендуемая норма высева в лесостепной зоне – 6 млн. всхожих зёрен на гектар, посев в ранние сроки. Сорт защищён патентом РФ (№ 3827 от 28.12.2007).

———

УДК 633.16 «321»: 631.526.322

ХАРАКТЕРИСТИКА НОВЫХ ЛИНИЙ ГОЛОЗЁРНОГО ЯЧМЕНЯ

В.И. Бобаченко, Д.О. Долженко

В Пензенском НИИСХ созданы селекционные линии голозёрных сортов ячменя с урожайностью до 3,88–4,26 т/га, содержанием белка в зерне 14,6–15,8%. Лучшие линии уступают плёнчатому стандарту по урожайности 7,1–11,2%. Отмечены недостатки созданных линий – неустойчивость урожаев зерна, сравнительная мелкозёрность, тугая вымолачиваемость из цветковых чешуй, поражаемость твёрдой головнёй.

За последние 20 лет во многих зарубежных селекционных программах с культурой ячменя был смещён акцент с традиционных плёнчатых форм ячменя на создание голозёрных сортов раз-

личных направлений использования – от кормового до пивоваренного [1–5]. Высокое содержание в зерне белка и лучшая сбалансированность его по аминокислотному составу делает голозёрный ячмень незаменимым компонентом кормов для птицы и моногастричных животных [6,7]. Наличие в зерне ячменя значительных количеств бета-глюкана, фитостеролов и ряда других соединений возродило интерес к ячменю как к сырью для производства здоровых продуктов питания [8–10]. Предпринятые селекционерами усилия успешно реализованы сегодня в десятках разнообразных коммерческих сортов голозёрного ячменя, некоторые из которых по урожайности практически не уступают традиционным плёнчатым сортам, а по качеству зерна превосходят их [2–5].

Российские селекционеры в этом направлении намного отстали от зарубежных коллег, и лишь в последние годы в Госреестр селекционных достижений внесены три сорта голозёрного ячменя, созданные в Сибирском и Красноярском НИИСХ [11].

Тем не менее, селекция голозёрных сортов ячменя зернофуражного и продовольственного направлений использования для условий европейской части России, и, в частности, для лесостепи Поволжья, является актуальной задачей. В настоящее время голозёрный ячмень в регионе не возделывается, селекция его велась лишь эпизодически.

В Пензенском НИИСХ работа по созданию голозёрных сортов ярового ячменя ведётся в с 1999 г. В 2002–2008 гг. в селекционных питомниках разного уровня проходили испытание линии, полученные индивидуальным отбором из гибридных популяций. Большинство линий было выбраковано из-за низкой урожайности, полегаемости, позднеспелости и формирования щуплого зерна. Однако пять линий были доведены до этапа конкурсного сортоиспытания: Нудум 45-05, Нудум 823-04 (Phoenix/Медикум 36-2), Нудум 822-04, Нудум 295-05 и Нудум 299-05 (Медикум 36-2/Алаг-Эрдэнэ).

Линии испытывались в течение трёх лет (2006–2008 гг.) в посеве по чистому пару в трёх–шестикратной повторности на делянках площадью 11–40 м^2. Данные за 2006 г. были получены в питомнике предварительного сортоиспытания, за 2007 г. – в конкурсном сортоиспытании 1-го года, за 2008 г. – в конкурсном сортоиспытании. Стандартом служил плёнчатый сорт Нутанс 553 (Краснокутская селекционно-опытная станция).

Годы исследований были контрастными по агрометеорологическим условиям. 2006 г. отличался самым низким количеством осадков за вегетацию (103 мм, ГТК=0,70). Условия до наступления фазы колошения были благоприятны (70 мм осадков, ГТК=0,98), растения быстро набирали биомассу. Вторая часть вегетации протекала в засушливых условиях (ГТК 0,43), однако невысокие темпе-

ратуры во время формирования зерновок и накопленная ранее биомасса позволили сформировать высокий урожай зерна ячменя.

В 2007 г. условия были неблагоприятными для ячменя, несмотря на 150 мм осадков и ГТК=0,96. Среднесуточная температура в период «всходы–кущение» составляла 18,1–29,3°С при полном отсутствии осадков, дефицит осадков также был в период «кущение–выход в трубку» (ГТК=0,18). Растения кустились слабо. Обильные осадки выпадали перед наступлением фазы колошения и в первую половину периода налива зерна (в сумме 140 мм), но затем вновь наступила засуха, из-за чего зерно оказалось щуплым.

Условия периода вегетации 2008 г. характеризовались умеренной температурой (в среднем 17,2°С) и избыточным количеством осадков (264 мм), что выше среднемноголетних значений на 2°С и 75 мм соответственно. ГТК за вегетацию составил 1,73 (1,43–1,83 по межфазным периодам). Это привело к мощному развитию растений, раннему сильному полеганию, удлинению периода вегетации в среднем на 10 дней и снижению урожайности.

Результаты испытания голозёрных линий в сравнении с плёнчатым стандартом приведены в таблице.

Результаты испытания голозёрных линий (2006–2008 гг.)

Показатель		Нут. 553 St	Нудум 45-05	Нудум 823-04	Нудум 822-04	Нудум 295-05	Нудум 299-05
Урожайность, т/га	2006 г. ($НСР_{0,05}$=0,69 т/га)	4,06	2,67	3,88	4,26	4,03	4,20
	2007 г. ($НСР_{0,05}$=0,22 т/га)	2,52	2,25	2,10	1,97	1,58	1,57
	2008 г. ($НСР_{0,05}$=0,26 т/га)	2,31	2,27	2,27	2,55	2,27	2,49
	средняя	2,96	2,40	2,75	2,93	2,63	2,75
	отклонение от St, т/га	–	-0,56	-0,21	-0,03	-0,33	-0,21
	отклонение от St, %	–	-19,1	-7,2	-1,2	-11,4	-7,1
Масса 1000 зёрен, г		42,4	40,3	39,1	35,7	37,3	37,5
Натура зерна, г/л		622	704	631	663	607	627
Вымолачиваемость из чешуй, %		–	96,4	88,3	88,7	76,3	74,1
Содержание белка в зерне, %		14,0	14,9	14,6	15,4	15,8	15,1
Период всходы–колошение, сут.		43,0	48,0	47,7	48,3	46,7	46,3
Высота растений, см		72,0	100,0	84,2	84,3	86,9	85,7
Устойчивость к полеганию, балл		7,5	6,8	7,7	7,3	7,8	7,5
Пораж. болезнями	сетчатой пятнист., %	13,3	16,7	11,7	7,7	15,0	20,0
	пыльн. головнёй, кол./м^2	0,38	0,44	0,21	0,24	0,12	0,34
	твёрдой головнёй,кол./м^2	0,00	0,09	0,71	0,40	0,87	0,81

Голозёрные линии были позднеспелыми. Продолжительность периода «всходы–колошение» у среднераннего сорта Нутанс 553 составила в 2006 г. 41 сут., в 2007 – 43 сут., в 2008 – 45 сут., а у голозёрных линий она была больше на 3–5 сут., 4–6 сут. и 3–5 сут. соответственно. Дата восковой спелости отмечалась на 3–5 суток позже, чем у стандарта Нутанс 553.

Засуха 2006 г. наиболее сильно повлияла на поздно колосящиеся сорта ячменя, у которых рано прекратился рост верхнего междоузлия, так что колос не вышел из влагалища флагового листа (Нудум 822-04 и 823-04) или вышел на одну-две трети своей длины (Нудум 45-05, 295-05 и 299-05). Тем не менее, только линия Нудум 45-05 сформировала урожай зерна, достоверно более низкий по сравнению со стандартом. Эта высокорослая и крупнозёрная линия неустойчива к действию засухи во вторую половину вегетации.

Урожай остальных голозёрных линий составил 99,3–109,4% урожайности плёнчатого стандарта, отклоняясь от неё на –0,18…+0,20 т/га.

В жёстких условиях вегетации 2007 г. все голозёрные линии показали неудовлетворительные результаты. При урожайности зерна 2,52 т/га у стандарта Нутанс 553 голозёрные линии дали на 0,42–0,95 т/га зерна (10,5–37,7%) меньше. Вследствие совместного действия жары и засухи в первую половину вегетации растения ячменя были сравнительно низкорослыми по сравнению с наиболее влагообеспеченным 2008 г. Наибольшая депрессия высоты растений была у линий Нудум 45-05 и 295-05 (10,5 и 12,5% соответственно), что косвенно свидетельствует об их меньшей засухоустойчивости. Стабильное проявление по годам имела высота растений линий Нудум 823-04 (83,4–85,0 см) и Нудум 299-05 (83,7–87,7 см).

В условиях отсутствия засухи в 2008 г. голозёрные линии вновь сформировали урожай зерна на уровне стандарта Нутанс 553 (2,27–2,55 т/га, или 98–110%). Сравнительно низкая урожайность всех сортов объясняется развитием корневых гнилей на посевах ячменя и сильным полеганием. Все сорта показали средний уровень устойчивости к полеганию – от 4 до 6 баллов по девятибалльной шкале (стандарт – 4,5 балла).

В среднем за три года лучшие показатели по урожайности зерна имели линии Нудум 822-04, 823-04 и 299-05: 2,75–2,93 т/га, или 92,8–98,8% урожая стандарта.

Масса 1000 зёрен голозёрных линий была несколько ниже, чем у плёнчатого стандарта, в среднем на 2,1–6,7 г, или 5,0–15,8%. Самая низкая масса 1000 зёрен была получена во влажный 2008 г. с сильным полеганием. Стабильно крупное зерно имела линия Нудум 45-05 (36,4–42,4 г), мелкозёрность характерна для линии Нудум 822-04 (33,7–37,0 г).

Показатель натуры зерна варьировал в широких пределах (607–704 г/л), межсортовые различия до определённой степени объясняются качеством обмолота. Вымолачиваемость зёрен из цветковых чешуй была неодинаковой: у линии Нудум 45-05 процент невымолоченных зёрен составил 4,6%, у линий Нудум 295-05 (на-

тура зерна 704 г/л) и Нудум 299-05 – 23,5 и 25,9% (602 и 627 г/л соответственно).

Линия Нудум 822-04, показавшая самую большую прибавку урожая к стандарту Нутанс 553 (0,25 т/га), имела хорошую вымолачиваемость зерна из цветковых чешуй (88,7%).

Следует отметить, что по содержанию белка в зерне все голозёрные линии превышали стандарт на 0,7–1,8%. Наибольшая стабильность высокого содержания белка по годам отмечалась у линии Нудум 295-04 (15,2–16,9%). Наибольшее содержание белка получено в 2008 г. у линии Нудум 45-04 (17,6%), но в остальные годы оно было более низким (13,5–13,7%).

По поражаемости пыльной головнёй изучаемые линии не отличались от плёнчатого стандарта, но, в отличие от него, поражались твёрдой головнёй (максимум 0,9–1,5 поражённых колосьев на 1 $м^2$). Поражение тёмно-бурой пятнистостью листьев отмечалось на среднем уровне, ежегодно более слабое поражение было характерно для линии Нудум 822-04 (5–10%).

По результатам анализа структуры урожая, проведённого в 2008 г., выживаемость растений голозёрных линий к уборке составляла 40–63%, на уровне стандарта (44%). Голозёрные формы формировали 288–387 продуктивных стеблей на 1 $м^2$ (стандарт – 364 шт./$м^2$).

По числу зёрен в колосе (15–20 шт.) и на растении (32–47 шт.) голозёрные линии были на уровне стандарта (15,4 и 33,8 шт. соответственно), и только сорт Нудум 823-04 достоверно превзошёл по числу зёрен с растения стандарт. Анализируя массу зерна с колоса (0,63–0,74 г) и растения (1,24–1,51 г), необходимо иметь в виду, что более низкие показатели могут быть связаны с отсутствием у голозёрного ячменя цветковых чешуй. Но даже без учёта этого различия голозёрные линии по данным показателям достоверно не отличаются от плёнчатого стандарта (0,64 и 1,28 г соответственно).

По коэффициенту хозяйственной эффективности фотосинтеза ($К_{хоз}$), рассчитанного для главного побега, различия между голозёрными линиями (0,36–0,45) и плёнчатым стандартом (0,46) были несущественными. $К_{хоз}$ растения голозёрных линий составил 0,26–0,40, а стандарта – 0,42; линии Нудум 295-05 и 45-05 по данному показателю были достоверно ниже стандарта.

Проведённые испытания показывают, что созданные в ПензНИИСХ голозёрные линии не являются перспективными для передачи на государственное сортоиспытание. Существенными недостатками линий, нуждающимися в селекционном улучшении, являются: неустойчивость урожаев зерна, сравнительная мелкозёрность, тугая вымолачиваемость из цветковых чешуй.

Тем не менее, данные линии селектированы в лесостепи Среднего Поволжья в разнообразных условиях нескольких вегетационных сезонов, и потому их можно использовать в качестве ценного исходного материала.

Литература

1. Therrien, M.C. Six-row Barley Breeding Program-2000 [Текст] / Therrien M.C. // Barley Newsletter. – 2000. – V.44.

2. ICARDA Annual Report 2004 [Текст]. – International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, Aleppo, Syria, 2003. – 121 pp.

3. Vyzkumny ustav potravinarsky Praha: Annual Report 2006 [Текст] – Praha, 2007. – 92 c.

4. Box, A. Progress of the SA hulless barley improvement program [Текст] / Amanda Box // Barley Newsletter. – V.43. – 1999.

5. Edney, M.J. Evaluating the malting quality of Hulless CDC Dawn, acid-dehusked Harrington, and Harrington barley [Текст] / M. J. Edney and D. E. Langrell // J. Am.Soc.Brew.Chem. – 2004. – Vol.62. – No.1. – P.18–22.

6. Anderson, V. The feeding value of barley: A review of comparative beef performance trials [Текст] / Vern Anderson // 1999 Beef & Bison Production Field Day.

7. Pisarski R.K. Carcass characteristics, chemical composition and sensorial evaluation of meat from broiler chickens fed hull-less barley [Текст] / R.K. Pisarski, K. Szkucik, I. Pijarska, H. Malec // Med.weter. – 2006. – Vol.62. – N 1. – P. 74–76.

8. Doehlert, D.C. Estimation of Mixed Linkage ß-Glucan Concentration in Oat and Barley from Viscosity of Whole Grain Flour Slurry [Текст] / Douglas C. Doehlert, Decai Zhang, Michael S. McMullen and Wayne R. Moore // Crop Sci. – V.37. – 1997. – Pp. 235–238.

9. Newman, C.W. Genetic diversity of barley for developing health-promoting foods [Текст] / C.W. Newman, D.R. Clark, R.K. Newman // Cereals for human health and preventive nutrition. – Brno; Prague, 1998. – P. 133–139.

10. Trough, I. From Hull-less Barley and Wheat to Soluble Dietary Fiber-Enriched Bread [Текст] / I. Trough, C.M. Courtin, H. Goesaert et al. // Cereal Foods World. – 2005. – Vol.50. – N 5. – P. 253–260.

11. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию [Электронный ресурс]: Официальное издание. Том 1. Сорта растений. – Электрон. данные (15 файлов). – М.: Минсельхоз России, 2009. – Режим доступа: http://gossort.com/ree_cont.html.

УДК 635.658:631.524

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ТАРЕЛОЧНОЙ ЧЕЧЕВИЦЫ

М.М. Майорова

В статье показаны достижения и перспективы селекции тарелочной чечевицы на Петровской селекционно-опытной станции. Приведена характеристика новых сортов чечевицы с повышенным потенциалом продуктивности, стабильности и качества урожая.

Чечевица принадлежит к числу ценных высокобелковых продовольственных культур. Возможность широкого применения её семян в кулинарии, хлебопекарной промышленности, медицине и в изготовлении красителей, кормовые достоинства зелёной массы и соломы обуславливают высокую потребительскую ценность этой культуры.

Ареал распространения в основном охватывает традиционно сложившиеся чечевицесеющие регионы России: Саратовскую, Воронежскую, Пензенскую области, Татарстан и Башкортостан. В системе интенсификации сельскохозяйственного производства, рассчитанной на крупные масштабы валового производства зерна, к сожалению, не находится места для ряда крайне необходимых, но маленьких партий семян чечевицы.

Чечевица в силу своих биологических особенностей недостаточно технологична. Она плохо реагирует на минеральные удобрения, склонна к полеганию, осыпанию на корню. Неравномерное созревание семян снижает их качество, а отсутствие сортов с высоким и компактным прикреплением бобов приводит к потерям урожая при уборке. Низкая и нестабильная продуктивность, зависимость её величины от складывающихся условий выращивания и уборки – основная причина того, что современный уровень производства чечевицы не может удовлетворить потребностей в семенах этой ценой культуры. Важным резервом увеличения производства является селекция, создание новых сортов интенсивного типа.

В настоящее время селекционная работа по тарелочной чечевице в России сосредоточена в Пензенском НИИСХ – на опорном пункте по селекции тарелочной чечевицы Петровской селекционно-опытной станции. В столетней истории Петровской СОС достижения в создании новых сортов тарелочной чечевицы занимают достойное место. Селекция чечевицы была начата в 1927 г. и продолжается по настоящее время. За длительный период селекционной работы выведено и передано на Государственное испытание 26 сортов чечевицы (табл. 1). Широко известны сорта Петровская

4/105, Пензенская 14, Петровская зеленозёрная, Петровская юбилейная, Петровская 6, Веховская, Веховская 1.

Основная цель исследований заключается в выведении перспективных сортов: высокоурожайных, ценных по качеству, невосприимчивых к болезням и вредителям, способных стать основой интенсивной технологии производства, имеющих высокую экономическую эффективность возделывания.

Таблица 1 – Сорта чечевицы Петровской селекционно-опытной станции

№ пп.	Сорт	Авторы сорта	Год	
			выведения	районирования
1	Петровская 4/127	Гуляев В.Р., Ососков Ф.И.	1931	1933
2	Петровская 4/105	Гуляев В.Р.	1931	1933
3	Петровская 6/11	Гуляев В.Р., Ососков Ф.И.	1931	1934
4	Петровская 4/604	Ососков Ф.И.	1934	1937
5	Петровская 39	Ососков Ф.И.	1932	–
6	Петровская 2/133	Ососков Ф.И.	1934	–
7	Петровская 5/11	Ососков Ф.И.	1934	–
8	Петровская 2/337	Ососков Ф.И.	1934	–
9	Петровская 5/15	Ососков Ф.И.	1934	–
10	Петровская 4/311	Ососков Ф.И.	1937	–
11	Петровская 5/47	Ососков Ф.И.	1937	–
12	Петровская 4/137	Гуляев В.Р., Ососков Ф.И.	1937	–
13	Петровская 4/2510	Ососков Ф.И., Помогаева А.И.	1940	–
14	Пензенская 14	Помогаева А.И., Игнатьева Т.И.	1948	1952
15	Петровская зеленозёрная	Помогаева А.И.	1950	1954
16	Петровская крупнозёрная	Помогаева А.И.	1956	–
17	Петровская юбилейная	Помогаева А.И., Кругляков Н.П.	1959	1964
18	Петровская 50	Подшивалов Ф.А.	1967	–
19	Петровская 3	Подшивалов Ф.А	1964	–
20	Петровская 6	Горельникова М.М., Подшивалов Ф.А, Левушкина Т.В.	1981	1987
21	ПСЕ 2	Горельникова М.М., Подшивалов Ф.А, Левушкина Т.В., Рябухина Т.И.	1984	–
22	Веховская	Майорова М.М., Левушкина Т.В., Подшивалов Ф.А., Рябухина Т.И.	1988	1992
23	Веховская 1	Майорова М.М., Левушкина Т.В., Моисеева В.Ф., Рябухина Т.И., Аринушкина М.М	1998	2000
24	Анфия	Майорова М.М., Левушкина Т.В., Моисеева В.Ф., Рябухина Т.И.	2002	2006
25	Сурчанка	Майорова М.М., Левушкина Т.В., Рябухина Т.И.	2006	ГСИ
26	Любимая	Майорова М.М., Левушкина Т.В., Рябухина Т.И.	2007	ГСИ

Исходным материалом для выведения таких сортов служат гибридные популяции, спонтанные гибриды, селекционные сорта Петровской селекционно-опытной станции, образцы из коллекции ВИР и других научно-исследовательских учреждений. Основным методом создания нового исходного материала является гибридизация между различными сортами и подвидами, простые и сложные скрещивания с использованием полученных форм, обладающих необходимыми хозяйственно-ценными свойствами и признаками.

К скрещиванию привлекаются образцы из аравийско-эфиопской, переднеазиатской и европейской групп разновидностей, а также проводится скрещивание между крупносеменными и мелкосеменными подвидами. Это позволяет выявить формообразовательные возможности отдаленных эколого-географических групп.

Отдалённая гибридизация между различными подвидами и видами чечевицы – один из методов создания совершенно новых форм с широкой экологической пластичностью и с комплексом практически ценных признаков, которые невозможно получить при межсортовой гибридизации. Скрещивание подвидов даёт сложное расщепление по ряду количественных и качественных признаков. В потомстве таких гибридов появляются нежизнеспособные, стерильные растения, но наряду с ними возникают новые формы с различными ценными признаками. Сложность расщепления свидетельствует о крупных генетических различиях между географически отдаленными расами и подвидами. На базе этих гибридов создан богатый исходный материал, послуживший для выведения форм шести новых разновидностей.

При выявлении спонтанных гибридов, полученных от опыления форм с буреющими крупными семенами и мелкосеменным подвидом Рисовая, описаны три новые разновидности, обладающие уникальным свойством – небуреющими семенами.

При искусственной гибридизации тарелочной чечевицы с мелкосеменной чечевицей Рисовая (кат. ВИР-1850) отмечен низкий выход гибридных семян.

По характеру расщепления гибриды F_2, полученные от скрещивания экологически и морфологически отдалённых форм чечевицы, сходны с межвидовыми гибридами. Большинство таких скрещиваний в практическом отношении оказались малоинтересными: гибриды низкоурожайны, имеют развалистый куст, щуплые семена, появляются карликовые растения и альбиносы. Более ценным для селекции является создание нового исходного материала путём гибридизации крупносеменных буреющих форм с небуреющими. Трудности в создании сортов небуреющей чечевицы заключаются в том, что урожайность одной из родительских форм (Рисовая) в 2–3 раза ниже, чем у сорта Петровская 4/105. Кроме того, формы чече-

вицы с небуреющими семенами имеют низкую полевую всхожесть, высокую осыпаемость и склонны к прорастанию на корню. По крупности семян они занимают промежуточное положение между родителями. С целью сочетания признака непобурения с крупностью семян, устойчивостью к грибным и вирусным заболеваниям, высокой полевой всхожестью в качестве материнских форм использовали районированные сорта, хорошо приспособленные к условиям произрастания, а в качестве отцовских – лучшие небуреющие линии. Однако, в связи с низким процентом удачи скрещивания (1,1–9,8%), искусственных гибридов с нужными качественными и количественными признаками получается недостаточно. Поэтому спонтанные гибриды как исходный материал на данном этапе селекции (при отсутствии условий камер искусственного климата для получения гибридных семян) имеют весьма важное значение.

На основе спонтанной гибридизации выделены три новые разновидности небуреющей чечевицы: *albidosperma* (A.Pom. et. Z. Zus), *rosaceasperma* (A. Pom. et. Z. Zus), *chlorosfabilis* (F. Podsch).

Отдалённая гибридизация чечевицы между различными подвидами и видами – один из методов создания совершенно новых форм с широкой экологической пластичностью и комплексом практически ценных признаков, которые невозможно получить при межсортовой гибридизации.

Обладая высокой потенциальной продуктивностью, реализация которой определяется влиянием внешних факторов, новые сорта чечевицы можно рассматривать как промежуточный этап создания универсального высокопластичного селекционного материала.

Успех гибридизации определяется принципами правильного отбора родительских форм:

- широкое использование районированных и местных сортов, хорошо приспособленных к условиям возделывания, в качестве материнских форм;
- вовлечение в скрещивания географически-отдаленных форм и подвидов, которое позволяет увеличить формообразовательные возможности гибридных популяций;
- использование разнообразного исходного материала по биологическим и другим хозяйственно ценным признакам.

Накопленные результаты многолетней работы изучения наследуемости признаков, их корреляционных взаимоотношений, обобщение и анализ многочисленных данных по использованию исходного материала при создании гибридных сортов отечественной и зарубежной селекции позволяет повысить эффективность подбора родительских форм для скрещивания.

В процессе селекции ежегодно по схеме общепринятой для самоопыляющихся растений изучается 3,5–4,5 тысяч номеров. Ко-

личество выделяемых их них спонтанных гибридов составляет 7–32%, в зависимости от условий цветения в год получении гибридных семян.

При создании новых исходных форм методы отбора на 45–50% пополняют разнообразие селекционного материала и дают возможность проводить оценку и браковку его в соответствии с заданными направлениями селекции.

Задача селекции – создать сорта, максимально реагирующие на благоприятные условия внешней среды, с одной стороны, и, с другой стороны, минимально снижающие урожай при неблагоприятном воздействии внешней среды. В селекционной работе важно установить, какое сочетание элементов структуры урожая обеспечивает наивысшую продуктивность у растений. Создание подобной модели позволит более целенаправленно проводить отбор при дальнейшей селекции.

Исследования вопросов оптимализации элементов продуктивности чечевицы до сего времени не получили должного внимания. В селекционной работе важно установить, какое сочетание элементов структуры урожая обеспечивает наивысшую продуктивность у растений. Создание подобной модели позволит более целенаправленно проводить отбор для дальнейшей селекции.

Существующие методы разработки модели сорта гороха, пшеницы, сои, ячменя основаны на анализе средних величин элементов продуктивности у лучших сортов и гибридов. Так, в качестве близкой к оптимальной модели возможно использовать средние параметры структуры урожая стандартного сорта тарелочной чечевицы Петровская 6. В рядовом посеве 1990–2008 гг. элементы продуктивности представлены следующими величинами: масса 1000 семян 62 г, число семян в бобе – 1,2, число бобов на растении – 16 (табл. 2.).

Однако составление модели на основании средних данных даёт представление о структуре урожая будущего сорта, но не отвечает на вопрос, какие растения следует отбирать, так как селекционер обычно ведет отбор не средних, а наиболее продуктивных растений.

Наши исследования показали, что у продуктивных сортов, отличающихся стабильным урожаем семян, все элементы структуры урожая развиты пропорционально. Наиболее высокоурожайные и устойчивые к неблагоприятным условиям среды сорта должны отличаться не предельно высоким значением отдельных признаков, а оптимально сбалансированным развитием всех элементов структуры урожая. Такие сорта лучше противостоят действию неблагоприятных факторов, так как урожай семян зависит от каждого элемента структуры. У высокопродуктивных сортов с высокой стабильностью

урожая слабое развитие отдельных признаков может быть компенсировано развитием других коррелирующих признаков. Способность к такой компенсации понижена у форм с высокой изменчивостью продуктивности.

При рассмотрении данных о вариации признаков, приведенных в таблице 2, можно отметить незначительную внутрисортовую изменчивость непродуктивных признаков, таких как высота растения и высота прикрепления нижнего боба, зона бобов. Элементы продуктивности, такие как количество бобов, семян, масса семян с растения, в пределах сорта подвержены значительной вариации. При сравнении межсортовой изменчивости элементов продуктивности можно выделить сорта 753/81 и Сурчанка, как наиболее стабильные.

Анализ общей изменчивости признаков показал, что высокий размах варьирования имеют: число семян, бобов и масса семян с растения. Минимальной модификационной изменчивостью обладают: размер цветка, листочков, длина усиков, высота растений, число семян в бобе, размер боба и его растрескиваемость, характер ветвления, сумма активных температур. Низкую модификационную изменчивость и более высокий коэффициент наследуемости имеет масса 1000 семян. Не подвержены модификационной изменчивости окраска всходов, цветков, бобов и семян. Наиболее надёжные критерии оценки форм чечевицы – окраска семян, сумма активных температур, индекс генеративного периода, масса 1000 семян, озернённость боба – включены в методику испытаний чечевицы на отличимость, однородность и стабильность.

Межсортовая изменчивость таких признаков, как высота растения и прикрепление нижнего боба, зона бобов и количество семян в бобе незначительна (от 5 до 19%). Признаки, определяющие продуктивность – количество бобов и семян, масса семян с растения – имеют высокие показатели межсортовой изменчивости, до 46%, что свидетельствует о разнообразии селекционного материала и возможности выявления генотипов с заданными параметрами засухоустойчивости (табл. 3.).

Изучение изменчивости количественных признаков показало, что морфологические параметры существенно изменяются в зависимости от метеорологических условий года. Так, в 2001–2003 гг., оптимальных по влагообеспеченности и температурному режиму, наблюдалось максимальное развитие таких элементов структуры урожая, как масса семян с растения и масса 1000 семян. Во влажном 1993 г. высота растений стандарта достигала 61 см, однако масса 1000 семян составила 22 г, и как следствие, продуктивность одного растения была самой низкой из всех лет изучения.

Таблица 2 – Сортовая изменчивость количественных признаков чечевицы (1990–2008 гг.).

СОРТ	Высота, см				Зона бобов, см		Количество на растении						Масса семян с растения, г		Число семян в бобе		Завязываемость бобов, %		Масса 1000 семян, г	
	растения		прикрепления нижнего боба				бобов		выполненных бобов		число семян									
	X	V %	X	V %	X	V %	X	V %	X	V %	X	V %	X	V %	X	V %	X	V %	X	V %
Петровская 6, ST	45	17	27	16	18	29	24	29	16	40	20	38	1,20	45	1,2	6	68	25	62	32
109/80	44	14	26	23	18	21	25	31	19	35	23	36	1,26	44	1,2	7	75	8	62	12
753/81	45	16	26	11	18	26	24	32	16	40	18	39	1,28	33	1,2	9	73	8	69	19
ПСЕ 2	44	18	24	19	21	35	24	34	16	51	20	51	1,16	61	1,2	05	65	31	55	22
817/86	41	14	22	15	19	25	23	21	15	25	18	25	1,11	35	1,3	5	70	12	55	22
Сурчанка	46	14	27	16	19	23	24	30	17	34	20	32	1,17	35	1,2	6	75	14	65	11
749/87.	44	14	26	10	18	30	25	34	17	40	20	39	1,27	37	1,2	6	74	9	63	12
41/80 (Анфия)	46	16	26	15	19	28	23	29	16	39	19	37	1,21	43	1,2	10	65	19	63	22
Веховская	45	17	26	14	18	31	21	32	15	39	18	40	1,14	46	1,2	6	70	25	60	20
Веховская 1	47	16	28	14	20	23	23	34	16	47	19	45	1,17	58	1,2	6	68	26	62	22
Петровская зеленозёрная	46	17	27	11	19	31	27	24	20	33	23	28	1,23	34	1,2	7	72	18	52	17
Петровская юбилейная	48	16	28	13	20	32	20	31	14	42	16	40	1,11	49	1,2	5	67	18	60	23
Петровская 4/105	46	14	27	11	19	26	21	37	14	41	18	41	1,01	40	1,2	6	69	13	54	20
Пензенская 14	46	13	27	11	19	26	23	30	15	34	18	32	1,05	39	1,2	6	68	18	59	21

Таблица 3 – Межсортовая изменчивость количественных признаков чечевицы, V% (1990–2008 гг.)

Признак	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2008
Высота растений, см	3,7	5,2	6,2	5,5	3,4	4,1	4,1	7,5	3,5	3,2	3,4	6,9	9,4	5,8	4,8
Высота прикрепления нижнего боба, см	6.6	10.6	7.5	6.9	6.8	6.5	9.0	10.1	9.9	8.1	8.2	8.5	11.8	10.1	7,2
Зона бобов, см	11,3	28,4	10,9	11,0	12,2	9,3	9,1	17,9	11,0	11,3	13,7	8,0	11,7	7,0	10,3
Количество бобов на растении	46,3	16,8	14,6	15,4	16,3	15,8	12,4	21,9	14,9	22,1	18,2	13,8	19,3	25,9	11,3
Из них выполненных	32,2	32,0	19,3	18,2	18,7	18,2	20,1	24,8	14,2	24,3	22,2	18,8	15,8	27,4	10,9
Количество семян на растении	33,9	30,4	18,3	20,7	19,3	16,6	21,0	22,7	11,4	24,3	14,5	18,2	14,4	25,6	13,2
Завязываемость бобов	26,6	11,6	6,9	4,7	2,7	9,5	5,5	9,0	6,7	7,5	6,2	8,5	14,4	11,7	7,7
Озернённость бобов	3,3	3,9	3,5	7,3	0	4,4	3,6	4,4	5,3	5,5	6,5	5,5	7,6	5,5	3,2
Масса семян с растения, г	42,0	37,5	20,8	18,5	15,1	22,3	15,6	27,4	11,2	30,5	13,6	18,1	12,8	31,9	8,8
Масса 1000 семян, г	15,9	11,2	13,6	12,5	10,9	12,0	8,7	16,4	7,9	10,0	9,2	9,2	7,1	14,7	5,0

Необходимо отметить, что общая вариабельность продуктивности в большей степени определяется генотипом. Сорта с высокой стабильностью массы семян с растения по годам являются, в свою очередь, ценным исходным материалом в селекции на высокую продуктивность. Способность сортов Сурчанка и 749/87 формировать семена определённой и независимой от внешних факторов крупности – большое достоинство исходного материала.

Если изучаемый признак сильно варьирует по годам (V>20%), то для сравнительной оценки селекционного материала необходимо проводить испытание в течение ряда лет с различными метеорологическими условиями. Наиболее устойчивыми показателями по годам являются: озернённость бобов, высота прикрепления нижних бобов. По этим признакам оценку форм можно дать быстрее.

Отбор наиболее продуктивных крупносеменных, стабильных по урожаю форм целесообразно проводить в годы с экстремальными условиями, когда уровень варьирования признаков, определяющих продуктивность, повышается в 1,5 раза.

Результатами исследований обоснованы оптимальные значения морфологических показателей растения, соответствующие модели сорта. Оптимальная для продуктивности хозяйственно-полезная величина массы 1000 семян составляет 65 г. При дальнейшем увеличении массы 1000 семян происходит снижение продуктивности.

Число семян в бобе слабо коррелирует с продуктивностью и является генетически стабильным признаком. Однако при увеличении озернённости бобов продуктивность растений снижается из-за невыполненности и низкой массы 1000 семян. Для всех форм оптимальным показателем является 1–2 семени в бобе.

Учитывая особенности формирования высокопродуктивного генотипа и условий реализации потенциальной продуктивности форм чечевицы при обосновании основных морфологических параметров, данная модель позволяет решить задачи оптимизации элементов структуры урожая чечевицы и создания новых сортов интенсивного типа.

Потенциальная продуктивность селекционных форм значительно выше: количество цветков в среднем 50–55, бобов – 40–45 шт., а выполненных бобов – 30–32 шт., что составляет 75–80% от общего числа.

Реализация потенциальной продуктивности в основном определяется внешними метеорологическими условиями.

При определении степени влияния метеорологических факторов как на изменчивость продолжительности вегетационного и составляющих его межфазных периодов, так и на связи уровня семенной продуктивности с длиной генеративного периода, принята

классификация оценки условий вегетации по признаку влагообеспеченности (табл. 4).

Таблица 4 – Метеорологическая характеристика условий вегетации по периодам развития чечевицы (среднее за 1957–2008 гг.)

Параметры	Год по влагообеспеченности		
	оптимальный	недостаточный	избыточного увлажнения
Урожай, ц/га	21,0	12,2	6,4
Посев – созревание:			
дней	90	83	100
осадки, мм/ σ t°c	174/1505	96/1469	272/1660
Посев–всходы:			
дней	9	10	11
осадки, мм/ σ t°c	15/107	8/110	20/92
Всходы–цветение			
дней	44	38	43
осадки, мм/ σ t°c	87/657	39/656	101/674
Цветение – созревание:			
дней	37	35	47
осадки, мм/ σ t°c	72/741	49/703	152/834
Генеративный индекс	0,70	0,73	0,87
Гидротермический коэффициент	1,14	0,65	1,64

По показателям метеорологических условий вегетационного периода чечевицы годы наблюдений за 3 группы. В первую группу отнесены годы с наибольшей урожайностью семян (оптимальные метеорологические условия). Средний урожай по этой группе лет составил 21,0 ц/га. Среднее количество осадков 174 мм, а сумма активных температур 1505 ^{0}С. Продолжительность вегетационного периода 90 дней, генеративный индекс 0,7. Введенный дополнительно показатель генеративного индекса (по Г.С. Посыпанову) – отношение длины генеративного периода к вегетативному – даёт объективный прогноз продуктивности и широко используется при оценке селекционного материала различных лет репродуцирования. Анализ общей продолжительности вегетации и сравнительная оценка соотношения межфазных периодов показали, что наиболее продуктивные формы имеют большую длину генеративного периода в сравнении с вегетативным – генеративный индекс их выше. Во вторую группу отнесены годы с недостаточной влагообеспеченностью. Среднее количество осадков 96 мм, урожай по группе составил 12,2 ц/га, а сумма активных температур практически осталась той же (1469°С). Вегетационный период сокращается в среднем на 7 дней в сравнении с условиями оптимальной влагообеспеченности. Генеративный индекс 0,7.

Третья группа лет – годы избыточного увлажнения. Количество осадков за вегетации в среднем составляет 272 мм, сумма активных температур 1660°С. Продолжительность периода вегетации 100 дней, генеративный индекс 0,87. Чечевица – засухоустойчивая культура и не переносит избыточного увлажнения. При выпадении более 220 мм осадков урожай стандарта снижается в среднем по группе до 6,4 ц/га. Причём большая часть общей суммы осадков приходилась на вторую половину вегетации. В этих условиях наблюдали сильное загнивание и подопревание генеративных органов, снижение продуктивности и качества семян. Так масса 1000 семян в таких же условиях снижается до 49 г, что на 23 г ниже показателей стандарта в благоприятных условиях.

Оптимальным для формирования высокого урожая чечевицы является количество осадков за вегетацию 140–220 мм. При избыточном увлажнении вегетационный период в целом увеличивается за счёт удлинения вегетативного периода, продуктивность форм снижается. В засушливых условиях, учитывая низкую вариацию продолжительности периода «всходы-цветение», быстрое завершение вегетации происходит за счёт второго его периода, что также снижает уровень продуктивности.

Создание новых сортов чечевицы, обладающих комплексом хозяйственно полезных признаков, требует глубокого изучения исходного материала. Продуктивность этой культуры складывается из отдельных элементов структуры урожая: числа бобов, семян на растении, семян в бобе, массы 1000 семян. Однако их проявление зависит в каждом конкретном случае от метеорологических условий, т. к. наследуется не сам признак, а характер реакции на определёные условия.

Для селекционного процесса весьма важным показателем при оценке форм является устойчивость продуктивности в различные по метеорологическим условиям годы. Сочетание в исходном материале засухоустойчивости и способности переносить переувлажнение – важная и реальная задача селекции чечевицы. Оценка селекционного материала происходит дифференцированно, с учётом влагообеспеченности года, и индекса распределения осадков.

Разработанные критерии оценки исходного материала по признакам продуктивности с использованием характеристик условий выращивания тарелочной чечевицы подтверждены детальным изучением изменчивости количественных признаков и анализом взаимосвязей основных элементов структуры урожая.

Теоретическое обоснование задач селекции на высокую продуктивность даёт возможность активного вмешательства в процесс формирования более продуктивного генотипа, правильного отбора форм по фенотипу.

Лучшие сорта чечевицы должны давать не только самые высокие урожаи, но и получаемая продукция должна иметь наилучшие качественные показатели. Создание сортов, дающих продукцию высокого качества – одна из важнейших задач селекции тарелочной чечевицы, которая проводится на Петровской селекционно-опытной станции.

Одним из критериев, определяющих значимость культуры и возможность продажи её на мировом рынке – товарный вид продукции. В связи с этим большое значение в селекции придаётся окраске семян. Лучшей считается тёмно-зелёная, без рисунка, причём она должна быть устойчивой, то есть не изменяться в зависимости от метеорологических условий в периоды созревания, уборки и при хранении.

Все полученные станцией, а также другие известные в нашей стране и за рубежом сорта тарелочной чечевицы, имеют буреющие семена. В зависимости от внешних условий окраска их варьирует от типичной для данного сорта до бурой. Такую же окраску семена приобретают и при приготовлении блюд. Поэтому селекция на качество и, в частности, на устойчивость окраски семян имеет большое практическое значение.

Исследованиями Петровской селекционно-опытной станции доказана возможность создания небуреющих форм чечевицы с хорошим технологическим качеством семян. Белосеменные формы при варке не утрачивают своей светлой окраски. Пища, приготовленная из семян небуреющей чечевицы, очень приятна на вид и на вкус, высокопитательна. Сроки и условия хранения семян чечевицы не оказывают сильного влияния на и посевные качества, тогда как товарный вид продукции изменяется при хранении на свету уже через шесть месяцев после уборки. При уборке, совпадающей с дождливой погодой, вместе с потерями урожая теряется и его качество: окраска получаемых семян, имеющих высокую посевную годность, буро-коричневая, нетипичная для данного сорта. Устойчивость окраски семян при хранении и во время приготовления пищи является уникальным свойством новых форм, впервые созданных на Петровской селекционно-опытной станции – старейшем научно-исследовательском, и, к сожалению, единственном по селекции чечевицы. Сочетая высокие кулинарные достоинства, пища, приготовленная из семян небуреющей чечевицы, отличается приятным видом, светло-зелёной, нежно-розовой и белой окраской. Дегустация подтвердила неоспоримые преимущества и необходимость включения в сбалансированное питание именно небуреющей чечевицы.

С целью сочетания признака непобурения с крупносемянностью, устойчивостью к грибным и вирусным заболеваниям, высокой

полевой всхожестью в качестве материнских форм служат районированные сорта, хорошо приспособленные к условиям произрастания, а отцовские формы – лучшие небуреющие линии.

В процессе изучения коллекции небуреющих форм были определены оптимальные параметры биологических, морфологических, биохимических и технологических показателей, на основании которых впервые разработана модель сорта небуреющей чечевицы.

При её создании определяли ограничения параметров элементов продуктивности экологическими факторами, степень варьирования хозяйственно ценных признаков, корреляционную зависимость между продуктивностью и различными морфобиологическими признаками. С целью повышения вероятности отбора нужного генотипа по фенотипу в зоне Поволжского селекционного центра обоснованы параметры оптимального экотипа с учётом почвенно-климатических особенностей. Селекционный материал оценивали и отбирали по отдельным показателям модели сорта и отобранные исходные формы использовали для создания сорта, соответствующего модели.

Целенаправленное проведение селекционной работы предполагает обоснование методов создания исходного материала, критериев отбора и оценки форм по комплексу хозяйственно-полезных признаков в соответствии с моделью сорта.

В селекционном процессе при оценке исходного материала необходимо учитывать биологические, морфологические параметры и показатели качества. Модель сорта предполагает их оптимальное сочетание для данных экологических условий. Оценку и отбор селекционного материала нужно вести по отдельным показателям модели сорта, и эти исходные формы использовались в создании сорта соответствующего модели.

Использование в практической селекции разработанной модели оптимального сортотипа способствует повышению эффективности селекционной работы по основным хозяйственно-полезным признакам.

В 1984 г. на Государственное сортоиспытание передан первый небуреющий сорт тарелочной чечевицы ПСЕ-2.

Селекционная работа по чечевице имеет ближайшие конкретные задачи: придать растению детерминантный тип роста, что позволит снизить модификационную изменчивость массы семян с растения; усилить способность формировать большой и активный симбиотический аппарат, обеспечивающий фиксированным азотом образование максимального урожая семян с высоким содержанием белка; повысить интенсивность фотосинтеза при умеренной инсоляции; сократить продолжительность периода вегетации (скороспе-

лость), привести в соответствие с моделью потребность в сумме активных температур; придать комплексную устойчивость к болезням и полеганию в годы с избыточной влагообеспеченностью; увеличить крупность семян и повысить продуктивность растения; повысить устойчивость к сохранению необходимой окраски семян; привести элементы структуры урожая в соответствие с моделью.

Разработанная модель сорта позволяет существенно интенсифицировать селекционный процесс. Дальнейшая селекция чечевицы в указанных направлениях позволит создать сорта с высокой и стабильной продуктивностью, отличным качеством семян и комплексной устойчивостью к болезням. По многолетним данным конкурсного сортоиспытания проведен анализ эффективности организации селекционного процесса в целом, разработаны критерии отбора и используемой методики работы. Достигнут определёный уровень научной разработки по теме: «Селекция тарелочной чечевицы».

Важными технологическими показателями качества семян чечевицы являются крупность, выравненность и разваримость.

Лучшие селекционные сорта характеризуются высоким технологическим качеством: содержание белка в семенах 27%, отличные вкусовые достоинства, устойчивость окраски семян в процессе приготовления пищи, разваримость не более 55 мин, выравненность 80% на ситах 5,5–6,0 мм.

Селекционный процесс чечевицы связан с решением целого ряда проблем, свойственных постоянно меняющимся гидрометеоусловиями. Новые сорта должны быть адаптированы к этой сложной обстановке. На решение поставленной задачи направлены методы отбора элиты из гибридных комбинаций и их последующая оценка.

Рассмотрев особенности гидротермических условий вегетации, можно сделать вывод о том, что селекционная работа по чечевице может решить следующие задачи:

- отбор экологически устойчивых форм, способных минимально реагировать на пониженные температуры в начальный период вегетации, дефицит элементов минерального питания, особенно азота, а также дефицит влаги в различные периоды жизни растений;
- зная заранее реакцию сорта на условия среды, можно со значительной степенью точности определить возможный ареал распространения сорта, передаваемого на Государственное испытание.

С целью повышения надёжности оценки экологической пластичности селекционного материала использована методика Р.А. Удачина, А.П. Головоченко Показатели индекса экологической пла-

стичности (ИЭП) сортов чечевицы по параметрам продуктивности и качества приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Индекс экологической пластичности сортов чечевицы конкурсного сортоиспытания (1996–2008 гг.)

Сорт	Урожайность	Масса 1000 семян, г	Выравненность	Крупность
Петровская 6, St	0,99	0,98	0,95	1,03
Любимая	1,08	1,11	1,04	1,30
Веховская 1	1,19	1,07	0,98	1,28
Петровская 4/105	0,93	0,91	0,90	0,70
1046/81	1,20	1,07	0,96	1,24
Сурчанка	1,30	1,09	0,99	1,41

Сорт 1046/81 можно характеризовать как сорт, хорошо реагирующий на условия избыточного увлажнения, тогда как сорт Петровская 4/105 более засухоустойчив. Сорт Сурчанка по показателям ИЭП продуктивности наиболее пластичен и имеет высокую стабильность продуктивности. Дальнейшее Государственное сортоиспытание подтвердило справедливость наших выводов районированием сортов Веховская, Веховская 1, Анфия.

С 1987 г. в качестве стандартного сорта принят новый районированный сорт чечевицы Петровская 6 (авторы Горельникова М.М., Подшивалов Ф.А., Левушкина Т.В).

В 1988 г. на государственное сортоиспытание передан и с 1992 г. районирован сорт ПСЕ-4 (Веховская), обладающий потенциальной продуктивностью 25–30 ц/га. Авторами сорта являются Майорова М.М., Левушкина Т.В., Подшивалов Ф.А., Рябухина Т.И.

Переданный в 1998 г. сорт Веховская 1 был районирован в 2000 г. Авторы: Майорова М.М., Левушкина Т.В., Моисеева В.Ф., Рябухина Т.И., Аринушкина М.М.

С 2002 г. на Государственном сортоиспытании находился сорт Анфия, характеризующийся превышением урожайности и высокими технологическими качествами семян. Этот сорт признан перспективным и районирован с 2006 г. Авторы сорта – Майорова М.М., Левушкина Т.В., Моисеева В.Ф., Рябухина Т.И.

Продолжение работы по созданию новых сортов чечевицы с 2001 г. осуществляется опорным пунктом Пензенского НИИСХ.

Новый среднеспелый сорт тарелочной чечевицы Сурчанка успешно проходит Государственное сортоиспытания с 2006 г.

В 2007 г. передан на Государственное сортоиспытание новый сорт Любимая**.** Сорт среднеранний. Продолжительность вегетационного периода – 71–80 дней. Высота растения – до 46 см. Ботаническая разновидность var. *nummularia*. Обладает высокой потенци-

альной продуктивностью (2,3 т/га), реализация которой определяется влиянием внешних факторов.

Биологическая особенность нового сорта – высокая стабильная продуктивность и дружное созревание семян. Масса 1000 семян – 78 г, выравненность – 76%, крупность – 87%. Разваримость семян равномерная, вкусовые качества отличные. Устойчивость к засухе – выше средней, к растрескиванию бобов – средняя. Сорт устойчив к фузариозу и корневым гнилям.

Лучшие сорта конкурсного сортоиспытания Веховская 1, Анфия, Любимая при условии организации правильного и ускоренного семеноводства, смогут достойно занять место в ряду внедряемых перспективных сортов Средневолжского и Центрально-Черноземного регионов.

Созданная коллекция исходных форм позволяет проводить оценку, браковку и отбор, выделяя при этом ценные сортообразцы, которые, в свою очередь, могут использоваться в дальнейшей селекционной работе по созданию новых сортов чечевицы.

На различных этапах селекционного процесса имеется ценный исходный материал, позволяющий успешно решать поставленные задачи многоплановой селекции.

———

УДК 633.2/.3:631.527:005:332.8

ИСТОРИЯ СЕЛЕКЦИИ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР В ПЕНЗЕНСКОМ НИИСХ

В.С. Епифанов, О.А. Тимошкин, Г.Д. Савельев, И.В. Епифанова, О.Ю. Тимошкина

Приведены основные результаты селекционной работы с многолетними травами за период 1936–2006 гг. Представлен баланс кормов в животноводстве, сложившийся на период 1994–1996 гг. и перспективный – на 2010 г. при оптимизации структуры посевных площадей за счёт новых сортов многолетних и однолетних трав.

С начала работы Лунинской коноплеводческой станции (с 1936 г.) бобовым травам – клеверу луговому и люцерне – уделялось повышенное внимание как лучшим предшественникам для конопли. В то время минеральные удобрения вносили в ограниченном количестве, и биологический азот был основным источником питания конопли.

Старшим научным сотрудником отдела селекции и семеноводства, кандидатом сельскохозяйственных наук Антониной Кузь-

миничной Киселевой на основе местных, высокоурожайных кряжей и популяций, хорошо приспособленных к почвенно-климатическим условиям лесостепной зоны, были выведены сорта люцерны синегибридной Большевьясская улучшенная и клевера лугового позднеспелого Пензенский 1. Первый сорт был районирован в Пензенской области в 1951 г., второй – в 1952 г.

Сорт клевера позднеспелого Пензенский 1 был получен методом многократного массового отбора при ограниченно-свободном переопылении сортов. Исходным материалом для выведения послужил сорт Казанский 1. Новый сорт отличался высокой урожайностью сухого вещества – 7,3 и семян – 0,4 т/га. Он превышал в конкурсном сортоиспытании исходный сорт по урожайности сухого вещества на 1,0–1,3 т/га.

Куст слаборазвалистый. Стебли толстые. Среднее число междоузлий 8–12 шт. Высота стеблей 70–80 см. Кустистость хорошая – до 10 стеблей. Облиственность высокая 45–54%. Соцветие – плотная головка размером 30–35 мм. Окраска цветков тёмно-розовая. Семена округлые, яйцевидные размером до 1,5 мм, жёлтые с фиолетовым оттенком. Сорт обладал высокой зимостойкостью, устойчивостью к засухе.

Сорт люцерны Большевьясская улучшенная получен методом ограниченно-свободного переопыления. Исходным материалом послужили лучшие растения со старовозрастных посевов люцерны, собранные в хозяйстве Больше-Вьясского района Пензенской области. Сорт относится к синегибридному типу. За 8 лет конкурсного сортоиспытания средний урожай сухого вещества составил 6,9 т/га, что выше урожайности стандартного сорта Зинкевича на 1 т/га.

Прикорневая розетка и куст прямостоячие. Кустистость сильная – число стеблей 12–15. Стебли хорошо разветвлённые, высотой 80–100 см. Облиственность растений хорошая, 43–54%. Цветки имеют фиолетовую окраску. Бобы крупные, спирально скрученные. Семена почковидные, размером 1,5–2,0 мм, жёлтой окраски. Сорт хорошо зарекомендовал себя в межстанционном испытании на Петровской селекционной станции и оказался лучшим сортом люцерны на всех ГСУ области. Отличается высокой засухоустойчивостью и зимостойкостью, хорошо отрастает весной и после скашивания.

В связи с распространением в 1960-е годы новой культуры – кормовых бобов – А.К. Киселёва занялась их селекцией с целью получения сравнительно скороспелого, высокоурожайного сорта с мелкими семенами, приспособленного к местным условиям. В качестве исходного материала использовались лучшие отечественные и зарубежные сорта. Масса 1000 семян этих сортов превышала 500 г. Большинство мелкосемянных сортов отличались поздним созрева-

нием и сильно поражались грибными болезнями. Методом семейственно-группового и межсортового отбора при гибридизации А.К. Киселевой был получен перспективный сорт Пензенские 16. Материнской формой сорта послужили германские бобы, отцовской – сорта Ранний, Польский и Аушра. С 1978 г. сорт был районирован в Средневолжском регионе.

Растения имели высокий (до 2 м), мало полегающий стебель. Зерно слабо повреждалось вредителями из-за незначительного содержания в нем танина. Поэтому животных к этой ценной зернобобовой культуре нужно приучать постепенно, увеличивая в рационе долю бобов, которые по содержанию белка превосходят традиционный горох (25–30%) и уступают только сое. На стеблевых узлах крепятся бобы по 2–3 вместе, всего на стебле 20–25 бобов, зёрен в бобе 3–4. Сорт Пензенские 16 мелкосемянные: масса 1000 семян 340–380 г. Семена имеют светло-жёлтую окраску с чёрным рубчиком по границе семядолей. Вегетационный период 100–110 дней. В Государственном сортоиспытании на Бековском ГСУ средний урожай зелёной массы за 5 лет составил 24 т/га, во влажном 1976 г. – 48 т/га. В Пензенском НИИСХ, в котором ведётся первичное семеноводство сорта, в нормальные по влагообеспеченности и влажные годы получают высокие урожаи зерна (2,5–3,5 т/га).

С 1972 г., в связи с широким внедрением в хозяйствах страны ДКП на орошаемых землях, начата селекционная работа с многолетними злаками, устойчивыми к затоплению пойменных земель и отзывчивыми на внесение азотного удобрения и полив. Сорта злаковых трав тимофеевка луговая Марусинская 297, овсяница луговая Моршанская 1304 и ежа сборная Моршанская 143 были взяты за стандарт при оценке многочисленных образцов мировой коллекции ВИР.

Основные методы селекционной работы, применяемые с многолетними травами – межсортовое скрещивание, создание сложногибридных популяций по эколого-географическому принципу и массовый отбор наиболее урожайных форм. Убедившись за четверть века в преимуществе многолетних злаков на орошаемой пойме реки Шукши, мы начали селекционную работу с многолетними бобовыми травами для полевых и кормовых севооборотов на пашне, где влаголюбивые злаки без полива и подкормки азотным удобрением не могут конкурировать с бобовыми травами.

За последние 22 года нами выведено 12 сортов 10 видов многолетних трав, которые внесены в Госреестр по 9 регионам России (табл. 1). В конкурсном сортоиспытании эти сорта обеспечили высокие урожаи сухого вещества – до 8 т/га и семян – 0,4–0,7 т/га, что выше урожайности ранее районированных сортов на 15–23%.

Таблица 1 – Сорта многолетних трав селекции ПензНИИСХ, внесённые в Государственный реестр селекционных достижений

Культура, сорт	Урожай, т/га		Год районирования	Регион допуска к использованию
	сухого вещества	семян		
Люцерна Лунинская 1	6,5	0,2	1987	Средневолжский
Овсяница луговая Пензенская 1	9,0	0,6	1989	Центральный, Волго-Вятский, Средневолжский, Уральский
Клевер луговой Пеликан	6,0	0,3	1992	Волго-Вятский, Средневолжский
Клевер луговой Присурский	6,4	0,3	1995	Средневолжский
Эспарцет песчаный Петушок	5,2	0,7	1995	Средневолжский, Уральский
Ежа сборная Торпеда	8,6	0,3	1996	Северо-Кавказский, Средневолжский, Дальневосточный
Овсяница тростниковая Сура	10,8	0,5	1996	Волго-Вятский, Средневолжский
Тимофеевка луговая Карабиха	8,0	0,4	1997	Северо-Западный, Центральный, Волго-Вятский, Средневолжский
Люцерна изменчивая Камелия	10,8	0,4	1999	Волго-Вятский, Центрально-Черноземный, Средневолжский, Западно-Сибирский
Козлятник восточный Магистр	7,2	0,4	2000	Средневолжский
Пырейник сибирский Машук	4,8	0,3	2000	Средневолжский
Райграс пастбищный Веймар	7,0	0,4	2006	Средневолжский

Поскольку подробное описание указанных сортов многолетних трав содержится в другой статье данного сборника, остановился здесь лишь на наиболее существенных моментах технологии их возделывания.

Сорт нетрадиционной культуры – пырейник сибирский Машук – покоряет своей внешней привлекательностью. Этот злак имеет высокое содержание протеина 15–16% без азотной подкормки, но отличается труднотекучими семенами из-за длинных остей. Поэтому рекомендуется обрабатывать семена на шасталках или клеверотерках и высевать на склонах, подверженных водной эрозии, из переднего ящика зернотравяной сеялки в смеси с семенами однолет-

него райграса или проса, с постоянно работающей ворошилкой и нагнетателем. Винт глубины заделки его семян нужно вывернуть, обеспечив заделку в почву на глубину 3–5 см.

Эспарцет песчаный Петушок хорошо растёт в полевых севооборотах на бедных почвах: каменистых и песчаных. Это медоносное растение, подстраховывает клевер луговой в засушливые годы, но лучше других мирится с засоренностью посевов. Поэтому на более плодородных почвах, выщелоченном чернозёме, его нужно высевать нормой до 100–130 кг/га зерновой сеялкой с уменьшенными оборотами высевающего аппарата с глубиной заделки семян до 5–6 см. На склоновых землях и выводных полях это лучший компонент более долговечной культуры – козлятника восточного. При посеве из переднего ящика зернотравяной сеялки нормой 100 кг/га и козлятника восточного – 25–30 кг/га из заднего ящика можно получить высокий урожай полноценного корма в первые годы использования за счёт эспарцета, который в дальнейшем выпадает из травосмеси. Ни в коем случае нельзя высевать эспарцет из заднего ящика зернотравяной сеялки из-за плохой заделки семян на необходимую глубину и низкой полевой всхожести в засушливые годы.

Сорта клевера лугового – раннеспелый Пеликан и среднеспелый Присурский – лучшие предшественники для зерновых культур в полевых севооборотах на выщелоченном чернозёме и серых лесных почвах со среднекислой реакцией среды. В смеси с традиционным злаком – тимофеевкой луговой сорта Карабиха – они являются лучшим компонентом для кормовых севооборотов с 3-летним использованием.

Пёстрогибридная люцерна Лунинская 1 выведена для эффективного использования на орошаемой пойме с менее длительным затоплением талыми водами (10–15 дней). К сожалению, все сорта, выведенные с использованием дикорастущих популяций, отличаются нестабильной урожайностью семян.

Как и клевер луговой, райграс пастбищный даёт в первый год использования максимальный урожай полноценного корма. Сорт райграса пастбищного Веймар зимостоек и используется для создания краткосрочных пастбищных травосмесей.

Самым долговечным видом из бобовых трав является козлятник восточный Магистр, который можно использовать в прифермских севооборотах в течение 10–12 лет. Он даёт самый дешёвый и полноценный корм. Во влажные годы на плодородных почвах подстраховывает люцерну в получении стабильного урожая семян.

Весьма устойчивый злак на орошаемых землях с продолжительным затоплением (более 1 месяца) – тимофеевка луговая Карабиха. Этот многолетний злак недостаточно засухоустойчив и даёт изреженные всходы в засушливые годы. Лучшим компонентом для

неё в кормовом севообороте при трёхлетнем использовании является клевер луговой, за счёт биологического азота которого она хорошо кустится и даёт полноценный урожай в последующие годы использования.

В зелёном конвейере полноценных кормов первым звеном из многолетних злаков является ежа сборная Торпеда. Для выпаса скота в III декаде мая её нужно высевать в чистом виде или в простых травосмесях с райграсом пастбищным. По урожайности зелёной массы она не уступает традиционному злаку – озимой ржи, но заметно превосходит её по качеству и стоимости зелёного корма для выпасающего скота.

Универсальным многолетним злаком в условиях лесостепи Поволжья является овсяница луговая Пензенская 1. Она хорошо поедается всеми видами скота и используется как лучший компонент для люцерны в кормовом севообороте, т.к. угнетает её меньше, чем корневищный злак – кострец безостый. Эта высокоурожайная культура подстраховывает бобовые травы по семенной продуктивности во влажные годы.

Люцерна изменчивая Камелия обеспечивает высокий урожай полноценного корма. Выведена с участием южных сортов, отличающихся стабильной семенной продуктивностью, имеет более короткую цветочную трубку, доступную медоносным пчелам, но в годы с холодным и влажным маем не даёт высокого урожая семян. Для кормовых севооборотов – это лучшая из многолетних бобовых трав.

Нетрадиционный многолетний злак с длительным использованием на корм в течение 10–12 лет – овсяница тростниковая Сура. Является лучшим компонентом для козлятника восточного в прифермских севооборотах с длительным использованием многолетних трав. Эта культура имеет жёсткие листья с гофрированной поверхностью, поэтому в свежем виде плохо поедается скотом. Рекомендуется использовать её на сенаж и силос, поскольку в зелёной массе этой культуры много водорастворимых углеводов, в связи с чем она хорошо силосуется.

В 1997 г. нами разработана концепция развития кормопроизводства для Пензенской области до 2010 г. В ней дана оценка состояния фактических трёхлетних показателей (1994–1996 гг.) с планом на 2010 г. с учётом расширения посевных площадей под новыми высокопродуктивными сортами многолетних трав. Поскольку число фермерских хозяйств и личных подсобных хозяйств в области менялось (в связи с экономическим кризисом в сельском хозяйстве), мы опирались на те же данные, принимая 2010 г. более стабильным по структуре посевных площадей (табл. 2).

Основным грубым кормом для жвачных животных является сено и сенаж. Все бобовые травы, кроме козлятника восточного, быстро теряют листья при полевой сушке в прокосах. Поэтому большинство посевов многолетних бобовых трав должны убираться на сенаж. Многолетние злаки технологично более пригодны для уборки на сено.

Отличное сено получается с посевов овсяницы луговой и тимофеевки, подкормленных азотным удобрением. С посевов костреца безостого сено получается более грубым.

На зелёный корм в первом звене зелёного конвейера выгодно использовать в конце мая ежу сборную Торпеда, которая не уступает традиционной озимой ржи по урожайности массы, но превосходит её по качеству и стоимости корма, как все многолетние травы в сравнении с однолетними культурами.

Таблица 2 – Структура посевов и урожайность кормовых культур в Пензенской области

Кормовая культура	Фактические показатели за 1994–1996 г.		Плановые показатели на 2010 г.	
	посевная площадь, тыс. га	урожайность, т/га	посевная площадь, тыс. га	урожайность, т/га
Многолетние травы	293		400	
в т.ч. сено	182	1,2	230	1,7
на сенаж			70	6,8
зелёный корм	90	8,3	100	13,7
Кукуруза на силос	162	11,7	50	16,0
Однолетние травы	165		120	
в т.ч. на сено	56	1,2	80	1,5
зелёный корм	98	6,7	30	10,0
на зерносенаж			10	6,0
Прочие силосные	18	8,9	25	12,0
Корнеплоды	2	10,8	10	25,0

Посевы многолетних бобовых трав могут дать в поле отличный сенаж, т.к. их масса при провяливании в поле не теряет наиболее питательную часть урожая – листья. Поэтому в перспективном плане на 2010 г. мы рекомендуем хозяйствам области более эффективно использовать бобовые культуры, чтобы повысить в кормах содержание белка.

В хозяйствах области резко сократились в последние годы посевы кукурузы на силос. Стали возделываться в основном скороспелые гибриды, которые выгоднее убирать позднее на сенаж с початками в молочно-восковой спелости. Альтернатива кукурузе – суданская трава, которая вытесняет кукурузу из посевов в связи с

большим выходом сухого вещества и не меньшим содержанием водорастворимых углеводов в зелёной массе. Районированный в области сорт суданской травы Лунинская ежегодно даёт 1,0–1,4 т/га семян. Хорошо силосуется нетрадиционный многолетний злак – овсяница тростниковая Сура.

В таблице 3 приведены основные технологии заготовки кормов и качество получаемой продукции.

Таблица 3 – Основные технологии заготовки кормов и качество получаемого корма (ВИК, 2005 г.)

Вид корма и технология	Содержание в 1 кг корма	
	корм. ед.	сырого протеина, %
Сено		
Рассыпное полевой сушки	0,45-0,50	10-11
Прессованное сено	0,48-0,52	11-12
Активно вентилированное	0,70-0,72	15-16
Ускоренной сушки	0,80-0,83	17-18
Сенаж		
Провяленный до влажности 55-60%	0,35-0,40	5,9-6,0
- * - 65-70%	0,40-0,42	6,2-6,5
Силос		
Кукурузный с початками МВО	0,24	2-3

С учётом требований к качеству заготавливаемого корма и выхода обменной энергии в урожае составлен примерный баланс кормов и их питательность для хозяйств Пензенской области на 2010 г. (табл. 4).

Таблица 4 – Баланс кормов и их питательность для хозяйств Пензенской области на 2010 г.

Основной корм	Производство кормов, тыс. т		Выход ОЭ, ГДж		Сырой протеин, тыс. т	
	потреб.	обеспеч.	потреб.	обеспеч.	потреб.	обеспеч.
Зелёные корма	2100	2300	3400	3800	50	56
Сено	540	700	4030	5300	45	58
Сенаж	560	650	2400	2800	27	34
Сочные корма	2800	3200	1950	2280	60	67
в т.ч. силос	2500	2800	1800	2100	54	60
Корнеплоды	300	400	140	180	5	7
Концентраты	540	650	560	670	98	120
Итого	6540	7500	12430	14850	280	335
Итого, %	100	115	100	120	100	120

Таким образом, совершенствование структуры посевов кормовых культур с широким внедрением районированных сортов многолетних и однолетних трав, при прогрессивных технологиях кормопроизводства будет способствовать заготовке полноценных кормов к 2010 г. до 15 тыс. ГДж при содержании в них 335 тыс. т сырого протеина. Это позволит поднять продуктивность молочного скота до 3500 кг от фуражной коровы и повысить среднесуточные привесы скота на откорме до 500 г на голову.

———

УДК 633.2/.3:631.526.32

АДАПТИВНЫЕ СОРТА МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ – ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОГО КОРМОПРОИЗВОДСТВА

В.С. Епифанов

Дана характеристика основных биологических и хозяйственных свойств новых сортов многолетних трав селекции Пензенского НИИСХ.

Адаптивное кормопроизводство характеризуется широким видоразнообразием используемых в производстве однолетних и многолетних трав, относящихся к бобовому, мятликовому, капустному и другим семействам. Поэтому при колебаниях погодных условий культуры подстраховывают одна другую, позволяя стабилизировать производство кормов.

За последние 21 год в Пензенской ОблСХОС, а затем и НИИСХ было выведено и внесено в Государственный реестр по 9 регионам РФ 12 сортов 10 видов многолетних трав.

Основными методами селекционной работы с травами являются: массовый отбор наиболее приспособленных к местным почвенно-климатическим условиям растений, создание сложногибридных популяций по эколого-географическому принципу с использованием мировой коллекции лучших сортов ВИР и межсортовая гибридизация лучших форм из отобранных растений.

Пензенская область является в лесостепной зоне переходной по климатическим условиям между засушливым Поволжьем и обеспеченном влагой Нечерноземьем, что благоприятствует выведению нашими селекционерами климатически и экологически устойчивых сортов кормовых культур с высокой урожайностью полноценного корма и средообразующей функцией в полевых и кормовых севооборотах. В конкурсном и государственном сортоиспытании сорта превосходят по урожайности сена и семян ранее районированные

на 15–25%, поэтому они получили широкое распространение в хозяйствах области и занимают более 150 тыс. га, или 50% укосной площади многолетних трав.

С 1972 г., в связи с широким внедрением в хозяйствах страны культурных пастбищ, была начата селекционная работа с многолетними злаками в пойме реки Суры. Сорта злаковых трав Моршанской селекционной станции – тимофеевка луговая Марусинская 297, овсяница луговая Моршанская 1304 и ежа сборная Моршанская 143 – были взяты за стандарты при оценке многочисленных образцов коллекции ВИР.

Овсяница луговая Пензенская 1 выведена (в сотрудничестве со ст. научным сотрудником отдела кормовых культур, кандидатом с.-х. наук Г.Д. Савельевым) на Пензенской ОблСХОС методом гибридизации пойменного сорта Моршанская 1304 со степным экотипом Саратовского Заволжья (зооветеринарный институт) и многократным отбором на высокую семенную продуктивность. Сорт пригоден для полевого травосеяния и лугопастбищного использования. С 1989 г. внесён в Госреестр по четырём регионам России: Центральному, Волго-Вятскому, Средневолжскому и Уральскому (а.с. № 5013 от 4.07.1989 г.).

Куст прямостоячий, рыхлый. Стебель округлый, неопушённый, мягкий, высотой на семенном участке 82–93 см, кустистость сильная: 50–80 побегов на куст. Облиственность растений 72–83%. Листья крупные, неопушённые, мягкие, тёмно-зелёные. Содержание сырого протеина в сухом веществе 21–22% (при внесении аммиачной селитры на орошаемой пойме в дозе 240 кг/га). Отрастание весной и после укосов быстрое. Период от начала весенней вегетации до первого укоса 60–70 дней, до полного созревания семян – 87–102 дня.

В конкурсном сортоиспытания на орошаемой пойме в 1966–1987 гг. урожай зелёной массы с четырёх укосов составил 459 т/га, сухой массы – 9 т/га. По всем показателям новый сорт превышал исходный сорт Моршанская 1304 (табл. 1).

На двух госсортучастках Республики Чувашия урожай зелёной массы этого сорта за 1983–1987 гг. в среднем составил 98 т/га, а сбор сухого вещества – 10,6 т/га. Максимальный урожай семян – 1,46 т/га – был получен в 1986 г. на Вурнарском ГСУ этой республики, что выше урожайности ранее районированного сорта Дединовская 8 на 0,62 т/га. За все годы испытания овсяница луговая Пензенская 1 болезнями не поражалась и вредителями не повреждалась.

Таблица 1 – Конкурсное сортоиспытание овсяницы луговой на орошаемой пойме (1978–1987 гг.)

Год испытания	Моршанская 1304			Пензенская 1		
	высота, см	облиственность, %	урожай сухого вещества, т/га	высота, см	облиственность, %	урожай сухого вещества, т/га
1978 г.	52	77	10,0	54	79	11,6
1979 г.	54	77	12,2	56	79	13,4
1980 г.	58	77	8,4	60	81	9,0
1981 г.	54	68	5,6	56	73	6,2
1982 г.	60	69	7,0	62	72	7,9
1983 г.	72	78	8,7	73	82	9,9
1984 г.	56	81	7,8	58	86	8,7
1985 г.	48	81	7,4	51	89	7,8
1986 г.	48	74	6,7	50	76	7,6
1987 г.	54	70	6,4	56	72	7,3
Среднее за 10 лет	56	75	8,0	58	79	8,9
То же, %	100	100	100	100	105	112

Сорт овсяницы луговой успешно прошёл производственное испытание в совхозе «Долгоруковский» Сердобского района, где урожайность семян составила 1,2 т/га, почти на уровне с зерновыми культурами. Сорт отлично реагирует на внесение азотного удобрения при орошении (по 60 кг/га д.в. под каждый укос). Пензенской ОблСХОС была разработана технология возделывания сорта на семена в специальном севообороте ОПХ «Центральное». Осенью под зябь вносится фосфорно-калийное удобрение $P_{60}K_{90}$. Семена овсяницы луговой высеваются зернотравяной сеялкой СЗТ-3,6 под покров районированного сорта кормовых бобов Пензенские 16 из расчёта 18 кг/га (8 млн. шт./га). Ежегодно в 1-й декаде сентября на посевах вносится аммиачная селитра – по 60 кг/га д.в., что усиливает кущение растений и способствует массовому образованию укороченных вегетативных побегов. Урожай семян убирается в начале июля прямым комбайнированием (до уборки зерновых культур). Их подсушивают на крытом току и очищают на машинах «Петкус». Отаву скашивают на зелёный корм в конце августа кормоуборочным комбайном Е-281.

Основным недостатком бобовых трав на пойменных землях является их неустойчивость к длительному (15–20 дней) затоплению поймы талыми водами. Поэтому селекционерами А.К. Киселевой и В.С. Епифановым была поставлена задача вывести устойчивый сорт пёстрогибридной люцерны, характеризующегося также высокой урожайностью полноценной массы. За основу нового сорта была взята жёлтая люцерна в пойме, выдерживающая затопление

более трёх недель. Она была скрещена с районированным сортом синегибридной люцерны Большевьясская улучшенная, используемой в кормовом севообороте. С использованием массового отбора более урожайных и устойчивых форм в течение многих лет, нами была выведена пёстрогибридная люцерна Лунинская 1, которая внесена в Госреестр по Средневолжскому региону с 1987 г. (а.с. № 4405 от 14.10.87 г.).

Таблица 2 – Конкурсное сортоиспытание люцерны

Годы испытания	Большевьясская улучшенная			Лунинская 1		
	высота, см	облиственность, %	урожай сухого вещества, т/га	высота, см	облиственность, %	урожай сухого вещества, т/га
1969 г.	72	42	7,5	67	41	8,9
1970 г.	67	45	7,6	64	45	8,6
1971 г.	81	41	8,1	74	43	8,9
1972 г.	58	42	5,9	51	46	6,4
1973 г.	61	45	9,7	53	47	9,7
1974 г.	51	44	6,0	44	44	6,6
1975 г.	40	54	3,5	38	56	4,0
1976 г.	58	42	6,3	52	41	6,4
1977 г.	50	48	4,8	51	51	4,9
1978 г.	55	46	5,7	56	48	6,7
1979 г.	52	55	5,0	55	60	5,6
1980 г.	56	52	4,6	56	51	5,6
1981 г.	44	45	2,7	45	46	3,8
1982 г.	57	49	8,5	57	48	9,8
1983 г.	53	61	6,1	54	62	7,3
1984 г.	44	62	4,3	44	64	4,8
1985 г.	60	60	4,2	62	60	4,9
1986 г.	57	62	4,5	58	63	4,8
Среднее за 18 лет	56	50	5,8	54	51	6,5
То же, %	100	100	100	96	102	112

Куст люцерны Лунинская 1 прямостоячий, кустистость средняя, облиственность растений 48–54%. Стебли негрубые, слабо опущенные, ветвистые, высотой на семенном участке 65–87 см. Листья тёмно-зелёные, эллиптические, слабоопущенные. Соцветие – цилиндрическая кисть, венчики цветков пёстрые, с двумя оборотами, светло-коричневые. Семена жёлтые, почковидные. На Колышлейском ГСУ Пензенской области урожайность зелёной массы в среднем за 1983–1985 гг. составляла 29 т/га, сена – 8 т/га; на Ста-

ропольском орошаемом ГСУ в Земетчинском районе эти показатели составили соответственно 46 и 11,2 т/га, что гораздо выше, чем у районированного сорта синегибридной люцерны. Содержание сырого протеина в сухом веществе достигало 21–23%, а клетчатки не превышало 28–30%.

Люцерна Лунинская 1 хорошо отрастала после скашивания: высота растений перед первым укосом 56–78 см, перед вторым – 43–67 и перед третьим – 32–54 см. Вегетационный период составляет 98–112 дней, от начала вегетации до первого укоса 43–56 дней, от первого до второго – 28–35 и от второго до третьего – 32–38 дней. Новый сорт давал высокий урожай полноценного корма в кормовом севообороте, но был неустойчив по семенной продуктивности: в питомнике сохранения сорта в экспериментальном севообороте отдела семеноводства сорт Лунинская 1 не давал удовлетворительного урожая семян в течение ряда лет.

В селекционной работе с клевером луговым для полевых севооборотов был взят курс на выведение более раннеспелых сортов, способных даже при уборке на семена стать предшественником озимых культур после поверхностной обработки почвы. С этой целью в мировой коллекции ВИР отобраны высокоурожайные сорта раннеспелого клевера: Скриверский ранний, Раннеспелый 39, ВИК-7, Цудовны и образец из Югославии (К-37016). Путём их гибридизации и последующего массового отбора наиболее урожайных и устойчивых форм выведен новый сорт раннеспелого клевера Пеликан, который с 1992 г. был районирован в двух регионах России: Волго-Вятском и Средневолжском (а.с. № 5881 от 20.11.92 г.).

Куст раннеспелого сорта прямостоячий. Кустистость средняя. Стебли мягкие, высотой 56–67 см. Число междоузлий 5–8. Облиственность растений высокая, до 65%. Листья крупные, овальные, мягкие, тёмно-зелёного цвета. Прилистники яйцевидной формы. Соцветие – округлая головка, диаметром 2,5–2,8 см, плотная, лилово-красная. Семена яйцевидные, жёлто-фиолетовой окраски, размером 1,8–2,1 мм. Корневая система стержневая, хорошо развитая в пахотном слое почвы.

Сорт Пеликан быстро отрастает весной и после скашивания: во влажные годы обеспечивает три полноценных укоса. Достаточно засухоустойчив и зимостоек; начинает изреживаться со 2-го года использования; продолжительность вегетационного периода от начала весеннего отрастания до первого укоса 54–56 дней, от первого до второго 43–48, от второго до третьего – 21–25 дней, до полного созревания семян 96–102 суток. Содержание сырого протеина в сухом веществе составляет 18–21%, клетчатки – не более 23%.

В конкурсном сортоиспытании (1978–1987 гг.) в полевом севообороте при двухгодичном использовании сорт Пеликан дал урожай

зелёной массы в среднем 28 т/га, сухого вещества – 6 т/га и семян – 0,26 т/га, что выше урожайности позднеспелого клевера соответственно на 20, 23 и 21% (табл. 3).

Таблица 3 – Конкурсное сортоиспытание клевера лугового в полевом севообороте

Годы испытания	Пензенский 1			Пеликан		
	высота, см	облиственность, %	урожай сухого вещества, т/га	высота, см	облиственность, %	урожай сухого вещества, т/га
1978 г.	53	58	5,9	56	63	7,3
1979 г.	43	64	6,9	45	65	8,1
1980 г.	44	57	5,5	51	59	6,8
1981 г.	34	62	4,9	36	61	2,5
1982 г.	40	62	9,2	42	62	10,1
1983 г.	46	67	6,2	51	68	7,3
1984 г.	39	72	5,4	43	75	6,0
1985 г.	43	71	5,0	52	76	5,5
1986 г.	41	72	2,4	43	77	2,6
1987 г.	35	70	3,4	38	72	4,2
Среднее за 10 лет	43	65	5,2	45	68	6,0
То же, %	100	100	100	100	104	116

Максимальный урожай семян сорта получили в 1986 г. – с каждого из 7 га посевов предварительного размножения по 0,4 т кондиционных семян. Такой же урожай семян получили на Кузнецком ГСУ на выщелоченном чернозёме.

Раннеспелый клевер Пеликан характеризуется стабильной семенной продуктивностью: в годы с засушливой весной даёт высокий урожай семян в первом укосе (за счёт осенне-зимних осадков), а в годы с сырым и холодным маем быстро отрастает после скашивания на корм и обеспечивает хороший урожай семян во втором укосе, как в совхозе «Вазерский» Бессоновского района. За 5 лет испытаний на Можгинском ГСУ в Республике Чувашия сорт клевера Пеликан обеспечил средний урожай сухого вещества 5,3 т/га. Содержание белка в сухом веществе достигало 25,9%, что на 3,6% выше ранее районированного сорта Фаленский 1.

Ранее районированный сорт позднеспелого клевера лугового Пензенский 1 был хорошо приспособлен к местным почвенно-климатическим условиям и давал ежегодно хороший урожай полноценного корма. Поэтому при дальнейшей работе с клевером луговым мы задались целью вывести столь же урожайный, но с более коротким вегетационным периодом сорт, который был бы пригоден для возделывания на семена. Методом создания сложногибридной по-

пуляции из высокоурожайных сортов Пензенский 1, Приморский 28, Мордовский и Бийский местный нам удалось после многократного отбора лучших форм вывести среднеспелый сорт клевера лугового Присурский, который был районирован в Средневолжском регионе с 1995 г. (а.с. № 6660 от 5.05.1995 г.).

Рекордный урожай полноценной зелёной массы с четырёх укосов получили на орошаемых землях Волгоградской области при внесении полного минерального удобрения $N_{160}P_{110}K_{125}$ в опыте ВНИИОЗ (Дронова Т.Н., 2004) на 2-м году жизни – 103 т/га. Такой урожай в тех условиях не обеспечила ни одна бобовая трава: ни районированные сорта люцерны, ни козлятник восточный.

На бедных почвах, песчаных и каменистых, с низким содержанием гумуса ни один вид бобовой травы не может конкурировать в полевом севообороте с эспарцетом песчаным. Поэтому для южных районов лесостепной зоны Поволжья нам удалось методом создания сложно-гибридной популяции на основе высокоурожайных сортов мировой коллекции ВИР: Хакасского, Камышинского, Монгольского (К-29987) и Швейцарского (К-16303), вывести высокоурожайный сорт эспарцета Петушок, названного по форме его семян (в виде петушиного гребня). Сорт был внесён в Госреестр в 1995 г. по двум регионам России: Средневолжскому и Уральскому (а.с. № 6668 от 5.05.1995 г.).

В конкурсном сортоиспытании в среднем за 7 лет (1982–1988 гг.) сорт обеспечил урожай сухого вещества 5,2 т/га, что на 15% выше урожайности широко распространенного сорта Песчаный 1251. Сорт Петушок имел высокую облиственность растений – 59% при средней высоте растений по двум укосам – 63 см (табл. 4).

Таблица 4 – Конкурсное сортоиспытание эспарцета в полевом севообороте

Годы испытания	Песчаный 1251			Петушок		
	высота, см	облиственность, %	урожай сухого вещества, т/га	высота, см	облиственность, %	урожай сухого вещества, т/га
1982 г.	53	42	8,4	56	48	9,6
1983 г.	71	55	5,6	73	61	5,9
1984 г.	50	52	2,9	54	58	3,6
1985 г.	65	56	4,1	68	60	4,9
1986 г.	64	57	2,8	67	60	3,5
1987 г.	51	54	3,8	54	58	4,3
1988 г.	65	62	3,9	67	68	4,6
Среднее за 7 лет	60	54	4,5	63	59	5,2
То же, %	100	100	100	105	108	115

Это многолетняя бобовая трава. Форма розетки при отрастании восходящая. Куст прямостоячий средний грубости, высотой на семенном участке 80–100 см. Ветвистость и кустистость средние. Листочки мягкие, крупные, ланцетные. Прилистники яйцевидные, коричневые. Соцветие – веретеновидная кисть длиной 8–12 см, розовая. Эспарцет – отличный медонос, легко опыляется культурными пчелами. Бобы и семена почковидные, окраска их серовато-бурая. Масса 1000 семян 18–21 г. Корневая система стержневая, хорошо развитая в пахотном слое почвы.

Сорт эспарцета Петушок – интенсивного типа, быстро отрастает после скашивания, даже в острозасушливые годы обеспечивает два укоса полноценного корма. Длина вегетационного периода от весеннего отрастания до первого укоса 45–54 дня, от первого до второго – 32–43 дня и до полного созревания семян – 78–87 дней. Сорт характеризуется высокой зимостойкостью и засухоустойчивостью, не требователен к почве: хорошо растёт даже на каменистых почвах. В сравнении с другими видами бобовых трав мирится с сорняками в посевах. Поэтому для повышения полевой всхожести его семена нужно высевать любой зерновой сеялкой на пониженных оборотах высевающего аппарата на глубину не более 5 см, для чего уменьшают глубину заделки семян винтами сеялки.

Из многолетних злаков самый ранний корм для скота даёт ежа сборная Торпеда – во 2-й декаде мая. По урожайности зелёной массы она не уступает традиционной озимой ржи, но по качеству корма превосходит её. Если раньше ежу сборную рекомендовали вводить в состав сложных травосмесей на культурном пастбище, в которых она быстро снижала питательную ценность, выбрасывая метёлку уже в конце мая и мешая поеданию других трав, то теперь мы рекомендуем этот интенсивный злак высевать в чистом виде в качестве первого звена зелёного конвейера, или в простых смесях с райграсом пастбищным, дающим максимальный урожай в первый год использования. Со второго года пользования ежа доминирует в этой смеси.

Сорт Торпеда выведен методом создания сложногибридной популяции из 7 лучших отечественных сортов: Томская, Новгородская, Моршанская 143, Невская местная, Свердловская 79, Двина и Алтайская. В конкурсном сортоиспытании на орошаемой пойме при внесении высокой дозы аммиачной селитры 240 кг/га она в среднем за 6 лет (1984–1989 гг.) обеспечила четыре полноценных укоса зелёной массы – 38 т/га и сухого вещества – 8,6 т/га, что выше урожайности исходного сорта Моршанская 143 соответственно на 15 и 20% (табл. 5).

Таблица 5 – Конкурсное сортоиспытание ежи сборной на орошаемой пойме

Годы испытания	Моршанская 143			Торпеда		
	высота, см	облиственность, %	урожай сухого вещества, т/га	высота, см	облиственность, %	урожай сухого вещества, т/га
1984 г.	78	82	10,1	83	83	12,0
1985 г.	65	75	8,5	68	77	10,2
1986 г.	63	73	5,3	70	76	6,5
1987 г.	67	71	7,1	76	72	8,7
1988 г.	62	71	5,2	65	71	6,3
1989 г.	64	73	7,3	67	74	8,2
Среднее за 6 лет	67	74	7,2	72	76	8,6
То же, %	100	100	100	108	102	120

Сорт ежи сборной Торпеда внесён в Госреестр с 1996 г. по трём регионам России: Северо-Кавказскому, Средневолжскому и Дальневосточному (а.с. № 7124 от 6.02.1996 г.). Высота травостоя на семенном участке колебалась в пределах 100–120 см. Сорт устойчив к полеганию, имеет сильную кустистость (43–56 стеблей). Облиственность растений высокая – 72–78%. Содержание сырого протеина в сухом веществе 17,6–19,8% (при азотной подкормке). Средняя урожайность семян – 0,3 т/га. В питомнике предварительного размножения с каждого из 4 га широкорядного посева в Центральном ОПХ получен за 5 лет использования суммарный урожай семян – 2,1 т.

Ежа сборная Торпеда – многолетний рыхлокустовой злак озимого типа развития. Куст прямостоячий, средней плотности. Стебли округлые, жёсткие, неопушённые длиной 87–123 см. Листья крупные, удлинённые, с опушением по краям, светло-зелёные, поникшие, средней мягкости. Язычок удлинённо-заострённый. Соцветие – рыхлая метёлка длиной 12–18 см, светло-коричневая, с остями на колосковых чешуях. Колоски скрученные, жёлто-зелёные, 4–6 цветков. Колосковые чешуи удлинённо-заострённые. Семена трёхгранные, 5–6 мм, серые. Масса 1000 семян 1,2–1,3 г. Корневая система мочковатая, мощная, хорошо развитая в пахотном слое почвы, что обеспечивает ей более высокую засухоустойчивость по сравнению с другими луговыми травами.

Длина вегетационного периода от весеннего отрастания до первого укоса 43–54 дня, от первого до второго 32–43 дня, от второго до третьего 34–45 дней и от третьего до четвёртого 28–32 дня, а до полного созревания семян – 89–94 дня. Семенные посевы убираются раньше зерновых культур, иначе они быстро осыпаются.

Это агрессивный злак, он хорошо внедряется в посевы других культур и даже вытесняет сорняки (при внесении аммиачной селитры).

Вместе с коллекцией образцов овсяницы луговой мы получили из ВИРа несколько образцов новой культуры – овсяницы тростниковой, более долговечного вида из многолетних злаков. Эта трава способна произрастать на одном месте 10–12 лет, в прифермских севооборотах с длительным использованием многолетних трав она может стать самым надёжным спутником ценной бобовой травы – козлятника восточного. В коллекционном питомнике выделился дикий образец овсяницы тростниковой с острова Сахалин (К-29487): он выделялся среди других сортов мощным развитием. После скрещивания его с культурным сортом овсяницы тростниковой Краснодарская 50 и многократного отбора был выведен сорт Сура, внесённый в Госреестр с 1996 г. по трём регионам России: Волго-Вятскому, Центрально-Черноземному и Средневолжскому (а.с. № 7136 от 6.02.1996 г.).

В конкурсном сортоиспытании на орошаемой пойме при внесении аммиачной селитры в дозе 240 кг/га урожай зелёной массы с четырёх укосов в среднем за 6 лет (1979–1984 гг.) составил 50 т/га и сухого вещества – 10,8 т/га, что выше урожайности исходного сорта на 16% (табл. 6).

Таблица 6 – Конкурсное сортоиспытание овсяницы тростниковой на орошаемой пойме (1979–1984 гг.)

Годы испытания	Краснодарская 80			Сура		
	высота, см	облиственность, %	урожай сухого вещества, т/га	высота, см	облиственность, %	урожай сухого вещества, т/га
1979 г.	54	77	11,2	58	79	14,2
1980 г.	58	79	10,2	65	81	12,3
1981 г.	63	69	6,5	67	72	7,6
1982 г.	73	80	10,2	78	83	11,5
1983 г.	65	72	9,3	69	75	10,3
1984 г.	60	66	8,7	63	68	9,2
Среднее за 6 лет	62	74	9,3	67	76	10,8
То же, %	100	100	100	108	104	116

Овсяница тростниковая Сура – озимый верховой слабокорневищный злак, высотой на семенном участке 120–150 см, устойчив к полеганию. Кустистость сильная: 30–50 стеблей на куст. Облиственность растений высокая, 72–78%. Жёсткие листья имеют гофрированную поверхность, благодаря чему лучше усваивают солнечную энергию. Хуже поедается скотом, чем овсяница луговая. Посевы овсяницы тростниковой в полевом севообороте Центрального

ОПХ на площади 10 га использовали на семена в течение 12 лет. В конце лета подкашивали кормоуборочным комбайном Е-281 и затем в 1-й декаде сентября подкармливали аммиачной селитрой в дозе 60 кг/га д.в. Новая культура рекомендуется для использования на сенаж и силос, т.к. содержит в зелёной массе много растворимых углеводов.

Самым устойчивым злаком к длительному затоплению поймы талыми водами (более 1-го месяца) является тимофеевка луговая. С использованием мировой коллекции лучших сортообразцов ВИР: Казаровичская, Ивановская, Сарненская 35, Киргизская и Московская 1480 – методом создания сложногибридной популяции на основе дикорастущего образца из Ярославской области был получен высокоурожайный сорт тимофеевки луговой Карабиха, который с 1997 г. Внесён в Госреестр по 4-м регионам России: Северо-Западному, Центральному, Волго-Вятскому и Средневолжскому (а.с. № 26520 от 12.02.1997 г.).

В конкурсном сортоиспытании на орошаемой пойме за 7 лет (1982–1988 гг.) при внесении аммиачной селитры в дозе 240 кг/га сорт обеспечил с четырёх укосов средний урожай зелёной массы – 38 т/га и сухого вещества – 8,0 т/га, что на 18% выше урожайности ранее районированного сорта Марусинская 297 (табл. 7).

Таблица 7 – Конкурсное сортоиспытание тимофеевки луговой на орошаемой пойме

Годы испытания	Марусинская 297			Карабиха		
	высота, см	облиственность, %	урожай сухого вещества, т/га	высота, см	облиственность, %	урожай сухого вещества, т/га
1982 г.	56	72	8,9	63	78	10,3
1983 г.	67	76	9,2	71	80	10,2
1984 г.	58	74	6,7	60	76	8,3
1985 г.	54	73	7,2	57	75	8,7
1986 г.	52	72	5,4	56	74	6,5
1987 г.	58	68	5,3	60	70	5,8
1988 г.	51	70	5,1	54	73	6,5
Среднее за 7 лет	57	72	6,8	60	75	8,0
То же, %	100	100	100	105	104	118

Облиственность растений достигает 73–78%. Содержание сырого протеина в сухом веществе колеблется от 15 до 18%, содержание клетчатки не превышает 25–28%. Зелёная масса и семена хорошо поедаются всеми видами скота. Средняя урожайность семян в кормовом севообороте составила 0,3–0,4 т/га, а максимальная – 0,8 т/га – была получена в первый год использования, после

выхода из-под покрова суданской травы Лунинская и азотной подкормки в 1-й декаде сентября.

В отличие от многолетних злаков озимого типа развития тимофеевка в год посева менее устойчива к засухе: её мелкие семена в такие годы дают изреженные всходы.

Тимофеевка луговая Карабиха – это верховой многолетний злак ярово-озимого типа развития. Куст прямостоячий, средней плотности. Стебли прямые, гладкие, высотой до 80 см, средней грубости. Кустистость на пойме при орошении сильная: 25–34 стебля. Листья линейные, средней мягкости, длиной 15–23 и шириной 0,5–0,8 см, не опущенные, светло-зелёные. Язычок плёнчатый, острый. Соцветие – цилиндрический султан длиной 8–12 см, плотный, безостый, окраска серая. Колоски удлинённой формы, зеленовато-жёлтые, одноцветковые. Колосковые чешуи округлые, киль острый. Семена светло-серые, мелкие, 0,8–1,2 мм. Масса 1000 семян 0,5–0,6 г. При обмолоте зерноуборочным комбайном на больших оборотах барабана семена теряют оболочку, значительно снижая всхожесть. Корневая система мочковатая. Длина вегетационного периода от весеннего отрастания до 1-го укоса 43–48 дней, от 1-го до 2-го – 32–35, от2-го до 3-го – 34–38, от 3-го до 4-го – 28–34 дня и при созревании семян – 98–112 дней. Сорт характеризуется высокой зимостойкостью. Хорошо растёт на серых лесных и кислых почвах (лучший компонент для клевера лугового в полевом севообороте), на выщелоченном чернозёме является хорошим компонентом для люцерны в кормовом севообороте.

Лучшим компонентом в травопольных севооборотах на черноземных почвах в Среднем Поволжье ранее считался кострец безостый (Вильямс В.Р., 1936). Мы считаем, что этот зимостойкий и засухоустойчивый злак непригоден для кормовых севооборотов с люцерной из-за сильного засорения его посевов злейшим корневищным сорняком – пыреём ползучим: через 2–3 года последний вытесняет кострец из смеси, и посевы становятся не пригодными для уборки на семена. Вместо районированного сорта костреца безостого Пензенский 1 мы пытались внедрить слабокорневищный сорт Пелур, выведенный на основе эстонского безкорневищного сорта Лехис, и передали сорт в Государственное сортоиспытание. На Старополянском ГСУ в Земетчинском районе сорт Пелур дал рекордный урожай семян – более 1,2 т/га, – но уступил сорту Моршанец по урожайности корма, поэтому был снят с Государственного сортоиспытания.

Преимущество возделывания многолетних злаков на орошаемой пойме доказано в многолетних исследованиях (1981–1987 гг.). Их использовали в полевом севообороте без орошения и в пойме

при внесении различных доз азотного удобрения (180 и 360 кг/га) при трёх-четырёх укосах зелёной массы (табл. 8).

Таблица 8 – Урожайность сухого вещества многолетних злаков при различном использовании (1981–1987 гг.)

Культура	Сорт	Урожайность сухого вещества, т/га			Отзывчивость, %	
		без орошения N_{180}	при орошении		на орошение	на азот
			N_{180}	N_{360}		
Кострец безостый	Пензенский 1	2,6	6,8	7,7	263	113
	Пелур	2,8	7,2	8,3	254	115
Ежа сборная	Моршанская 143	2,1	7,1	8,1	336	113
	Торпеда	2,1	7,6	8,9	359	117
Овсяница луговая	Моршанская 1304	1,5	6,3	7,3	428	115
	Пензенская 1	1,7	7,2	8,3	432	115
Овсяница тростниковая	Краснодарская 50	1,3	6,9	7,6	512	110
	Сура	1,4	7,6	8,5	530	113
Тимофеевка луговая	Марусинская 297	1,2	6,8	7,5	557	110
	Карабиха	1,3	6,9	7,7	554	111

В поле без орошения многолетние злаки дали низкий урожай сухого вещества – 1,2–2,8 т/га, но все они хорошо реагировали на орошение: урожайность повысилась в 2,5–5,6 раза. Наиболее отзывчивым на орошение была тимофеевка луговая – урожайность с трёх укосов на орошении повысилась до 6,8–6,9 т/га. Более отзывчивыми на удобрение при четырёхукосном использовании оказались интенсивные злаки: овсяница луговая и ежа сборная. Ежа сборная Торпеда обеспечила максимальный урожай сухого вещества – 8,9 т/га, что на 17% больше, чем при менее интенсивном использовании.

Самым мало отзывчивым на факторы интенсификации был кострец безостый: на пойме при орошении он повышал урожайность сухого вещества в 2,5–2,6 раза. Меньше других злаков реагировал он и на внесение аммиачной селитры при орошении, хотя в поле этот корневищный злак был более урожайным – 2,6–2,8 т/га.

Все сорта злаковых трав значительно повышали качество корма на орошаемой пойме при внесении аммиачной селитры: содержание сырого протеина в сухом веществе возрастало с 12–15% до 18–21%. Содержание нитратного азота в нем было в пределах допустимого (0,1–0,2%).

Селекционную работу с люцерной продолжили с целью выведения более урожайного по семенной продуктивности сорта, для чего в качестве исходного материала привлекли южные сорта с высокой семенной продуктивностью: Комета (Одесского СХИ), Спарта

(Краснодарского НИИСХ) и Ярославна (Украинского НИИЗ). В результате межсортовой гибридизации и многократного массового отбора лучших растений с короткой цветочной трубкой получили сорт люцерны изменчивой Камелия. Благодаря высокой урожайности сухого вещества (более 10 т/га) и стабильной семенной продуктивности (0,3–0,4 т/га) люцерна Камелия была включена в Государственный реестр селекционных достижений с 1999 г. и рекомендована к использованию в четырёх регионах России: Волго-Вятском, Центрально-Черноземном, Средневолжском и Западно-Сибирском (а.с. № 29234 от 11.02.1999 г.).

В конкурсном сортоиспытании в кормовом севообороте в среднем за 5 лет (1990–1994 гг.) урожай сухого вещества составил 10,9 т/га и семян – 0,38 т/га, что выше урожайности ранее районированного сорта пёстрогибридной люцерны Лунинская 1 соответственно на 17 и 23% (табл. 9).

Таблица 9 – Конкурсное сортоиспытание люцерны в полевом севообороте

Годы испытания	Лунинская 1			Камелия		
	высота, см	облиственность, %	урожай сухого вещества, т/га	высота, см	облиственность, %	урожай сухого вещества, т/га
1990 г.	58	56	11,3	62	58	12,8
1991 г.	54	53	8,1	60	54	10,2
1992 г.	60	55	9,5	65	57	10,9
1993 г.	63	59	9,4	68	61	10,9
1994 г.	64	63	7,9	67	63	9,5
Среднее за 5 лет	60	57	9,3	64	59	10,9
То же, %	100	100	100	107	102	117

Содержание сырого протеина в сухом веществе достигает 19–21%, клетчатки не превышала 23–25%. Зелёная масса и сено хорошо поедаются всеми видами скота. Длина вегетационного периода от весеннего отрастания до 1-го укоса 45–54 дня, от 1-го до 2-го укоса – 28–34 и от 2-го до 3-го – 32–38 дней, до созревания семян – 108–112 дней.

Люцерна изменчивая Камелия – многолетняя бобовая трава. Куст прямостоячий. Стебли мягкие. При уборке на семена высотой 78–89 см. Ветвистость хорошая. Кустистость средняя – 8–12 стеблей. Листья нежные, средней величины, удлинённо-эллиптические. Соцветие – цилиндрическая кисть средней рыхлости длиной 3–4 см. Окраска цветков сине-фиолетовая. Цветки имеют короткую трубку и могут раскрываться медоносными пчелами. Бобы спиральные, в три оборота. Семена почковидные, средние по размерам,

светло-жёлтые. Масса 1000 семян 2,1–2,3 г. Корневая система стержневая, хорошо развитая в пахотном слое почвы.

В последние годы к районированным сортам многолетних трав стали предъявлять требования устойчивости к многолетнему использованию и неблагоприятным факторам среды. Реакция различных сортов многолетних бобовых трав на условия выращивания в полевом севообороте на выщелоченном чернозёме лесостепной зоны показана в таблице 10.

Таблица 10 – Урожайность сухого вещества различных сортов многолетних бобовых трав (1977–1986 гг.)

Культура	Сорт	Урожайность АСВ по годам, т/га									
		1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Люцерна	Большевьясская улучшенная	4,8	6,7	5,0	4,6	2,7	8,3	7,1	4,3	4,1	4,7
	Лунинская 1	4,5	8,1	5,3	5,7	3,6	10,0	8,5	4,6	5,0	5,1
Клевер луговой	Пензенский 1	5,4	5,4	5,7	4,5	1,3	8,1	5,3	1,6	1,6	1,6
	Пеликан	6,3	6,7	6,8	5,7	1,6	9,2	6,2	1,9	1,6	1,8
Эспарцет	Песчаный 1251	3,9	4,7	3,2	4,5	3,8	4,7	5,2	3,0	4,4	2,8
	Петушок	4,3	5,5	3,6	5,6	4,3	5,3	5,5	2,3	4,4	3,3
$НСР_{05}$		0,9	1,3	1,2	0,9	0,8	0,8	1,0	0,9	0,8	1,1

Эти данные позволяют сравнить виды бобовых трав и найти для каждого оптимальную нишу в полевом кормопроизводстве. Если клевер луговой хорошо растёт на серых лесных и кислых почвах в полевых севооборотах, то более засухоустойчивый эспарцет требует больше тепла на бедных почвах: песчаных и каменистых. Люцерна более требовательна к плодородию почвы и хорошо растёт в кормовом севообороте на чернозёме не менее трёх лет. Так, в острозасушливом 1981 г. районированный сорт позднеспелого клевера Пензенский 1 дал самый низкий урожай сухого вещества – 1,3 т/га, а засухоустойчивый вид – эспарцет Петушок – в тех же условиях обеспечил урожай сухого вещества 4,3 т/га, или в 3,4 раза выше позднеспелого клевера.

Самым долговечным видом из бобовых трав является козлятник восточный. Впервые в Пензенской области эта бобовая культура стала возделываться в совхозе «Магистральный» Пензенского района с 1983 г. Главный агроном хозяйства Виктор Павлович Горельников ездил в Эстонскую ССР и привез 4 кг семян сорта Гале. Семена посеяли летом по чистому пару сеялкой СОН-2,8. За 4 года (1985–1988 гг.) посевы в совхозе «Магистральный» увеличились в 5 раз с 33 до 168 га.

После восьмилетнего возделывания в совхозе «Магистральный» сорта Гале были отобраны лучшие растения и массовым отбором в течение ряда лет вывели новый сорт Магистр, назвав его в

честь хозяйства. Сорт рекомендован для внедрения на склоновых землях, подверженных эрозии, и прифермских севооборотов с длительным использованием многолетних трав в различных регионах, внесён в Госреестр с 2000 г. (а.с. № 33371 от 1.02.2000 г.).

Таблица 11 – Конкурсное сортоиспытание козлятника восточного в полевом севообороте

Годы испытания	Гале			Магистр		
	высота, см	облиственность, %	урожай сухого вещества, т/га	высота, см	облиственность, %	урожай сухого вещества, т/га
1990 г.	49	56	3,2	57	58	3,7
1991 г.	50	59	4,0	59	60	4,8
1992 г.	51	61	4,6	56	65	6,1
1993 г.	63	54	8,9	65	60	10,9
1994 г.	65	52	10,6	68	54	13,6
Среднее за 5 лет	56	57	6,3	61	59	7,6
То же, %	100	100	100	109	103	120

В конкурсном сортоиспытании за 5 лет (1995–1999 гг.) средний урожай сухого вещества составил 7,6 т/га и семян – 0,4 т/га, что выше урожайности исходного сорта Гале соответственно на 20 и 17%. Весной козлятник восточный отрастает раньше традиционных видов – люцерны и эспарцета, – раньше формирует полноценную массу. Сорт Магистр превосходит люцерну изменчивую Камелия по содержанию сырого протеина в сухом веществе 20–23%, но уступает ей по содержанию кальция (1,5–1,8%). Это медоносное растение цветёт в июне и созревает в июле. Вегетационный период от весеннего отрастания до 1-го укоса 45–54 дня, от 1-го до 2-го – 56–65, а до созревания семян 100–110 дней.

Козлятник восточный Магистр – многолетнее бобовое растение корнеотпрыскового типа с продолжительностью использования 8–12 лет. Требователен к плодородию почвы, влаголюбив, высотой 110–130 см. Стебли прямые, полые, хорошо облиственные (56–67%). Листья непарноперистые, с 5–6 парами листочков на коротких черешках. При сушке на сено в отличие от люцерны они не осыпаются. Соцветие – многоцветковая удлинённая кисть. Венчик цветка голубовато-фиолетовый. Бобы линейные, повислые и заострённые. Семена гладкие, почковидные, жёлтые. Масса 1000 семян 6–7 г.

Учёные ВНИИОЗ (Дронова Т.Н. и др., 2007) подсчитали число клубеньков на корнях различных видов многолетних бобовых трав в условиях орошения на втором году жизни. Оказалось, что максимальное количество активных клубеньков было в первом укосе на корнях козлятника восточного Магистр – 42,3 шт./растение, в то

время как у районированного сорта люцерны Надежда насчитывалось всего 31,0 штук на растение, т.е. было на 36% меньше. Сорт Магистр превосходил другие виды и сорта бобовых трав и по выходу кормовых единиц в 1 кг сухого вещества – 0,67, что по питательности на 12% больше люцерны.

Качество кормов различных сортов многолетних бобовых трав ежегодно определяет агрохимическая лаборатория Пензенского НИИСХ (табл. 12).

Таблица 12 – Качество корма сортов многолетних бобовых трав (1996–2002 гг.)

Культура	Сорт	Показатели, % к АСВ			
		сырой протеин	фосфор	кальций	клетчатка
Люцерна	Лунинская 1	18,7	0,32	2,5	26,9
	Камелия	19,8	0,36	2,3	25,8
Эспарцет	Петушок	16,7	0,32	1,7	27,4
Козлятник восточный	Гале	18,6	0,28	1,5	26,0
	Магистр	20,8	0,35	1,7	24,8

Наиболее высокое содержание сырого протеина в сухом веществе (20,8%) отмечалось у козлятника восточного Магистр, наименьшее – у эспарцета Петушок (16,7%). По концентрации фосфора и кальция доминировала люцерна Камелия, соответственно 0,36 и 2,18%, т.е. по содержанию кальция она превосходила козлятник на 32%. Поэтому для молодняка крупного рогатого скота сенаж из люцерны – более полноценный корм, чем из других бобовых трав. Самое низкое содержание клетчатки отмечалось у козлятника восточного Магистр – 24,8%.

Селекционер Восточно-Казахстанской опытной станции Филипп Михайлович Маштаков прислал образец пырейника сибирского ВК-74. Культура очень понравилась: выглядела как пониклый ячмень с мохнатым колосом. Путём многократного отбора наиболее урожайных и устойчивых форм удалось вывести сорт пырейника сибирского Машук, названного в честь бывшего целинника. Сравнивали мы его с традиционным многолетним злаком – кострецом безостым Пензенский 1. Новый злак превосходил стандарт по содержанию в корме сырого протеина 15–18%, хотя семенные посевы не подкармливали, но имел труднотекучие семена с длинными остями. С 2000 г. новая культура была внесена в Госреестр по всем зонам РФ (а.с. № 26509 от 9.02.2000 г.).

Сорт Машук отличается высокой зимостойкостью, хорошей засухоустойчивостью, широкой пластичностью к разным условиям произрастания и длительным периодом вегетации. В видосортоиспытании многолетних трав в полевом севообороте на выщелочен-

ном чернозёме урожай сухого вещества сорта Машук с двух укосов составил 4,8 т/га, что на 17% выше урожайности районированного сорта костреца безостого Пензенский 1. Кормовая масса хорошо поедается всеми видами скота и отличается высоким содержанием сырого протеина 15–18% (без подкормки азотом).

Это верховой рыхлокустовой злак. Максимальный урожай семян формируется на 2–3 год использования и достигает 0,4 т/га, что на 23% выше семенной продуктивности костреца безостого. Куст прямой, хорошо облиственный (67–76%), сизоватый, высотой 100–120 см. Стебли прямые, гладкие, у основания толстые. Листья крупные, линейные, сизовато-зелёные, шероховатые, длиной 28–38 и шириной 1,0–1,2 см. Соцветие – крупный, рыхлый, поникающий, остистый колос длиной 12–23 см. Зерновка продолговатая, серовато-го цвета с желобком и коленчатой остью длиной 8–10 см. Масса 1000 семян 2,8–3,2 г. Корневая система глубокая, хорошо развитая в пахотном слое почвы.

Пырейник сибирский имеет труднотекучие семена с мягкими остями, затрудняющими высев в чистом виде. Поэтому мы рекомендуем перед посевом пропускать их через шасталку или клеверотерку. При посеве зернотравяной сеялкой в семена пырейника можно добавлять семена райграса пастбищного или тимофеевкой луговой. В качестве покровной культуры можно использовать просо или райграс однолетний, смешивая их семена и высевая из переднего ящика зернотравяной сеялки, в которой постоянно работают ворошилка и нагнетатель. Сжатие пружин на дисках уменьшает винтом сеялки.

В лесостепной зоне Поволжья фазы развития пырейника сибирского Машук проходят быстро: перед первым укосом высота его травостоя достигает 80–90 см, а перед вторым – 50–60 см. От весеннего отрастания до 1-го укоса проходит 38–43 дня, от 1-го до 2-го – 45–56 дней. В зависимости от погодных условий вегетационный период при уборке на семена длится 89–98 суток. К почвам эта культура нетребовательна, поэтому хорошо растёт на склоновых землях, подверженных водной эрозии. В многолетних смесях с бобовыми травами держится до 5 лет.

Если из бобовых трав самый урожайный в первый год использования является клевер луговой, то из многолетних злаков в этом качестве выступает райграс пастбищный. Так, во влажном 1976 г. при орошении и внесении аммиачной селитры в дозе 240 кг/га с четырёх укосов он дал на пойменных землях рекордный урожай в первый год использования: зелёной массы – 87 т/га и сухого вещества – 20,3 т/га при урожайности районированного сорта люцерны в Учхозе Пензенского СХИ при орошении – 16,5 т/га. С 2006 г. сорт внесён в Госреестр по четырём регионам РФ.

На основе более зимостойкого сорта из ФРГ (К-38941) от скрещивания его с отечественным сортом Моршанский 1 и литовского Вея нами был выведен новый сорт райграса пастбищного Веймар, названного в честь родины И.В. Гете (патент № 3826 от 28.12.2007 г.). В конкурсном сортоиспытании на пойме без орошения при внесении аммиачной селитры в дозе 120 кг/га сорт за 5 лет (1994–1998 гг.) имел среднюю высоту травостоя по двум укосам – 52 см, при высокой облиственности растений – 78%, и обеспечил урожай сухого вещества 7,0 т/га, что на 15% выше урожайности сорта Моршанский 1 (табл. 13).

Таблица 13 – Конкурсное сортоиспытание райграса пастбищного на пойме

Годы испытания	Моршанский 1			Веймар		
	высота, см	облиственность, %	урожай сухого вещества, т/га	высота, см	облиственность, %	урожай сухого вещества, т/га
1994 г.	67	72	8,7	68	76	9,6
1995 г.	65	78	7,6	67	80	8,5
1996 г.	41	80	4,6	45	82	5,7
1997 г.	40	79	4,8	42	79	5,8
1998 г.	34	72	4,6	38	73	5,4
Среднее за 5 лет	45	76	6,1	52	78	7,0
То же, %	100	100	100	115	103	115

Сорт Веймар оказался более скороспелым и имел крупные семена: масса 1000 семян составляет 2,3–2,5 г. В конкурсном сортоиспытании в полевом севообороте урожай семян составил 0,43 т/га. Со второго года пользования эта культура начинает изреживаться и затем уступает по урожайности традиционным злакам. Так, в одном из опытов на орошаемой пойме ежа сборная Торпеда доминировала в простой смеси и дала на пятый год использования с четырёх укосов при подкормке аммиачной селитрой высокий урожай зелёной массы – 45 т/га, сухого вещества – 16,5 т/га.

Райграс пастбищный Веймар – рыхлокустовой, низовой злак. Куст прямостоячий, образует во влажные годы от 100 до 200 побегов. Стебли гладкие, хорошо облиственные, склонные к полеганию. Листья тёмно-зелёные, плоские, снизу блестящие. Язычок короткий. Соцветие – плоский колос длиной 18–23 см. Колоски узкие без остей, бледно-зелёные. Плод – зерновка, с внутренней стороны слабовогнутая. Семена ланцетной формы, зеленовато-серые.

Прекрасный пастбищный злак, хорошо удаётся при орошении и внесении аммиачной селитры, где способен дать до пяти укосов полноценного корма. Не выдерживает длительного затопления, но

хорошо мирится с уровнем грунтовых вод 0,5–1,0 м. Корневая система мочковатая, хорошо развитая в пахотном слое почвы. Длина вегетационного периода от начала весеннего отрастания до 1-го укоса 38–43 дня, от 1-го до 2-го – 34–45 и до полного созревания семян 78–89 дней.

Полевое и луговое травосеяние отличается от природных агроландшафтов крайне скудным набором сортов и видов многолетних трав. Поэтому широкое использование их потенциальных возможностей в полевых и кормовых севооборотах для бобовых трав, в пойме и на пастбищах для многолетних злаков при различных почвенно-климатических условиях заметно увеличит заготовки дешёвых и полноценных кормов для общественного и частного скота и защитит почву от эрозии и деградации.

———

УДК 633.322:631.527

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СЕЛЕКЦИИ КЛЕВЕРА ПОЛЗУЧЕГО В ПЕНЗЕНСКОМ НИИСХ

О.Ю. Тимошкина

Представлены результаты селекции клевера ползучего в Пензенском НИИСХ. Выделены лучшие образцы по основным хозяйственноценным признакам для дальнейшего селекционного процесса. Показаны перспективные направления селекции клевера ползучего.

Одним из основных направлений решения проблемы обеспечения населения региона высококачественными продуктами животноводства является улучшение условий кормления животных в летний период. Для жвачных животных наиболее эффективно эта задача решается за счёт организации содержания скота на культурных высокопродуктивных пастбищах. Пастбищный зелёный корм самый дешёвый, т.к. при пастбищном содержании скота затраты на его производство снижаются на 50–70% за счёт исключения работ по скашиванию травы, её перевозке, раздаче, экономии концентратов.

В настоящее время, в связи с высокой стоимостью минерального азота, приоритетное место отводится азоту биологическому, полученному симбиотическим путём бобовыми травами. Поэтому в структуре травосмесей ведущая роль должна отводиться бобово-злаковым смесям. В травосмесях бобовые травы обеспечивают сопутствующий компонент необходимым количеством биологического азота, полное усвоение накопленного в корневой системе и почве

азота, предупреждая инфильтрацию его в грунтовые воды, улучшают пищевой режим почвы, позволяя максимальному проявлению средообразующей функции многолетних трав в агрофитоценозах.

Для создания долголетних лугопастбищных агрофитоценозов одной из важнейших кормовых культур является клевер ползучий. Благодаря ему повышается содержание белка во всех компонентах травосмеси, увеличивается содержание азота, окиси кальция, фосфорной кислоты, изменяется температура почвы (снижается дневной и повышается ночной максимум), уменьшается поверхностный сток воды и эрозия почв [1]. Клевер ползучий – один из лучших медоносов.

Селекция клевера ползучего ведётся в лаборатории селекции многолетних трав с 2001 г. В изучении находятся сортообразцы, полученные из ВНИИР им. Н.И. Вавилова: Волат, Атоляй (var. *giganteum* Larg-Foss), Спринт, Предкарпатский 25, Отавный, Белогорский 1, Витебский, Юбилейный, Смена (var. *hollandicum* var. *cultum* Alf). В качестве стандарта используется сорт ВИК-70. В селекционных питомниках за прошедший период изучено 137 образцов, из них 21 – в СП 2003 года закладки, 15 – в СП-04, 38 – в СП-05, 63 – в СП-06.

Закладку полевых питомников, сопутствующие наблюдения, отборы, оценки и учёты, браковки проводили в соответствии с существующими методическими указаниями [2–5].

К основным методам, применяемым в селекционной работе с клевером ползучим относятся: выделение урожайных и высококачественных биотипов и создание сложногибридных популяций на основе ограниченно-свободного переопыления лучших сортов с оценкой потомств на комбинационную способность, массовый позитивный многократный отбор наиболее урожайных и устойчивых форм. Применение метода создания сложногибридных популяций растений-перекрёстников – поликросса – позволяет формировать сорта-популяции с разнородной генетической природой с высоким и устойчивым гетерозисом в ряду поколений. Известно, что в популяциях действуют закономерности, приводящие к генетическому балансу, к стабилизированному полиморфизму, в силу чего популяция способна продолжительное время воспроизводить себя как целое. Механизмы, поддерживающие гетерозиготность по многим генам, способствуют большей жизненности популяций, проявлению гетерозиса.

Цель селекционной работы с клевером ползучим – создание сортов с урожайностью зелёной массы 14–16 т/га, компактным периодом цветения и созревания семян, устойчивой семенной продуктивностью (150–250 кг/га), выдерживающих трёх-четырёхкратное стравливание или скашивание, переносящих кратковременную за-

суху, пригодных к механизированной уборке семян. Сорта пастбищного типа использования должны обладать высокой конкурентной способностью с мятликовыми компонентами и повышенным долголетием. Задача состоит в том, чтобы создаваемые сорта клевера сохранялись в травостое на четвёртый-пятый год пользования на уровне 25–30%.

Селекционные питомники закладываются беспокровно. Посев ранневесенний и летний. Ширина междурядий в КП, СП – 1 м, площадь делянки – 5–15 м^2, в питомнике поликросса – 1×1 м. Норма высева – 6 млн. всх. семян на га (4 кг/га). Каждый номер в селекционном питомнике занимает 1–3 рядка (в зависимости от наличия семян) длиной 5 м. Стандартный сорт высевается через каждые 10 номеров.

Уборку на корм проводим в фазу бутонизации–начало цветения, на семена – в фазу полной спелости в 2–3 срока.

Результаты исследований

Коллекционный питомник. Комплексная оценка коллекционного материала, проведённая в 2001–2005 гг., позволила выделить ряд сортов, обладающих ценными хозяйственными и биологическими признаками.

Высокую зимостойкость (81–95%) имел сорт Спринт. По скороспелости выделены сорта Спринт, Белогорский 1, Витебский, наступление кормовой спелости у них наступает на 5–15 дней раньше стандарта ВИК-70. Высокую облиственность (5 баллов) имели сорта Атоляй, Волат, Спринт, Отавный.

Более устойчивы к повреждению клубеньковыми долгоносиками и семяедом сорта Белогорский 1, Витебский; повреждённость вредителями была на 10–15% ниже стандарта.

Урожайность зелёной массы (3,76–4,15 кг/м^2), достоверно превышающую стандарт, имели сорта Волат, Атоляй, Предкарпатский 25.

Одной из задач селекционной работы является повышение семенной продуктивности, что может быть достигнуто путём создания селекционного материала, имеющего более прочные и длинные цветоносы, обилие головок на растении, т.е. более пригодных к механизированной уборке семян.

В таблице 1 приведена структура урожая семян клевера третьего года жизни в коллекционном питомнике закладки 2003 г.

Наибольшее число соцветий в головке имелось у сортообразцов Волат, Смена, Отавный (93,7–125,7, или на 0,4–32,4 выше средних значений по опыту).

Наибольшее число семян в головке сформировали сорта Белогорский 1, Смена, Отавный (140–145, в среднем по опыту – 115 семян). Наибольший процент качественных семян в одной головке

от их общего количества отмечено у сортов – Предкарпатский 25, Смена, Отавный (74,6–81,7%, в среднем по питомнику 73,0%).

По числу завязавшихся семян в цветке (1,5–1,8 или на 22–57% выше средних показателей) выделены Белогорский 1 и Отавный. Высоким процентом качественных семян в головке от их общего количества обладали сорта Смена, Предкарпатский 25, Отавный – 74,6–81,7%.

По массе 1000 семян выделились Волат, Белогорский 1, Юбилейный, Отавный, Спринт – 0,62–0,64 г.

Сравнение образцов по семенной продуктивности проводили со средними показателеми по всему опыту, так как стандарт ВИК-70 по всем показателям семенной продуктивности был ниже среднего значения.

Таблица 1 – Структура урожая семян клевера ползучего 3 года жизни (КП-03)

Образец	Кол-во цветков в головке	Кол-во семян в головке		Качественных семян, % от общего кол-ва	Кол-во завязавшихся семян на 1 цветок, шт.	$М_{1000}$, г
		всего	качественных			
Волат	93,7	95,8	68,0	71,0	1,0	0,62
Белогорский 1	79,3	145,0	91,3	63,0	1,8	0,61
Смена	125,7	145,6	115,4	79,3	1,1	0,34
Предкарпатский 25	88,3	85,9	64,1	74,6	1,0	0,58
Юбилейный	85,6	98,7	69,9	70,8	1,1	0,60
Отавный	95,3	140,6	114,9	81,7	1,5	0,64
Спринт	85,2	98,9	69,9	70,7	1,2	0,64
Вик-70 St	73,0	60,4	33,4	55,3	0,8	0,60
Среднее	93,3	115,8	84,8	73,0	1,2	0,58

Таблица 2 – Хозяйственная характеристика образцов клевера ползучего 3-го года жизни (КП-03), 2005 г.

Образец	Размер листьев, см	Длина листьев, см	Длина цветоносов, см
Волат	3,4х2,6	34,2	42,4
Белогорский 1	3,1х2,4	28,0	38,0
Смена	2,8х2,0	22,8	31,0
Атоляй	3,0х2,3	28,8	33,8
Предкарпатский 25	2,6х2,2	24,0	34,8
Юбилейный	2,6х2,6	25,6	33,2
Отавный	3,8х3,0	34,4	42,0
Спринт	2,6х2,0	26,5	34,5
Вик-70 St	3,1х2,5	26,0	35,0

Корреляционный анализ выявил сильную зависимость между числом семян в головке и числом качественных семян (r=0,95), числом цветков в головке и массой 1000 семян (r= -0,83). Средняя зависимость между переменными выявлена между числом семян в головке и завязываемостью семян (r=0,63), между завязываемостью семян и урожайностью зелёной массы (r= -0,40).

Повышение семенной продуктивности может быть осуществлено селекционным путём, созданием зимостойких сортов с прочными и длинными цветоносами, обилием головок на растении, пригодных к механизированной уборке семян.

В КП-03 третьего года жизни по признаку длина черешков листьев (34,2–34,4 см) выделены Волат и Отавный; по длине цветоносов (38,0–42,4 см) – Волат, Отавный и Белогорский 1; по крупности листьев (3,1×2,4…3,8×3,0 см при средней по опыту – 3,0×2,4 см, у st ВИК-70 – 3,1×2,5 см) – Волат, Отавный и Белогорский 1 (табл. 2).

Выявлена тесная связь между длиной черешков листьев и длиной цветоносов (r=0,96).

Прямостоячая форма куста более выражена у сортов Волат, Белогорский 1, Атоляй, Отавный.

Густой выравненный травостой сформировали сорта Волат, Белогорский 1 (4,9–5 баллов).

По содержанию зольных элементов в первом и втором укосах все образцы отвечали зоотехническим требованиям, предъявляемым к зелёной массе скармливаемых растений.

По содержанию протеина в первом укосе выделены сорта Смена, Предкарпатский 25, Юбилейный и Спринт с содержанием 22,9–23,6%, что на 1,7–2,4% выше стандартного сорта. Во втором укосе стандарт (18,8%) превысили Волат, Белогорский 1, Юбилейный и Спринт – 19,5–21,3%. Содержание сырой клетчатки находилось в пределах зоотехнических норм кормления – 20,4–25,5%.

Таким образом, в селекции на устойчивую кормовую и семенную продуктивность для сенокосно-пастбищного использования в условиях лесостепи Поволжья в качестве доноров хозяйственно-ценных признаков следует использовать сорта клевера ползучего: Спринт, Предкарпатский 25, Белогорский 1, Витебский, Атоляй, Волат, Отавный.

Селекционный питомник 2003 года закладки. В селекционных питомниках биометрические показатели растений (высота, размер листьев) существенно отличались по годам исследований. Это связано с различными метеорологическими условиями периода вегетации клевера ползучего. Так, в 2006 г. ГТК июня составил 0,8, июля-августа – 0,6, что характеризует эти периоды как засушливый и острозасушливый. Неблагоприятные погодные условия не позволили растениям сформировать полноценную отаву.

Наиболее длинные черешки листьев (27,0–32,3 см) в СП-03 в 2005 г. имели образцы А-4, А-8, Вт-7, П-12, П-15, П-4, П-27, О-1, Б-14, П-22. Превышение над стандартом составило 1,0–6,3 см (табл. 3).

Таблица 3 – Характеристика некоторых номеров клевера ползучего в СП-03 (3-й год жизни), 2005 г.

Образец	Урожай зелёной массы, кг/п.м	Сбор сухого вещества, кг/п.м	Длина листьев, см	Длина цветоносов, см	Размеры листа, см
А-21	0,61	0,11	23,3	31,5	2,7х2,5
А-4	0,65	0,16	30,0	37,8	3,2х2,5
А-8	0,86	0,14	28,8	40,5	2,9х2,4
А-24	1,09	0,18	28,4	28,3	3,7х3,0
Вт-7	0,94	0,13	27,7	38,7	3,3х2,1
П-12	0,92	0,16	29,8	37,8	3,5х2,8
П-15	0,98	0,20	28,4	37,0	3,0х2,7
П-27	0,75	0,15	27,0	32,8	2,8х2,2
О-1	0,92	0,17	28,8	39,0	3,1х2,5
С-1	0,81	0,18	23,6	32,6	2,7х2,2
П-22	0,86	0,22	27,5	41,3	3,7х2,7
St	1,20	0,22	26,0	35,0	3,1х2,5
$НСР_{05}$	0,13	0,02			

Таблица 4 – Характеристика выделившихся номеров клевера ползучего в СП-03 (4-й год жизни), 2006 г.

Образец	Урожай зелёной массы, кг/п.м.	Содержание сырого протеина, %	Длина, см		Размеры листа, см
			листьев	цветоносов	
В-20	0,43	20,38	17	23	2,1х1,5
Б-4	0,40	22,93	15	22	2,3х1,6
См-7	0,36	24,62	15	22	2,4х1,7
О-10	0,50	21,92	19	24	2,7х1,9
А-4	0,32	25,23	14	18	2,4х1,5
А-8	0,43	24,95	14	19	2,3х1,8
А-24	0,45	19,85	15	22	2,4х1,6
Вт-7	0,44	22,96	14	20	2,2х1,8
П-12	0,43	22,17	17	26	2,1х1,5
П-22	0,46	24,15	15	21	2,5х1,6
П-27	0,45	22,96	15	23	2,5х1,6
О-1	0,45	24,77	18	25	2,7х1,7
St	0,40	22,91	16	22	2,1х1,5
$НСР_{05}$	0,03				

В 2006 г. по этому показателю стандарт на 6–19% превышали образцы В-20, П-12, О-10, О-1 (17–19 см) (табл. 4).

Наиболее длинные цветоносы (36,0–43,3 см) в СП-03 в 2005 г. сформировали образцы: А-4, А-8, Вт-7, П-12, П-15, П-4, П-26, О-1, Б-14, П-22, превысившие стандарт на 2,8–23,7%. В 2006 г. максимальная высота цветоносов составила 23–26 см у образцов: В-20, П-12, О-10, О-1, у стандарта 22 см. Превышение над стандартом составило 4,5–18%.

Более крупными листьями в СП-03 в 2005 г. отличались образцы А-4, А-24, П-22 (3,2×2,5…3,7×3,0 см, у стандарта – 3,1×2,5 см). В 2006 г. по этому показателю выделены: Б-4, См-7, А-5, О-10, А-4, А-8, А-24, Б-14, Вт-7, П-27. Их размеры составили 2,3×1,6…2,7×1,7 см, у стандарта – 2,1×1,5 см.

По урожаю зелёной массы и сухого вещества первого укоса в СП-03 в 2005 г. ни один образец не превысил показателей стандарта ВИК-70 – 0,78 кг/п.м и 0,13 кг/п.м соответственно. Во втором укосе образцы А-8, А-24, П-12, П-15, О-1, С-1, П-22 превысили стандартный сорт на 38–82% по сбору зелёной массы и 11,1–88,9% сухого вещества – 0,54–0,66 кг/п.м. и 0,12–0,17 кг/п.м соответственно.

В 2006 г. наибольший урожай зелёной массы сформировали следующие образцы: В-20, Б-14, О-10, А-24, А-8, Б-14, Вт-7, П-12, П-22, П-27, О-1 – 0,43–0,50 кг/п.м, что превышает стандарт на 7,5–25,0%.

По содержанию протеина в зелёной массе в первом укосе в СП-03 выделены образцы А-4, А-8, П-22, П-15, О-1, С-1 (24,15–25,75%). Превышение над стандартом составило 3,0–4,5% (абсолютных). Во втором укосе повышенным содержанием протеина отличались образцы А-24, Вт-7, П-15, О-1, С-1 (19,09–24,56%, у стандарта 18,85%). Выявлена средняя обратная зависимость между урожайностью зелёной массы и содержанием протеина (r= -0,53). В 2006 г. по содержанию протеина в зелёной массе выделены образцы: См-7, П-9, Ю-11,С-9, А-4, А-8, П-22, П-15, О-1, С-1 (24,15–25,23%). Превышение над стандартом составило 5–10%.

В селекционных питомниках отдельные образцы за годы исследований были поражены мозаикой клевера, филлодией клевера, бурой пятнистостью и пятнистостью, вызванной неблагоприятными условиями роста. Выявлены номера, обладающие относительной устойчивостью к этим заболеваниям.

Структура урожая семян клевера ползучего в СП-03 приведена в таблице 5.

По числу цветков в головке в СП-03 выделены образцы А-24, А-4, А-8 – 104,0–131,7 шт., что в 1,4–1,8 раза выше стандартного сорта (табл. 5), по числу семян в головке – А-4, А-24, П-19, П-13, П-12, О-1 (109,2–148,8 шт. или в 1,8–2,4 раза выше стандартного сор-

та). По числу завязавшихся семян в цветке лучшие показатели получены у образцов А-4, П-19, П-12, О-1, С-1, П-13 (1,1–1,7 шт., у стандарта – 0,8 шт.).

Доля качественных семян от общего их количества в головке была высокой у образцов А-4, А-24, П-20, П-13, П-12, С-1 – 77,5–82,9% (у стандарта – 55,3%).

Массу 1000 семян выше стандартного сорта имели номера В-18, А-24, П-22, П-4, она составила 0,65–0,76 г, что на 8,3–26,7% выше, чем масса 1000 семян стандарта (0,60 г).

Выявлена тесная связь между числом семян в головке и числом качественных семян (r=0,96), числом качественных семян и завязываемостью (r=0,75), средняя связь между числом семян в головке и массой 1000 семян (r= -0,30).

Выделившиеся в СП-03 и СП-04 номера по элементам структуры урожая семян, урожайности зелёной массы, кормовой ценности проходят оценку в СП-06 в смеси со злаковым компонентом.

Селекционный питомник 2005 года закладки. В среднем за два года (2007–2008 гг.) по урожаю зелёной массы в сумме за два укоса стандарт достоверно превысили 13 вариантов (22,8–31,2 т/га, у стандарта –20,9 т/га), превышение составило 9,0–49,1%. По сбору сухого вещества в сумме за два укоса стандартный сорт превысили 16 вариантов, превышение составило 7,5–55,5% (6,16–8,91 т/га, у стандарта – 5,73 т/га) (табл. 6).

Урожай зелёной массы и сухого вещества в 2008 г. был значительно выше, чем в 2007 г. Среднее значение урожая зелёной массы по вариантам в 2008 г. превысило в 2,2 раза (на 121%) значение 2007 г., по урожаю сухого вещества – в 2,1 раза (на 113,7%). Это связано с погодными условиями: 2008 г. – избыточный по увлажнению, ГТК в разные межфазные периоды составлял 1,7–2,3, тогда как 2007 г. был острозасушливым, ГТК межфазных периодов – 0,3–0,9.

По содержанию протеина в зелёной массе в первом укосе два образца (Б-70 и П-80) незначительно превысили стандарт (табл. 7), во втором укосе семь образцов превысили стандарт ВИК-70 на 2,0–8,4% (абсолютных).

Оптимальное количество клетчатки в корме должно составлять 23–30%. По первому укосу содержание клетчатки в зелёной массе клевера составляло 15,0–19,6%, т.е. было недостаточным. Поэтому рекомендуется высевать клевер ползучий в смеси со злаковым компонентом. Во втором укосе достаточное содержание клетчатки в пределах 23,1–24,1% было отмечено у образцов З-70, В-71,С-70, П-77, П-78 (в контроле – 19,7%). Всего же превысило стандарт по этому показателю 13 образцов.

В селекционном питомнике в 2007–2008 гг. на растениях отмечены мозаика клевера ползучего и заболевание, вызванное неблагоприятными погодными условиями роста. В начале вегетации отмечалось повреждение растений клеверным долгоносиком. Отдельные цветоносы были поражены тлёй.

Таблица 5 – Элементы семенной продуктивности лучших образцов клевера ползучего в СП-03 (3-й год жизни), 2005 г.

Образец	Кол-во цветков в головке	Кол-во семян в головке	Завязываемость семян в цветке, шт.	Кол-во качественных семян	Качественных семян от общего кол-ва, %	Масса 1000 семян, г
А-4	108,1	141,2	1,3	119,9	79,2	0,48
А-24	131,7	130,1	1,0	102,5	78,8	0,72
П-19	108,7	181,0	1,7	127,0	70,2	0,57
П-20	127,0	93,7	0,7	77,7	82,9	0,60
П-13	123,6	139,2	1,1	113,5	81,5	0,27
П-12	119,5	148,8	1,2	118,9	79,9	0,34
П-22	120,8	94,5	0,8	67,1	71,0	0,67
С-1	89,3	100,4	1,1	77,8	77,5	0,51
St	73,0	60,4	0,8	33,4	55,3	0,60
Среднее	102,2	102,0	1,0	74,7	72,0	0,39

Таблица 6 – Продуктивность лучших номеров клевера ползучего в СП-05 (2007–2008 гг.)

Образец	Урожай зелёной массы, т/га			Сбор сухого вещества, т/га		
	2007 г.	2008 г.	сред.	2007г.	2008 г.	сред.
St	11,3	30,6	20,9	3,65	7,80	5,73
З-70	14,9	34,0	24,4	4,50	8,16	6,33
О-70	15,4	38,8	27,1	5,05	9,96	7,51
П-70	12,5	34,0	23,3	3,50	8,84	6,17
В-71	16,3	28,8	22,5	5,05	6,72	5,89
См-70	19,5	31,2	25,4	6,50	7,80	7,15
Ю-70	19,7	35,8	27,7	5,75	10,72	8,24
О-71	19,0	33,6	26,3	6,15	10,12	8,14
С-70	20,4	32,8	26,6	6,15	9,42	7,79
В-73	17,4	29,6	23,5	5,40	9,00	7,20
А-71	14,9	29,6	22,2	4,20	8,24	6,22
А-72	16,7	26,0	21,4	5,60	7,28	6,44
А-73	19,3	43,2	31,2	6,80	11,01	8,91
А-74	13,0	34,0	23,5	4,10	8,38	6,24
П-74	15,7	30,0	22,8	5,10	7,28	6,19
П-77	14,0	28,0	21,0	4,80	7,76	6,28
$НСР_{05}$	0,79	2,14	1,47	0,256	0,55	0,40

Таблица 7 – Содержание сырого протеина выделившихся номеров клевера в СП-05, %

Образец	I укос	±, %	II укос	±, %
З-70	15,75	-4,67	22,19	+0,38
В-70	18,51	-1,91	22,19	+0,38
О-70	19,81	-0,61	23,81	+2,0
П-70	19,81	-0,61	23,81	+2,0
Б-70	21,0	+0,58	22,28	+0,47
А-73	18,76	-1,66	22,28	+0,47
П-80	20,59	+0,17	18,47	-3,34
П-82	19,32	-1,1	22,8	+0,99
ST	20,42		21,81	

Практически устойчивыми (поражено 1–10% восприимчивых органов растений) к заболеванию, вызванному неблагоприятными условиями роста, оказались 12 образцов, поражение отсутствует у вариантов В-70, О-70. Поражение мозаикой клевера ползучего отсутствовало у 19 вариантов, практически устойчивыми оказались 6 образцов. Повреждение тлёй наблюдалось у 9 вариантов.

В таблице 8 приведён анализ структуры урожая семян клевера в СП-05.

Таблица 8 – Семенная продуктивность выделившихся образцов клевера ползучего (СП-05) (в среднем за 2007–2008 гг.)

№ образца	Кол-во соцветий в головке, шт.	Кол-во семян			Завязываемость, %	Качественных семян, %	Масса 1000 семян, г
		всего	в т.ч. качественных	в т.ч. больных			
В-70	74,8	58,0	45,5	12,5	0,78	78,4	0,62
В-71	68,1	121,0	85,6	35,4	1,78	70,7	0,56
Б-70	73,5	104,2	92,9	11,3	1,42	89,2	0,59
См-70	59,6	92,2	71,8	20,4	1,55	77,9	0,56
А-70	63,2	87,9	74,3	13,6	1,39	84,5	0,62
Ю-70	77,2	93,7	75,4	18,3	1,21	80,5	0,54
С-70	60,8	81,3	57,1	24,2	1,34	70,2	0,61
В-73	56	85,6	68,0	17,6	1,53	79,4	0,59
А-71	69,5	80,1	67,0	13,1	1,15	83,6	0,58
А-72	66,7	69,9	63,2	6,7	1,05	90,4	0,62
А-74	68,9	81,0	71,0	10,0	1,18	87,7	0,54
Вт-70	90,6	61,4	50,8	10,6	0,68	82,7	0,57
П-72	59,4	77,1	54,1	23,0	1,30	70,2	0,57
П-77	70,9	67,7	51,5	16,2	0,95	76,1	0,54
О-73	72,5	88,5	75,7	12,8	1,22	85,5	0,55
ST	48,7	50,5	40,0	9,5	0,89	78,6	0,52
Среднее	58,4	59,6	46,2	13,4	1,03	76,5	0,58

Наибольшее число соцветий в головке отмечено у 28 образцов (54,8–78,3), что превышает стандарт ВИК-70 (48,7 шт.) на 12,5–60,8%. Наибольшее число семян в головке сформировал 21 образец (55,3–104,2 шт., что на 9,5–106,3% выше стандарта, завязывавшего в среднем 50,5 семян.

Завязываемость семян, превышающая стандарт (0,89), отмечена у 15 образцов (1,0–2,22).

Наибольший процент качественных семян отмечен у 9 образцов (80,2–90,4%), что превышает стандарт (78,6%) на 1,6–11,8%.

Большинство образцов отличались крупными семенами, масса 1000 семян у них составила 0,54–0,62 г, что превышало значение стандарта на 4–19,3%.

Нами установлены взаимосвязи между следующими компонентами: числом соцветий в головке и числом семян в головке (r=0,62); между числом соцветий в головке и числом качественных семян (r=0,62); между завязываемостью семян и числом качественных семян (r=0,56).

Селекционный питомник 2006 года. Фитоценотическое направление селекции является не менее важным, чем повышение продуктивности и устойчивости растений к биотическим и абиотическим стрессорам. Это направление предполагает создание сортов сенокосно-пастбищного типа использования, что возможно при высокой конкурентной способности клевера в травостое с мятликовыми компонентами и повышенном долголетии. Задача состоит в том, чтобы создаваемые сорта клевера сохранялись в травостое на 4–5 год пользования на уровне 25–30%. При решении этой задачи мы, прежде всего, обращаем внимание на характер развития и формирования корневой системы, быстроту формирования розетки.

Селекционный питомник клевера 2006 года (63 образца) заложен на фоне злаковых трав: мятлика лугового, райграса пастбищного и овсяницы луговой, в смеси с которыми клевер ползучий используется для создания пастбищных агроценозов.

В среднем за 2007–2008 гг. наибольшая продуктивность зелёной массы клевера ползучего в сумме за два укоса получена на посевах в смеси с мятликом луговым и составила в среднем по вариантам 5,2 т/га (4,11–6,71 т/га). Выделено 12 номеров, достоверно превышающих стандарт ВИК-70 (4,63 т/га) на 8,8–44,9%. Но в данном варианте урожайность зелёной массы травосмеси самая низкая (в среднем 12,13 т/га), т.к. урожайность мятлика значительно ниже, чем урожайность овсяницы или райграса (табл. 9).

Оптимальным злаковым компонентом (в среднем за два года) в травосмеси с клевером ползучим является овсяница луговая.

Суммарный урожай зелёной массы травосмеси за два укоса, достоверно превышающий стандарт (20,22 т/га) на 7,4–9,7%, пока-

зали семь номеров. Урожайность зелёной массы клевера в сумме за два укоса в данной травосмеси, достоверно превышающую стандарт (2,9 т/га) показали 10 образцов. Превышение составило 0,37–1,91т/га (12,8–65%). В среднем содержание клевера в данной травосмеси от общего урожая зелёной массы составило 14,6%.

Таблица 9 – Урожай зелёной массы лучших номеров клевера в смеси с мятликовыми травами (в среднем за 2007–2008 гг.)

Вариант	Смесь, т/га	В т. ч. клевера, т/га	Доля клевера в урожае смеси, %
Овсяница луговая	19,25	-	-
Д-501+овсяница	20,95	4,79	22,8
Д-502+овсяница	22,07	4,81	21,8
Д-503+овсяница	21,71	3,68	17,0
Д-505+овсяница	21,74	3,89	17,9
Д-506+овсяница	21,57	4,11	19,1
Д-507+овсяница	22,21	3,51	15,8
Д-552+овсяница	21,86	3,81	17,4
Д-553+овсяница	20,32	3,94	19,4
ВИК-70 ST+овсяница	20,22	2,90	14,3
Клевер+овсяница (ср.)	20,73	3,03	14,6
$НСР_{05}$	1,45	0,21	
Райграс пастбищный	17,70	-	-
Д-501+райграс	21,23	5,8	27,3
Д-502+райграс	19,80	3,48	17,6
Д-503+райграс	18,61	3,10	16,6
Д-505+райграс	17,01	2,37	13,9
Д-517+райграс	19,52	2,11	10,8
Д-518+райграс	18,14	2,59	14,3
ВИК-70+райграс	16,76	1,71	10,2
Клевер+райграс (ср)	17,48	1,86	10,6
$НСР_{05}$	1,22	0,13	
Мятлик луговой	9,22	-	-
Д-501+мятлик	14,08	5,89	41,8
Д-502+мятлик	12,67	6,38	50,3
Д-503+мятлик	11,56	6,71	58,0
Д-518+мятлик	12,24	5,88	48,0
Д-529+мятлик	12,54	5,74	45,8
Д-531+мятлик	13,86	5,85	42,2
Д-552+мятлик	16,26	6,45	39,7
Д-553+мятлик	12,98	5,85	45,1
ВИК 70+мятлик	11,34	4,63	40,8
Клевер+мятлик (ср.)	12,13	5,20	42,9
$НСР_{05}$	0,85	0,36	

В травосмеси клевера ползучего с райграсом пастбищным суммарная урожайность зелёной массы достоверно превысила стандарт (16,76 т/га) у семи образцов на 8,2–26,7%. В данной травосмеси урожайность зелёной массы клевера в сумме за два укоса, превышающая стандарт (1,71 т/га) наблюдалась у шести номеров. Средняя урожайность клевера в данной травосмеси самая низкая (1,86 т/га), доля клевера составила 10,2%.

Методом фитоценотической селекции не ограничивается селекционный процесс с клевером ползучим. Необходимо учитывать тот факт, что клевер ползучий следует использовать только в смеси со злаковыми травами с целью обеспечения высокого качества корма за счёт биологического азота. Поэтому следующим этапом нашей селекционной работы будет проведение симбиотической селекции. Для этого необходимо создание селекционного материала с повышенной азотфиксирующей способностью. Планируется проведение отборов биотипов клевера, отличающихся конкурентной способностью, продуктивностью фитомассы, хорошо развитым симбиотическим аппаратом и скороспелостью.

Для получения генотипов клевера ползучего с новыми хозяйственно-ценными признаками перспективен метод химического мутагенеза.

Таким образом, оценка исходного и селекционного материала по комплексу хозяйственно-ценных признаков позволила создать перспективный материал клевера ползучего с высокой семенной продуктивностью и фитоценотической устойчивостью в смешанных посевах с мятликовыми компонентами, на основе которого можно сформировать высокопродуктивные агрофитоценозы для сенокосно-пастбищного использования.

Литература

1. Харьков, Г.Д. Полевое травосеяние – основа интенсификации полевого кормопроизводства / Г.Д. Харьков, Л.А. Трузина // Адаптивное кормопроизводство: проблемы и пути решения. – М., 2002. – С.157–170.

2. Культурная флора. Т. 13. Многолетние бобовые травы / Под ред. Мухиной Н.А. и Станкевич А.К. – М.: Колос, 1993. – 335 с.

3. Методические указания по селекции многолетних трав (ВИР, 1985)

4. Селекция и семеноводство многолетних трав (1978)

5. Методические указания по проведению исследований в семеноводстве многолетних трав (1986)

6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1985).

УДК 633.31:631.527

СЕЛЕКЦИЯ ЛЮЦЕРНЫ НА КАЧЕСТВО КОРМОВОЙ МАССЫ

И.В. Епифанова, М.Ш. Лапина, О.А. Тимошкин

В результате трёхлетнего испытания популяций люцерны в конкурсном сортоиспытании выделены образцы с высоким содержанием протеина и семенной продуктивностью, превышающие стандарт Камелию по выходу протеина на 10–34%, урожайности семян на 10–63%.

Люцерна – важный источник протеина, каротина, незаменимых аминокислот и витаминов. Она обеспечивает самый высокий сбор белка с гектара – до 2,5 т.

В Пензенском НИИСХ с 1999 г. районирован синегибридный сорт люцерны Камелия. Она имеет высокий урожай кормовой массы и семян, но одним из недостатков этого сорта является грубостебельность. Известно, что такие сорта при сушке больше теряют листьев, чем жёлтогибридные или пёстрогибридные, имеющие более нежные стебли и высокую облиственность. Кроме того, семенная продуктивность у люцерны очень зависит от погодных условий. Сорт Камелия также не всегда обеспечивает семенную продуктивность, хотя в отдельные годы урожайность семян достигает 0,4 т/га.

Учитывая эти недостатки, мы поставили цель: создать сорт с хорошим качеством кормовой массы и стабильной семенной продуктивностью. Для достижения этого проводили отбор индивидуальных растений по высокой облиственности, кустистости, тёмно-зелёной окраске листьев и семенной продуктивности. В дальнейшем селекция проводилась методом поликросса. При отборе по семенам обращали внимание на устойчивость бобов к намоканию и растрескиванию, что обеспечивало сохранность семян в период уборки при дождливой погоде. Так как, иногда потери от прорастания семян в валках достигают 50% и более.

Селекционную работу проводили на поле кормового севооборота Пензенского НИИСХ. Почва – чернозём выщелоченный среднемощный тяжелосуглинистый. В качестве стандарта использовали сорт Камелия. Селекционные питомники и КСИ люцерны закладывали беспокровно. Посев ранневесенний и летний. Норма высева рассчитывается исходя из 5 кг/га на семена и 15 кг/га на зелёную массу в СП и в КСИ. Каждый номер в селекционном питомнике занимает 2 рядка в 2-х повторениях, в КСИ люцерны – 10 м^2 в 4-х повторениях. Стандарт высевается через каждые 5 или 10 номеров. Уборку зелёной массы проводим в фазе бутонизации-начало цветения мотоблоком «Каскад» с навесной косилкой, на семена – раз-

дельным способом комбайном «Сампо-130» при побурении 90% бобов.

Популяции, сформированные по указанным выше признакам, были высеяны в 2006 г. в конкурсном сортоиспытании, где в изучении находятся 9 сортов, в том числе 4 сорта: Ультраскороспелая 60, Синтетик–04, Синтетик–5 и Жёлтогибридная – сформированные в Пензенском НИИСХ. Остальные пять сортов привезены из Татарского НИИСХ. Все они созданы методом поликросса с последующим биотипическим отбором по определённым признакам.

В 2008 г. две популяции: Тёмнозелёная 2 и Многоукосная 7 по урожаю зелёной массы за два укоса превысили стандарт Камелию на 11,8 и 14,6% (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность зелёной массы сортов люцерны в КСИ-06 (посев 2006 года), 2008 г.

№ делянки	Название сорта, популяции	Урожайность зелёной массы в сумме по 2 укосам, т/га	Отклонение от стандарта ±	
			т/га	%
Д-1	Тёмнозелёная 1	36,8	+1,1	+3,1
Д-2	Тёмнозелёная 2	39,9	+4,2	+11,8
Д-3	Многоукосная 7	40,9	+5,2	+14,6
Д-4	Скороспелая 8	34,5	-1,2	-3,4
Д-5	Ультраскороспелая 60	33,0	-2,7	-7,5
Д-6	Синтетик 05	34,6	-1,1	-3,1
Д-7	Синтетик 04	38,4	+0,9	+7,6
Д-8	Многоукосная 8	35,7	-	-
Д-9	Жёлтогибридная	34,6	-1,1	-3,1
Д-10	**st Камелия**	**35,7**	-	-
$НСР_{05}$			4,19	

По сбору сухого вещества превышение у них составило 13,5 и 16,0% соответственно. У остальных образцов урожайность была на уровне стандарта в пределах ошибки опыта (табл. 2).

По облиственности все изучаемые образцы имели показатели выше стандарта на 0,6–7,9%.

Самое низкое содержание протеина 23,0% было у стандарта, изучаемые образцы обеспечили его концентрацию на 1,0–5,6% (табл. 3). Благодаря высокому содержанию протеина, селекционные образцы превосходили по выходу протеина с гектара стандарт Камелия на 5,5–41,0%. Наибольшее превышение 41% имела популяция Тёмнозелёная 2 (Д-2), созданная с привлечением растений с тёмно-зелёной окраской листьев. Содержание протеина в кормовой массе у этого образца составило 28,6%, что на 5,6% выше, чем у стандарта, что является довольно высоким показателем.

Таблица 2 – Сбор сухого вещества сортов люцерны в КСИ-06, 2008 г.

№ делянки	Название сорта, популяции	Сбор сухого вещества в сумме по 2 укосам т/га	Отклонение от стандарта ±	
			т/га	%
Д-1	Тёмнозелёная 1	9,76	+0,34	+3,6
Д-2	Тёмнозелёная 2	10,69	+1,27	+13,5
Д-3	Многоукосная 7	10,93	+1,51	+16,0
Д-4	Скороспелая 8	9,18	-0,24	-2,5
Д-5	Ультраскороспелая 60	8,79	-0,63	-6,7
Д-6	Синтетик 05	9,22	-0,20	-2,1
Д-7	Синтетик 04	10,26	+0,84	+8,9
Д-8	Многоукосная 8	9,52	+0,10	+1,1
Д-9	Жёлтогибридная	9,18	-0,24	-2,5
Д-10	**st Камелия**	**9,42**	-	-
$НСР_{05}$			1,11	

Таблица 3 – Облиственность, содержание сырого протеина и его выход у образцов люцерны в КСИ-06, 2008 г.

№ делянки	Облиственность в среднем по 2 укосам, %	Содержание протеина, %	Отклонение, ± %	Выход протеина, т/га	Отклонение, ± %
Д-1	42,9	25,8	+2,8	2,52	+16,1
Д-2	44,4	28,6	+5,6	3,06	+41,0
Д-3	46,8	26,9	+3,9	2,94	+35,5
Д-4	44,2	25,8	+2,8	2,37	+9,2
Д-5	43,6	26,7	+3,7	2,35	+8,3
Д-6	44,7	26,1	+3,1	2,41	+11,1
Д-7	46,8	25,8	+2,8	2,65	+22,1
Д-8	50,2	24,0	+1,0	2,29	+5,5
Д-9	50,0	25,5	+2,5	2,34	+7,8
Д-10	42,3	**23,0**	**-**	**2,17**	-

Вероятно, отбор по тёмно-зелёной окраске листьев оказался результативным, особенно в условиях весны 2008 г., когда в результате возвратных холодов в конце мая–начале июня многие растения люцерны пожелтели. В этих же условиях сорта, созданные на основе растений с тёмно-зелёной окраской листьев, оказались более устойчивыми к сложившимся неблагоприятным факторам. После наступления благоприятных условий травостой восстановил зелёную окраску листьев, но стрессовая ситуация отразилась на качестве кормовой массы неустойчивых (пожелтевших) к неблагоприятным условиям сортов. Сложившиеся погодные условия весны 2008 г. позволили более чётко установить результативность селекции на качество кормовой массы при отборе биотипов с тёмно-зелёной окраской листьев.

По семенной продуктивности популяция Ультраскороспелая 60 превысила стандарт на 63,6%, у остальных она была ниже стандарта на 9,1–41,5%. У образца Тёмнозелёная 2 урожайность семян в 2008 г. была ниже стандарта на 24,7%, хотя в благоприятных погодных условиях 2007 г. он превышал по семенной продуктивности Камелию на 10,3% (табл. 5).

Таблица 4 – Показатели продуктивности и качества корма люцерны в КСИ-06 (2007–2008 гг.)

N/Д	Облиственность, %		Содержание протеина, %	Урожай сухого вещества, т/га		Выход ПП, т/га		Выход ПП в сред. за 2 года, т/га	Отклонение	
	2007	2008		2007	2008	2007	2008		т/га	%
Д-1	47,5	42,9	25,8	8,16	9,76	2,10	2,52	2,31	+0,10	+ 4,5
Д-2	47,2	44,4	28,6	10,00	10,69	2,86	3,06	2,96	+0,75	+33,9
Д-3	50,8	46,8	26,9	9,50	10,93	2,56	2,94	2,75	+0,54	+24,4
Д-4	50,8	44,2	25,8	9,04	9,18	2,33	2,37	2,35	+0,14	+ 6,3
Д-5	49,6	43,6	26,7	9,39	8,79	2,51	2,35	2,43	+0,22	+10,0
Д-6	46,7	49,7	26,1	7,64	9,22	1,99	2,41	2,20	-0,01	-0,4
Д-7	47,0	46,8	25,8	8,63	10,26	2,23	2,65	2,44	+0,23	+10,4
Д-8	50,6	50,2	24,0	10,34	9,52	2,48	2,29	2,39	+0,18	+8,1
Д-9	50,8	50,0	25,5	8,41	9,18	2,14	2,34	2,24	+0,03	+1,4
Д-10	45,8	42,3	23,0	9,77	9,42	2,25	2,17	2,21	-	-
$НСР_{05}$				1,26	1,11					

Таблица 5 – Семенная продуктивность люцерны по годам пользования в КСИ-06

N/Д	Название образца, популяции	Урожай семян, г/10 м^2		Отклонение от стандарта, г/10 м^2 ±		Отклонение от стандарта, % ±	
		2007	2008	2007	2008	2007	2008
Д-1	Тёмнозел. 1	495	60	-42	-6	-7,9	-9,1
Д-2	Тёмнозел. 2	593	50	+55	-16	+10,3	-24,7
Д-3	Многоук. 7	496	48	-41	-18	-7,6	-27,1
Д-4	Скоросп. 8	514	56	-23	-10	-4,3	-15,5
Д-5	Ультраск. 60	464	108	-74	+42	-13,7	+63,6
Д-6	Синтетик 05	397	62	140	-4	-26,1	-6,1
Д-7	Синтетик 04	612	62	+75	-4	+13,9	-6,5
Д-8	Многоук. 8	326	39	212	-27	-39,4	-41,5
Д-9	Жёлтогибр.	505	54	-33	-12	-6,1	-18,3
Д-10	Ст. Камелия st	537	66		-	-	-
$НСР_{05}$				9,8	4,9		

Таким образом, выбранные методы создания селекционного материала позволили получить перспективные популяции люцерны, которые обладают комплексом хозяйственно-ценных признаков и превышают стандарт по качеству корма и урожайности семян.

———

УДК 633.85::582.683.2:001.53

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МАСЛИЧНЫХ КАПУСТНЫХ КУЛЬТУР

Т.Я. Прахова, В.А. Прахов, Е.А. Шепелева

Дана сравнительная характеристика масличным капустным культурам по продуктивности, масличности, сбору масла, содержанию протеина в семенах и эруковой кислоты в масле в условиях Пензенской области. Выявлены наиболее урожайные культуры (озимый рыжик, яровой рыжик, яровые рапс и сурепица и крамбе абиссинская), выход семян у которых составил 1,88–1,99 т/га и масличность семян 39,4–40,4%.

Среди технических культур, возделываемых в России, значительная роль принадлежит масличным культурам: они имеют широкий диапазон использования – в питании человека, в кормлении сельскохозяйственных животных, в промышленности и строительстве, в медицине и парфюмерии. Кроме того, они являются источником полноценного белка, содержащегося в жмыхе и шроте, и калорийных, хорошо усвояемых организмом жиров.

В настоящее время в связи с необходимостью развития производства биодизельного топлива особо актуальным становится поиск новых видов масличных растений, которые могли бы успешно возделываться в условиях лесостепи Поволжья и компенсировать существующий недостаток масличного сырья. В этом отношении перспективны масличные растения семейства капустных [1,2].

Эти культуры неприхотливы к плодородию почвы и условиям произрастания, не требуют массированного применения пестицидов, являются хорошими фитосанитарами и предшественниками для других сельскохозяйственных культур. Они отличаются хорошей приспособленностью к умеренному климату: холодостойкостью, относительно высокими темпами роста при пониженных температурах, скороспелостью, способностью переносить почвенную и воздушную засуху.

Масличные капустные культуры вполне могут занять свои экологические ниши в дополнение к традиционному подсолнечнику, что повысит стабильность производства маслосемян. Увеличение биоразнообразия позволит существенно увеличить площади возде-

лывания масличных культур и объемы производства их семян, снизив при этом агроэкологическую напряжённость, расширить ассортимент продукции для различных целей (пищевых, технических, медицинских и т.д.), повысить экономическую эффективность производства [3].

Интерес к капустным культурам обусловлен также высокой продуктивностью, особым жирнокислотным составом масла современных сортов, возможностью их многопланового использования.

В Пензенском НИИСХ проходит изучение целый ряд масличных культур. Среди них – озимый и яровой рыжик, озимый и яровой рапс, сурепица, крамбе абиссинская и горчица белая. Каждая из масличных культур имеет свои особенности.

Рыжик – новая перспективная масличная культура. Масло рыжика широко используется как на пищевые цели, так и на технические: для приготовления олифы и красок, а также в мыловарении (даёт хорошее зелёное мыло), лакокрасочной и металлургической отраслях промышленности. Оно находит применение и в медицине, в составе жидких мазей и пластырей. Семенной жмых после тепловой обработки используется в кормопроизводстве. В нем содержится до 27% белков и 0,3–0,8% нежелательных глюкозинолатов (относительно низкое значение по сравнению с современными сортами рапса «00»-типа). Кроме этого рыжиковый жмых является хорошим удобрением, так как содержит значительное количество фосфорной кислоты (3–4% веса золы) [4, 5].

В наших исследованиях использовались сорта озимого рыжика Пензяк (селекции Пензенского НИИСХ) и ярового рыжика Ужурский (Ужурская ОС).

Сорт Пензяк характеризуется вегетационным периодом 305–310 дней, зимостойкостью 92–95%. Высота растений от 56 до 75 см. Масса 1000 семян – 0,98–1,04 г, масличность – 38,9–41,2% и низкое содержание в жирном масле эруковой кислоты (не более 2,8%), при допустимом уровне 5%.

Сорт Ужурский – вегетационный период 86–89 дней. Высота растений 78–85 см. Масса 1000 семян 1,05–1,16 г, масличность – 38,6–40,4%. Содержание эруковой кислоты достигает 4,0%.

Рапс – ценная масличная культура. Низкоэруковое масло рапса по вкусовым и пищевым достоинствам приравнивается к подсолнечному и соевому и используется как салатное, в составе кухонных жиров и маргарина, мороженого и шоколадной массы. Масло рапса также широко применяется в металлургической, лакокрасочной, мыловаренной и текстильной отраслях промышленности [6].

Для сравнительной оценки масличных культур мы использовали сорт озимого рапса ВН-17 (Краснодар) и сорт ярового рапса Галант (Краснодар).

Вегетационный период озимого рапса ВН-17 составляет 312–315 дней, зимостойкость – 59,0–55,5%, высота растений 140–155 см. Масса 1000 семян – 2,96–3,05 г, масличность – 40,4–42,5%.

Яровой рапс Галант – растение высотой 127,0–131,2 см. Вегетационный период его составил 95 дней. Масса 1000 семян – 3,35–3,39 г. Семенная продуктивность и масличность семян были достаточно высокими и составили 216,3–230,9 г/м^2 и 39,5–41,3% соответственно.

Сурепица – однолетнее масличное растение. Семена сурепицы беднее маслом, чем семена рапса. Масло сурепицы относится к группе слабовысыхающих с йодным числом 98–104. По химическому составу оно сходно с рапсовым и используется в пищевых целях и мыловарении. Сурепичный жмых является хорошим кормовым продуктом [7]. Для изучения использовали два сорта сурепицы: озимой – Злата (Краснодар) и яровой Янтарная (Краснодар).

Озимая сурепица Злата. Процент перезимовки составил всего 55–50%, вегетационный период – 310–313 дней, высота растений достигает 145–150 см. Масса 1000 семян составляет 2,56–2,98 г, масличность семян – 40,2–41,3%.

Яровая сурепица Янтарная – вегетационный период составил 90–92 дня. Высота растений – 123,9–124,6 см, масса 1000 семян – 2,56–2,74 г, масличность – 38,5–40,9%.

Крамбе абиссинская – новая масличная культура. Масло крамбе относится к группе пищевых. Оно легко рафинируется, имеет низкое йодное число (86–97) и по своим пищевым качествам приближается к маслу белой горчицы. Жмых крамбе употребляется для приготовления особого рода халвы и пирожных, может быть использован как удобрение [8]. В исследованиях использовался один сорт Крамбе Воронежская-7 (Воронежская обл.), продолжительность вегетационного периода которой находится на уровне ярового рапса (96–98 дней). Высота растений достигает 95–100 см, масса 1000 семян 5,64–5,78 г, масличность – 39,7–41,0%.

Горчица – масличная культура, масло которой обладает высокими пищевыми и вкусовыми достоинствами (по качеству не уступает подсолнечному маслу), стойкостью к окислению и рекомендуется для приготовления салатов, майонеза, рыбных консервов, жарения, выпечки хлебных изделий (горчичный хлеб, печенье, сдоба). Из жмыха получают горчичный порошок, который благодаря содержанию в нем эфирного (аллилового) масла, обладает сильными фунгицидными свойствами. Применяется для приготовления столовой пищевой горчицы, медицинских горчичников, майонеза, соусов, промышленного и домашнего консервирования овощей и фруктов, мытья посуды (гигиеническое моющее средство). Горчица является фитосанитаром почвы и очищает её от возбудителей бо-

лезней культурных растений (фузариоз, альтернариоз и др.) [9]. В опыте изучали белую горчицу сорта Радуга (Краснодар).

Высота растений достигает 114,0–116,5 см, продолжительность вегетационного периода составляет 90–94 дня. Масличность семян 36,8–38,3%, масса 1000 семян – 5,62 г.

Исследования проводили в 2006–2008 гг. на чернозёмах выщелоченных среднемощных среднегумусных на лессовидных суглинках с хорошей структурой. Почвы имеют слабокислую реакцию среды: pH водной вытяжки 6,4–6,6. Содержание гумуса колеблется от 6,31 до 7,07%. Почвы достаточно обеспечены элементами питания (содержание легкогидролизуемого азота 8,91–9,25; P_2O_5 – 12,8–13,3; K_2O – 18,6–22,0 мг на 100 г почвы) и имеют благоприятные агрофизические показатели: плотность почвы – 1,0–1,2 г/см^2. Содержание агрономически ценных агрегатов – 60–75%, содержание водопрочных агрегатов – 5–70%.

Погодные условия являются одним из важных факторов влияющих на формирование продуктивности растений. Они могут резко колебаться в сравнении как с предыдущими годами, так и со средними многолетними данными. Поэтому изменения погоды влияют как на величину урожая, так и на качество семян.

Годы исследований различались по агрометеорологическим условиям периода вегетации. 2006 г. был засушливым, гидротермический коэффициент (ГТК) для яровых и озимых культур составил 0,6–0,7, что привело к снижению продуктивности культур. Наиболее благоприятными для озимых культур оказались 2007 и 2008 гг. с умеренным увлажнением (ГТК 1,0 и 1,2), соответственно и суммой активных температур составляет 1756,7–1555,2°С (табл.1).

Таблица 1 – Погодные условия развития масличных культур

Год	За вегетацию			ГТК межфазных периодов	
	сумма температур >10°С	осадки, мм	ГТК	всходы-цветение	цветение-спелость
Озимые культуры					
2006	1666,7	94,2	0,6	0,7	0,01
2007	1756,7	178,7	1,0	0,6	2,1
2008	1555,2	184,2	1,2	0,7	2,6
Яровые культуры					
2006	1713,2	118,7	0,7	0,6	0,9
2007	1576,4	167,8	1,0	0,3	1,8
2008	1608,6	253,2	1,6	1,7	1,2

Для яровых культур погодные условия складывались наиболее благоприятно в 2007 г. (ГТК 1,0). Однако урожайность всех изучаемых культур была ниже, чем в 2008 г. с ГТК 1,6. Это объясняет-

ся тем, что в 2007 г. период «цветение–созревание» был избыточно увлажнённым (ГТК 1,8), что снизило продуктивность семян на 8–10%.

Математический анализ показал тесную корреляционную зависимость между метеорологическими факторами и продолжительностью фазы «всходы–цветение», которая имела среднюю сопряжённость с осадками (r=0,56), но более низкую со среднесуточной температурой воздуха (r=0,38). Продолжительность периода «цветение–спелость» зависела от среднесуточной температуры воздуха, (r=0,60) и осадков (r =0,58). Урожайность тесно связана с ГТК за период вегетации и за период «цветение–спелость», коэффициент корреляции составляет 0,7 и 0,8, соответственно. Масличность имеет среднюю зависимость от гидротермического коэффициента (r=0,44).

Сравнительная оценка масличных культур показала, что наиболее урожайными оказались рыжик озимый и яровой, яровой рапс и яровая сурепица, продуктивность которых составила 1,95; 1,98; 1,99 и 1,94 т/га, соответственно. Менее урожайными были крамбе, горчица белая, озимый рапс и озимая сурепица. Низкая продуктивность последних объясняется их слабой устойчивостью к перезимовке, зимостойкость составляет всего 50–55% (табл. 2).

Таблица 2 – Хозяйственно-ценные признаки крестоцветных масличных культур в среднем за 3 года

Культура, сорт	Урожайность, т/га	Масличность, %	Сбор масла, т/га	Содержание протеина, %	Содержание эруковой кислоты, %	Масса 1000 семян, г
Озимые культуры						
Рыжик Пензяк	1,95	40,0	0,70	31,8	2,80	1,11
Рапс ВН-17	1,69	41,7	0,63	30,6	0,31	3,01
Сурепица Злата	1,53	40,8	0,55	30,0	0,05	2,84
Яровые культуры						
Рыжик Ужурский	1,98	39,4	0,70	29,9	4,03	1,10
Рапс Галант	1,99	40,3	0,71	29,8	0,89	3,36
Сурепица Янтарная	1,94	39,4	0,68	29,0	0,87	2,63
Крамбе Воронежская 7	1,88	40,4	0,68	36,1	55,60	5,70
Горчица белая Радуга	1,75	37,7	0,59	28,9	18,93	5,62
$НСР_{05}$	0,13	0,7				

Наибольшей масличностью семян среди испытывавшихся культур обладал озимый рапс ВН-17 – 41,7%. Однако сбор масла был низкий: всего 0,63 т/га, что ниже, чем у рыжика и ярового рапса.

Масличность сама по себе не может характеризовать уровень сбора масла с единицы площади. Валовой сбор масла определяется в большей мере урожаем семян. Несмотря на то, что масличность озимого рапса выше, за счёт низкой урожайности семян (1,69 т/га), выход масла снижается. В варианте с Пензяком при содержании жира в семенах на 1,7% ниже, сбор масла увеличивается на 0,07 т/га. Сбор масла у крамбе и яровой сурепицы был на одном уровне и составил 0,68 т/га, при масличности семян 40,4 и 39,4%, соответственно.

Несколько ниже выход масла отмечался у горчицы белой и озимой сурепицы (0,59 и 0,55 т/га).

Математический анализ показал слабую зависимость масличности от урожайности семян (r=0,14), среднюю связь сбора масла с продуктивностью (r=0,53) и высокую сопряжённость выхода масла и урожайности семян (r=0,87).

По содержанию протеина в семенах масличных культур существенного различия не наблюдалось. Наибольшее количество белка отмечено у озимых культур (30,0–31,8%), за исключением крамбе абиссинской, у которой содержание протеина достигало 36,1%.

Низкое содержание эруковой кислоты (0,05–4,03%) у всех изучаемых культур, кроме горчицы и крамбе, позволяет использовать их масла в пищевых целях, поскольку такие параметры соответствуют требованиям для пищевых растительных масел (не более 5%).

Масло крамбе, благодаря высокому содержанию длинноцепочечной эруковой кислоты (55,6%), может использоваться на технические цели, в частности, для получения экологически чистого возобновляемого топлива – биодизеля.

Содержание эруковой кислоты в масле масличных капустных культур отрицательно коррелирует с урожайностью семян (r=-0,42), а также с содержанием масла (r=-0,53).

Проведённые исследования показывают актуальность изучения масличных культур для региона. Каждая из них имеет своё значение и особенности. Поэтому необходима их детальная интродукционно-селекционная проработка в направлении повышения устойчивости к стрессорам (засухе, морозу, болезням и вредителям), урожайности, качества продукции и других хозяйственно-ценных признаков.

Литература

1. Лазаричева, С.Г. Состояние и перспективы производства основных масличных культур / С.Г Лазаричева // М.: ВАСХНИЛ, ВНИИ ТЭЧСХ, 1978. – 50 с.

2. Лобанов, В.Г. Масличные растения семейства капустных – перспективное сырье для России / В.Г. Лобанов, А.Д. Минаков, И.В. Шуль-

винская, В.Г. Щербаков // Известия ВУЗов, Пищевая технология. – 2003. – №2–3. – С.24–26.

3. Беляк, В.Б. Некоторые аспекты выращивания масличных культур в условиях Пензенской области / В.Б. Беляк, Е.Ф. Семенова // Вопросы совершенствования сельскохозяйственного производства. – Пенза, 1995. – Ч.2. – С. 194–202.

4. Ряхова, Д.К. Озимый рыжик / Д.К Ряхова. –Уфа: Башкнигоиздат, 1957.– 19 с.

5. Семенова, Е.Ф Масличный рыжик: биология, технология, эффективность. / Е.Ф. Семенова, В.И. Буянкин, А.С.Тарасов – Волгоград, 2007. – 82 с.

6. Гортлевский, А.А. Озимый рапс / А.А. Гортлевский, В.А. Макеев. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 135 с.

7. Бочкарева, Э.Б. Рапс и сурепица / Э.Б. Бочкарева, С.Л. Горлов. – Краснодар: ВНИИМК, 2000. – 13 с.

8. Зотеева, Н.М. Перспективная масличная культура крамбе. / Н.М. Зотеева // Научно-технический бюллетень ВИР. – 1992. – Вып. 224. – С. 44–46.

9. Рекомендации по возделыванию горчицы сарептской в Волгоградской области / В.И. Буянкин и др. – Волгоград: ЗАО «Группа Сарепта», 2000. – 32 с.

———

УДК 633.852 «324»:581.48:665.334.86

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И КАЧЕСТВО МАСЛОСЕМЯН ОЗИМОГО РЫЖИКА СОРТА ПЕНЗЯК

Т.Я. Прахова, О.Н. Зеленина

Изучен биохимический состав семян озимого рыжика сорта Пензяк. Показано, что по основным физико-химическим показателям маслосемена соответствуют требованиям, предъявляемым к пищевым и кормовым культурам. Содержание масла в семенах составляет 40–42%, белка – 30–31%. Основными компонентами масла являются эссенциальные α-линоленовая (44%), линолевая (16,8%), и гондоиновая (12,5%) кислоты. Белок семян рыжика отличает высокое содержание лизина – 5,3% и незаменимых серосодержащих аминокислот – метионина (1,7%) и серина (3,0%). Содержание глюкозинолатов (0,28–0,31%) – почти в три раза ниже допустимого значения.

Род рыжик (*Camelina*) включает несколько видов. В культуре возделывают чаще всего рыжик посевной (*C. sativa*) и рыжик средиземноморский (*C. mediterranee*). В Российской Федерации возделывают также рыжик озимый (*C. pilosa*).

Рыжик хорошо произрастает в умеренном климате, даёт стабильные урожаи, не требует сложной агротехники. Культура холодостойка и засухоустойчива, созревает раньше подсолнечника и рапса, не поражается вредителями крестоцветных культур [1]. Семена рыжика содержат 26–46% масла, которое обычно используется на технические цели. В Австрии, Великобритании, Дании, Германии, России, США, Финляндии и Франции активно ведутся работы по селекции и агротехнике рыжика как масличного растения [2].

Масло озимого рыжика отличается от масел других крестоцветных высоким содержанием линоленовой и линолевой кислот и относительно низким содержанием эруковой кислоты [2–4].

В Пензенском НИИСХ методом индивидуального отбора из стародавнего сорта Заря социализма выведен сорт рыжика озимого Пензяк. Это единственный озимый сорт, включенный в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ. Сорт Пензяк рекомендован к использованию по всем регионам возделывания с 2002 г. Его возделывание позволяет иметь сырье нового урожая в то время, когда другие масличные культуры еще не созрели.

Сорт рыжика озимого Пензяк отличается скороспелостью. В условиях Среднего Поволжья его вегетационный период составляет 300–305 дней. Сорт устойчив к вымоканию, зимо- и морозостоек. Сохранность растений к весне достигает 87–96%. Помимо этого, сорт Пензяк устойчив к ранневесенней засухе, отличается высокой толерантностью к поражению вредителями и болезнями, слабой склонностью к полеганию и осыпанию семян. Масса 1000 семян – 0,9–1,1 г, урожайность семян – 1,6–2,1 т/га. Содержание масла в семенах 40–42%.

Представляло интерес изучение биохимического состава семян рыжика сорта Пензяк с целью изучения возможности использования его семян на кормовые цели, а масла – на пищевые цели.

Объектом исследования служили семена озимого рыжика сорта Пензяк. Биохимические анализы выполняли по методикам ВИР [5]. Аминокислотный состав обезжиренных семян проводили после кислотного гидролиза. Для определения состава высокомолекулярных жирных кислот (ВЖК) масло получали по ГОСТ Р 51 483–99. Идентификацию и определение содержания ВЖК выполняли методом газожидкостной хроматографии.

Анализ показал, что семена озимого рыжика сорта Пензяк содержат 40–42% масла, а содержание белка в обезжиренных семенах составляет 30–31%.

В состав белков семян озимого рыжика сорта Пензяк входят 20 аминокислот, в том числе 9 незаменимых. Белки отличаются достаточно высоким содержанием аргинина – 21,3% от суммы не-

заменимых аминокислот, валина (6,3%), лейцина (6,9%), фенилаланина (4,6%) (табл. 1).

Таблица 1 – Аминокислотный состав семян озимого рыжика сорта Пензяк

Название аминокислот		Содержание в белке, %
Незаменимые	Треонин	3,6
	Валин	6,3
	Метионин	1,7
	Изолейцин	4,3
	Фенилаланин	4,6
	Лизин	5,3
	Гистидин	2,3
	Аргинин	9,2
	Лейцин	6,9
	Сумма	*44,2*
Заменимые	Цистин	0,6
	Глицин	5,9
	Аланин	5,3
	Тирозин	2,6
	Аспарагиновая кислота	10,3
	Серин	3,0
	Глутаминовая кислота	20,1
	Пролин	5,9
	Другие аминокислоты	2,0
	Сумма	*55,8*

В отличие от рапса, подсолнечника, арахиса, льна и клещевины, белки рыжика отличает высокое содержание биологически ценного лизина – 5,3% от общей суммы аминокислот. Кроме того, в их состав входят незаменимые серосодержащие аминокислоты метионин (1,7%) и серин (3,0%), необходимые в рационе птиц и овец.

Из заменимых аминокислот максимальное количество приходится на глутаминовую кислоту – 20,1%. Второй по содержанию является аспарагиновая кислота – 10,3%. В составе белков достаточно высокое содержание пролина (5,9%), глицина (5,9%) и аланина (5,3%). Хорошая сбалансированность белков семян рыжика сорта Пензяк по аминокислотному составу делает его семена, жмыхи и шроты ценными компонентами пищевых рационов животных.

Использование семян ряда крестоцветных культур для кормовых и пищевых целей ограничивается высоким содержанием глюкозинолатов. Проведённый анализ показал, что, в зависимости от метеорологических условий периода вегетации, содержание глюкозинолатов в семенах рыжика сорта Пензяк колебалось в пределах

0,28–0,31%. Допустимое значение содержания глюкозинолатов в шроте составляет 1% [6].

Подобно другим капустным, семена рыжика содержат эфирные масла. У сорта Пензяк содержание эфирных масел в семенах очень низкое, 0,06–0,07%, оно практически не изменялось от условий года возделывания.

Маслосемена рыжика отличает высокое содержание биологически активных веществ: стеролы, каротин и каротиноиды, хлорофиллы и токоферолы.

Токоферолы (витамин Е), являющиеся естественными антиоксидантами растительных масел, встречаются в семенах рыжика сорта Пензяк в формах альфа, бета, гамма, дельта (табл. 2).

Таблица 2 – Содержание биологические активных компонентов в маслосеменах рыжика озимого сорта Пензяк

Показатель	min–max	Среднее
Каротин + каротиноиды, %	0,002-0,005	0,003
Хлорофиллы, в пересчёте на хлорофилл «а», мг/кг	0,19-2,23	0,97
Фитостероиды, мг/кг	0,261-0,280	0,270
Токофероллы суммарно, мг %, в т. ч.:	59,9-109,0	78,1
α-токоферол	сл.	сл.
β + γ-токоферол, % от суммы	90-93	92
δ-токоферол	сл.	сл.
димеры токоферолов, % от суммы	7-8	8

В среднем за годы изучения содержание токоферолов составило 78,1 мг%. В основном представлены β и γ-токоферолы (92% от общей суммы), затем димеры токоферолов (8% от общей суммы), α и δ-токоферолы представлены в следовых количествах.

Содержание каротиноидов (0,002–0,005%) и пигментов группы хлорофиллов (0,19–2,23 мг/кг) в семенах сорта Пензяк невелико.

Масло озимого рыжика золотисто-жёлтого цвета с характерным запахом масла капустных. Йодное число масла, характеризующее степень ненасыщенности жирных кислот, в годы исследований изменялось от 133 до 152 г/100 г и было близким к йодным числам конопляного и соевого масел, но уступало льняному (170–200). Оно позволяет отнести масло рыжика озимого к высыхающим маслам.

Степень окисленности липидов характеризуется перекисным и анизидиновым числами. За годы исследований перекисное число в среднем составило 4,0 ммоль активного кислорода на 1 кг. Наибольшее значение – 5,3 – отмечено в благоприятный по гидротермическим показателям год (ГТК 1,1), наименьшее (2,7) во влажный год (ГТК 1,8).

Анизидиновое число за годы исследований составило 2,5–2,7 у.е. Содержание соединений с сопряжёнными двойными связями было невысоким и составило: диены – 0,19 л/г см и триены – 0,05 л/г см. Число омыления, показывающее количество высших жирных кислот, образующихся при омылении, было стабильным (182±1) и близким к числу омыления конопляного (190–194), периллового (180–196) и льняного (174–183) масел.

Качество масла и его пищевые достоинства в значительной мере определяются его жирнокислотным составом. Наибольшую долю в маслосеменах рыжика озимого представляют полиненасыщенные жирные кислоты, в том числе линолевая и α-линоленовая. Их среднее содержание за годы исследования составляло 16,8% и 44,1% соответственно (табл. 3).

Таблица 3 – Жирнокислотный состав масла из семян рыжика

Жирная кислота	Число атомов углерода и непредельных связей	Содержание, %	
		масло сорта Пензяк	масло «Золото удовольствия»*
Миристиновая	С14:0	0,04–0,08	0,09
Пентадекановая	С15:0	0,01–0,02	0,02
Пальмитиновая	С16:0	4,19–5,28	5,36
Пальмитоолеиновая	С16:1	0,05–0,13	0,09
Стеариновая	С18:0	1,70–2,25	2,26
Олеиновая	С18:1	10,72–13,30	14,83
Линолевая	С18:2	15,58–17,55	17,37
γ-линоленовая	С18:3	0,01–0,02	0,01
α-линоленовая	С18:3	38,29–45,05	37,71
Арахиновая	С20:0	1,66–1,35	1,06
Гондоиновая	С20:1	12,30–13,43	12,72
Эйкозеновая	С20:1	1,07–2,21	0,36
Арахидоновая	С20:4	1,73-2,45	-
Бегеновая	С22:0	0,26–0,30	0,22
Эруковая	С22:1	2,5 – 2,9	2,35
Докозадиеновая	С22:2	0,01–0,23	0,10
Докозатриеновая	С22:3	0,30–0,45	0,35
Лигноцериновая	С24:0	0,50–0,60	0,58

** Данные [3]*

Масло озимого рыжика характеризуется низким содержанием эруковой кислоты (С 22:1) – 2,5–2,9%. По этому показателю масло рыжика отвечает требованиям ГОСТ для пищевых растительных масел (не более 5%). В годы с разными гидротермическими показателями содержание эруковой кислоты не изменялось, что свидетельствует о стабильном проявлении данного признака.

Количество ненасыщенных жирных кислот колебалось по годам незначительно: олеиновой от 10,7 до 13,3%; линолевой от 15,6 до 17,6%; линоленовой от 38,3 до 45,1% и гондоиновой от 12,3 до 13,4%. Следует подчеркнуть, что гондоиновая кислота является специфичной для масла рыжика и редко обнаруживается в других растениях.

По жирнокислотному составу масло рыжика озимого сорта Пензяк и нерафинированное масло рыжика «Золото удовольствия», выпускаемое ООО ПКП «Провансаль» (г. Томск) практически идентичны, что позволяет заключить, что масло озимого рыжика сорта Пензяк может использоваться на пищевые цели.

Таким образом, по содержанию масла, белка, незаменимых аминокислот, высокомолекулярных жирных кислот и гликозинолатов маслосемена озимого рыжика сорта Пензяк являются ценным масличным сырьем, которое можно использовать как для технических, так и для кормовых и пищевых целей.

Литература

1. Гаврилова, В.А. Изменчивость хозяйственно ценных признаков масличных культур при эколого-географических испытаниях./ В.А. Гаврилова, А.Г. Дубовская, Н.Г. Конькова и др. // Сельскохозяйственная биология – 2007. – №5. – С. 26–41.

2. Леонард, Е. Чарльз. Рыжиковое масло: потенциальный источник линоленовой кислоты / Е. Чарльз Леонард // INFORM – 1998. – № 9. – 6 с.

3. Рензяева, Т.В. Качество и жирнокислотный состав рыжикового масла / Т.В. Рензяева, О.П. Рензяев, В.И. Кривовяз и др. / Масложировая промышленность. – 2003. – № 3. – С. 62.

4. Низова, Г.К. Сравнительная характеристика рыжика по количеству и качеству масла / Г.К. Низова, А.Ф. Калугина // Труды по прикладной бот., ген. и сел. – Л.: СПб ВИР. – 1999. – Т. 156. – С. 116.

5. Ермаков, А.И. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков – Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд., 1987. – 430 с.

6. Щербаков, В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов. – М.: КолоСС, 2003. – 359 с.

УДК 633.854.54 :631.526.32:001.53

РЕЗУЛЬТАТЫ СОРТОИСПЫТАНИЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

В.Н. Бражников, О.Ф. Бражникова

Дана сравнительная характеристика сортам льна по продуктивности, масличности, сбору масла, урожайности льносоломы и стабильности данных показателей в условиях Пензенской области. Выявлен наиболее урожайный сорт льна масличного Исток, выход семян у которого составила 2,03 т/га.

Увеличение производства сырья для обеспечения потребности населения в растительном масле, а отрасли животноводства в растительном белке – одна из важнейших задач АПК России.

За последние 15 лет площади, занимаемые масличными культурами, выросли с 3668 тыс. га (1986–1990 гг.) до 7693 тыс. га (2006 г.). Основной масличной культурой в России является подсолнечник, площади под которым составляют около 80% всех посевов масличных. Факторами, ограничивающими эффективность возделывания этой культуры, являются высокая чувствительность подсолнечника к кислотности почвы, фитосанитарному режиму (необходимость возделывания в севообороте с длительной, не менее 7–8 лет, ротацией), отрицательная реакция на недостаток тепла (позднее созревание).

Около 7–11% площадей под масличными культурами занимает соя. Ареал её возделывания, учитывая повышенные требования к гидротермическим условиям, ограничен в основном южными регионами РФ и расширяется очень медленно.

В последние годы происходит увеличение площадей, занятых посевами рапса. Площади под рапсом в 2007 г. выросли в России на 24,2% к уровню 2006 г. и, по прогнозам, в ближайшие годы достигнут 2000 тыс. га, что составит 18–20% общей площади под масличными культурами. Однако возможность увеличения площадей под рапсом ограничена. Кроме того, этот процесс может привести к нарушению агроэкологического равновесия и ухудшению фитосанитарной обстановки в целом ряде регионов России, производящих масличное сырьё. Поэтому лучшим способом увеличения производства растительных масел, не приводящим к монокультуре, является расширение ассортимента масличных культур.

Лён – традиционная масличная культура России. С давних времён растительное масло получали из семян льна. В 2006–2007 гг. площади, занимаемые льном масличным, составили 74–76 тыс. га или около 1% общей площади под масличными культурами.

Лён является одной из ценнейших сельскохозяйственных культур. Он неприхотлив к условиям возделывания (может выра-

щиваться на бедных почвах, не требует массированного применения пестицидов) является хорошим фитосанитаром и предшественником для других культур. Обладая высокой приспособленностью к колебаниям внешних условий, лён масличный обеспечивает относительно высокие и стабильные урожаи маслосемян, имеет различные направления использования (масло, льноволокно, кормовые жмыхи и шроты). Технология возделывания льна высокомеханизирована и не требует специальных сельхозмашин.

Семена льна содержат 30–48% жирного масла, в состав которого входят глицериды линоленовой кислоты – 30–60%, линолевой – 17–35%, олеиновой – 15–20%, пальмитиновой – 5–7%, стеариновой – 3–4%; 12–26% белка, органические кислоты, ферменты, витамины, стеролы [1,2]. Льняное масло обладает высоким удельным энергосодержанием, равным 39,4 кДж/г [3]. Содержание в масле ненасыщенных жирных кислот определяет его способность к быстрому высыханию и ценность как технического масла. При переработке путём гидрогенизации получают продукт, близкий по своему составу и внешнему виду к животным жирам – саломас, из которого производится маргарин.

За последние годы использование льняного масла в пищу возросло во всём мире. Это связано с его лечебными свойствами, обусловленными высоким содержанием линоленовой кислоты, что способствует выведению из организма холестерина, улучшению обмена белков и жиров, нормализации артериального давления, уменьшению образования тромбов и опухолей [2]. На Руси для лечения рака желудка, толстой кишки, тонкого кишечника, молочной железы и легких с успехом использовали масло из семян льна. В целом, льняное масло значительно снижает риск сердечно-сосудистых и раковых заболеваний, а также уменьшает аллергические реакции.

При переработке семян на масло получают жмых – отличный концентрированный корм, богатый белками – 32–36%, жирами – 7–9% и безазотистыми экстрактивными веществами, пригодный для скармливания всем сельскохозяйственным животным. Питательные вещества льняного жмыха легко усваиваются животными, повышая удои коров и количество жира в молоке. В 100 кг льняного жмыха содержится 114,3 кормовых единицы и 25,8 кг переваримого протеина. Льняной белок (линулин) обладает полным составом незаменимых для человеческого организма аминокислот. Семена льна, в отличие от сои, не содержат веществ, препятствующих их применению в пищу в сыром виде и как добавки к кулинарным изделиям. Льняной жмых по содержанию белка превосходит говядину в 1,9 раза, конину в 2,2 раза, баранину в 2,3 раза, свинину не менее чем в 2,6 раза и уступает этим продуктам питания по наличию в нем жи-

ров [4]. Анализ качественного и количественного состава льняного жмыха показывает, что он обладает высокой пищевой ценностью и его применение в качестве кормовых добавок расточительно по отношению к продовольственному сырью. По мнению ряда учёных, льняной белок может вытеснить соевый из продовольственной сферы [5].

Таким образом, лён является очень перспективной сельскохозяйственной культурой, которая, заняв свою экологическую нишу в дополнение к подсолнечнику, сое и рапсу, может существенно повысить стабильность производства маслосемян.

Исследования по экологическому сортоиспытанию льна в условиях лесостепи Среднего Поволжья проводились в 2001–2005 гг. на базе Пензенского НИИСХ. Объектом исследований являлся 21 сортообразец льна различных групп: долгунцы (5 образцов), межеумки (11 образцов) и кудряши (5 образцов). Целью исследований было выявить наиболее продуктивные для условий Средневолжского региона сорта льна различного направления использования.

Среди изучаемых групп по скороспелости выделились кудряши. Продолжительность их вегетации составила 86–87 суток. Созревание межеумков наступало на 87–92 сутки после фазы полных всходов. Долгунцы созревали значительно позже. Наиболее скороспелыми явились кудряши (Миф, Кустанайский янтарь) и межеумки (ВНИИМК-620, ВНИИМК-622). В группе долгунцов более раннее созревание наступало у сортов Томский-16, Томский-18.

Средняя урожайность семян по группам составила: кудряши – 1,72 т/га, межеумки – 1,55 т/га и долгунцы – 1,10 т/га. По семенной продуктивности достоверно превышали стандарт (ВНИИМК-622) следующие сорта: Исток (2,03 т/га), Кустанайский янтарь (1,94 т/га), Л-01 (1,86 т/га) и Карабалыкский-7 (1,81 т/га). Из них Исток включён с 2008 г. в Госреестр сортов, допущенных к использованию по 7 региону. Урожайность семян сорта Исток отличалась относительной стабильностью по годам (C_v=21,1%).

Урожайность семян целой группы сортов межеумочного типа (Исилькульский, Небесный, Северный, ВНИИМК-620) была на уровне стандарта и составила 1,51–1,55 т/га. К этой группе примыкают кудряши Миф, Артикский-7 и Бахмальский. Однако указанные сортообразцы не включены в Госреестр и не могут использоваться в производстве.

Сорта долгунцового типа значительно уступали кудряшам и межеумкам по семенной продуктивности, составившей 1,04–1,17 т/га. Максимальную урожайность в данной группе имел сорт Томский-18 – 1,17 т/га. Более стабильную семенную продуктивность по годам имели межеумки (коэффициент вариации составил 21,1–32,9%, при 31,4–42,7% и 12,1–34,4% у кудряшей и долгунцов, соот-

ветственно). Сорта долгунцового типа Томский-16 и Белочка имели стабильно низкую урожайность семян, коэффициент вариации – 12,1 и 14.0%, соответственно.

Наиболее высокую масличность семян среди изучаемых групп имели межеумки – 41,4–45,9%, при 39,9–42,0% у кудряшей и 36,4–38,2% у долгунцов. По данному показателю выделились сорта межеумочного типа Ручеёк и ВНИИМК-620, масличность которых составила 45,91 и 44,48% ,соответственно, при 41,51% у стандарта.

Среди изучаемых признаков масличность семян была наиболее стабильна по годам. Коэффициент вариации колебался в интервалах 0,9–4,8% у кудряшей, 3,1–3,3% у межеумков и 2,2–3,7% у долгунцов.

Наиболее важным показателем, определяющим ценность того или иного сорта, является сбор масла. Он учитывает как семенную продуктивность, так и масличность. В среднем за годы исследований сбор масла колебался в интервалах: кудряши – 514–652 кг/га, межеумки – 483–767 кг/га и долгунцы – 348–382 кг/га. Максимальный сбор масла по опыту получен у сортов: Исток (межеумок) – 767 кг/га, Кустанайский янтарь (кудряш) – 704 кг/га и Л-01 (межеумок) – 698 кг/га, что превышало показатели стандарта на 203, 140 и 135 кг/га, соответственно.

При возделывании льна немаловажное значение имеет не только урожай основной продукции – семян, но и количество побочной продукции – льняной соломы. Льняная солома в странах Западной Европы используется для получения сигаретной бумаги. Короткое льняное волокно применяют при изготовлении экологически чистых пластмасс, из которых делают мебель, кузова автомобилей, некоторые автомобильные детали и многое другое. Льняная костра применяется для изготовления костроплит (строительный и изоляционный материал) и лучших сортов бумаги [2].

Максимальную урожайность льносоломы обеспечили долгунцы – 7,03–8,67 т/га (C_V=23,2–32,4%), при продуктивности межеумков 4,48–6,57 т/га (C_V=17,8–37,6%), кудряшей – 5,19–5,87 т/га (C_V=16,3–20,6%). Таким образом, урожайность льносоломы кудряшей была стабильно низкой, долгунцов – нестабильно высокой.

В группе долгунцов и в целом по опыту наиболее продуктивны сорта Белинка и Алексим, урожайность льносоломы составила 8,67 и 8,01 т/га, соответственно.

Для двустороннего использования наиболее пригодны межеумки Исток и Л-01. Урожайность льносоломы указанных сортообразцов была максимальной в группе сортов масличного льна и составила 6,53 и 6,43 т/га, соответственно.

Более стабильную, но относительно низкую урожайность льносоломы по годам обеспечили кудряши, коэффициент вариации

данного признака колебался в интервалах 16,3–20,6 у межеумков и 17,8–37,5% у кудряшей. Солома кудряшей менее всего пригодна для использования, так как сорта данной группы являются коротко-стебельными.

Продуктивность долгунцов была нестабильно высокой, коэффициент вариации составил 23,2–32,4%. Данный признак был более стабилен у сортов Карабалыкский-7, Бахмальский (кудряши), Северный, Исилькульский (межеумки) (C_V от 16,3 до 18,8%). В группе долгунцов более стабильную и относительно высокую продуктивность обеспечили Белочка (C_V=23,2%) и Томский–18 (C_V=24,9%).

Таким образом, для производства маслосемян и двустороннего использования в почвенно – климатических условиях Средневолжского региона наиболее пригоден сорт межеумочного типа селекции ПензНИИСХ – Исток. Долгунцы Белинку и Алексим целесообразно возделывать вблизи пенькозаводов для получения льняного волокна.

Литература

1. Плешков, Б.П. Практикум по биохимии растений / Б.П. Плешков. – М.: Колос, 1976. – 255 с.

2. Крепков, А.П. Селекция льна-долгунца в Сибири / А.П. Крепков. Томск: Изд-во ТГУ, 2000. – 185 с.

3. Кузин, А.М. Общая химия / А.М. Кузин. – М.: Высшая школа, 1961. – 254 с.

4. Прянишников, Д.Н. Избранные сочинения. Т.3. / Д.Н. Прянишников. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – 633 с.

5. Стеблинин, А.Н., Козлов В.П. Продовольственное значение семян льна / А.Н. Стеблинин, В.П. Козлов // Аграрная наука. – 2001. – Вып.12. – С. 10–12.

———

УДК 631.523:[633.522+633.854.434]

ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ БЕЗНАРКОТИЧЕСКОЙ ОДНОДОМНОЙ КОНОПЛИ В ПЕНЗЕНСКОМ НИИСХ

В.А. Серков

Изложены основные методические приёмы селекции безнаркотической конопли посевной (*Cannabis sativa* L.) волокнистого и масличного направлений использования в Пензенском НИИСХ.

Культура конопли является древней, однако селекционная работа с ней начата только в 30-е годы XX столетия. До этого време-

ни селекционных сортов конопли не существовало, а сортами называли улучшенные местные популяции, обычно очень пёстрые по морфологическому составу [1]. Селекционная работа по конопле за границей была также ограниченной [2]. Отсутствовала теоретическая основа селекции культуры, были неизвестны закономерности наследования отдельных признаков. Конопля являлась мало изученным генетическим объектом. Поэтому на первых этапах селекции культуры выявлялись и изучались лучшие местные сорта (кряжи), делались попытки интродукции разных экотипов.

Изучение сортового разнообразия имело большое значение в селекционной работе, так как часто местные и/или инорайонные сорта проявляли свои положительные качества в разных, географически отдалённых, районах. Так, завезённая в Россию в 1930-х гг. итальянская конопля явилась ценным исходным материалом для создания группы отечественных сортов южной, южносозревающей и среднерусской конопли волокнистого направления [3].

На Пензенской опытной станции (с 1989 г. – Пензенский НИИ сельского хозяйства) селекция посевной конопли начата с 1928 года. До 1941 г. методом акклиматизации южной итальянской конопли был получен сорт ЮСЛОС. Методом массового улучшающего отбора из конопли Старо-Оскольского кряжа выведен сорт СОУ (Старо-Оскольская улучшенная). С 1946 г., кроме указанных методов, в селекции конопли стала применяться половая гибридизация при свободном и принудительном опылении, которая сочеталась с прививками для усиления доминирования основных признаков того или иного сорта [4]. От свободного переопыления среднерусского сорта СОУ и южносозревающих сортов (ЮСЛОС, ЮС-1, ЮС-58) был получен новый сорт Пензенская гибридная.

С 1952 г. в селекции конопли, кроме метода половой гибридизации, стал использоваться метод вегетативной и вегетативно-половой гибридизации. Одновременно уточнялась методика вегетативных сближений-скрещиваний.

Путём гибридизации скороспелых сортов среднерусской и северной конопли с южными позднеспелыми сортами был получен новый исходный материал для селекции. Проводили прямые и обратные скрещивания методом принудительного опыления на изолированных площадках или в сосудах под изоляторами. На следующих этапах селекционного процесса проводились отборы по результатам анализов и оценок индивидуальных растений.

С 1963 г. анализ индивидуально отобранных растений стали проводить не только по морфологическим признакам, массе стеблей, урожаю семян и скороспелости, но и по содержанию волокна в стеблях. Кроме того, стали учитывать форму соцветия матёрки, так как было установлено, что растения с рыхлым соцветием более вы-

сокорослы по сравнению с растениями, имеющими компактное соцветие.

При выведении и испытании новых сортов конопли параллельно изучалась и уточнялась методика получения исходного материала, сравнивались различные методы селекции. На основании сорокалетней селекционной практики было установлено, что наиболее эффективным методом селекции культурной конопли является метод гибридизации, а наиболее результативными – скрещивания позднеспелых сортов со скороспелыми. Из методов отбора лучшим был признан индивидуальный отбор с анализом растений по морфологическим и хозяйственным признакам [4].

До конца 60-х гг. XX века селекцию посевной конопли для среднерусской зоны коноплесеяния вели по четырём основным признакам: скороспелости, высокостебельности, урожаю семян и высокому выходу волокна.

В начале 1970-х гг., в связи с участившимися случаями использования посевной конопли в качестве растительного сырья для изготовления наркотических средств, возникло новое направление селекции – выведение сортов, не обладающих наркотической активностью. Это потребовало разработки новых методов селекции или ускоренного совершенствования традиционных. Востребованная методика селекции на снижение содержания каннабиноидов, рекомендованная для работ по селекции культурной конопли, была разработана учёными ВНИИ лубяных культур [5]. В основу этой методики заложен экспресс-метод определения содержания каннабиноидов в полевых условиях, позволяющий уже на ранних этапах селекции выделить и исключить из популяции растения, показавшие положительную реакцию на их содержание. Для селекционного процесса были также модифицированы и усовершенствованы полуколичественный метод тонкослойной (ТСХ) и количественный метод газожидкостной (ГЖХ) хроматографий, применяемые на заключительных этапах создания новых сортов.

Использование модернизированных методических приёмов позволило селекционерам ВНИИЛК получить качественно новый исходный материал для селекции безнаркотических форм культурной конопли. Одновременно были установлены механизмы наследования содержания каннабиноидов, определена селекционная стратегия для снижения уровня признака наркоактивности растений конопли.

Первые селекционные сорта безнаркотической южносозревающей однодомной конопли были созданы и допущены к использованию на территории СССР с 1980 г. Приоритет по их созданию принадлежит ВНИИ лубяных культур (селекционеры Сенченко Г.И., Вировец В.Г.). Позднее в Краснодарском НИИСХ были селектиро-

ваны и внесены в Госреестр не обладающие наркотической активностью сорта южной двудомной конопли (селекционеры Нимченко П.В., Сухорада Т.И.). Первый отечественный сорт безнаркотической однодомной конопли среднерусского типа был создан в Чувашском НИИСХ (селекционер Г.С. Степанов).

В Пензенском НИИСХ работа по созданию безнаркотических сортов однодомной конопли посевной была начата в 1993 г. Для успешного достижения поставленных целей было необходимо разработать эффективный методологический аппарат с учётом биологических и физиологических особенностей вида *Cannabis sativa* L.

На основе накопленного теоретического и научно-практического потенциала знаний о культуре конопли была разработана селекционная стратегия и определены основные этапы селекционного процесса. Главными структурно-системными составляющими разработанной селекционной программы являлись: 1. Цели и задачи последовательных этапов селекции культуры; 2. Изучение генетической гетерогенности мирового генофонда вида *Cannabis sativa* L.; 3. Выявление источников с высокими параметрами адаптивно значимых и хозяйственно ценных признаков; 4. Интенсификация формообразовательного процесса путём индуцированного рекомбиногенеза; 5. Изучение онтогенетической адаптации и хозяйственной ценности полученных рекомбинантов; 6. Искусственный методический отбор ценных генотипов по фенотипу.

Селекционный процесс с посевной коноплёй в Пензенском НИИСХ осуществляется по схеме, приведённой на рисунке 1, с учётом требований действующих методик [5,6].

На первом этапе селекции изучались генетические ресурсы вида *Cannabis sativa L*. путём скрининга образцов конопли мировой коллекции ВНИИР, насчитывающей ныне около 600 номеров [7].

В течение 2001–2003 гг. испытывалось 136 сортообразцов однодомной среднерусской и южносозревающей конопли различного эколого-географического происхождения. В результате их комплексного изучения были отобраны перспективные номера, обладающие высокими параметрами селекционно-важных признаков, в том числе:

- низкого содержания ТГК (0,01–0,10%) – к-20, к-373, к-499, к-502;
- скороспелости (100–105 суток) – к-290, к-427, к-555;
- семенной продуктивности (126–135% к стандарту)– к-134, к-144, к-190, к-426;
- массе 1000 семян (>19г) – к-144, к-201, к-542;
- масличности семян (>30%) – к-17, к-126, к-427, к-480, к-520, к-545, к-569;
- содержанию волокна общего (>30%) – к-545, к-546, к-559;

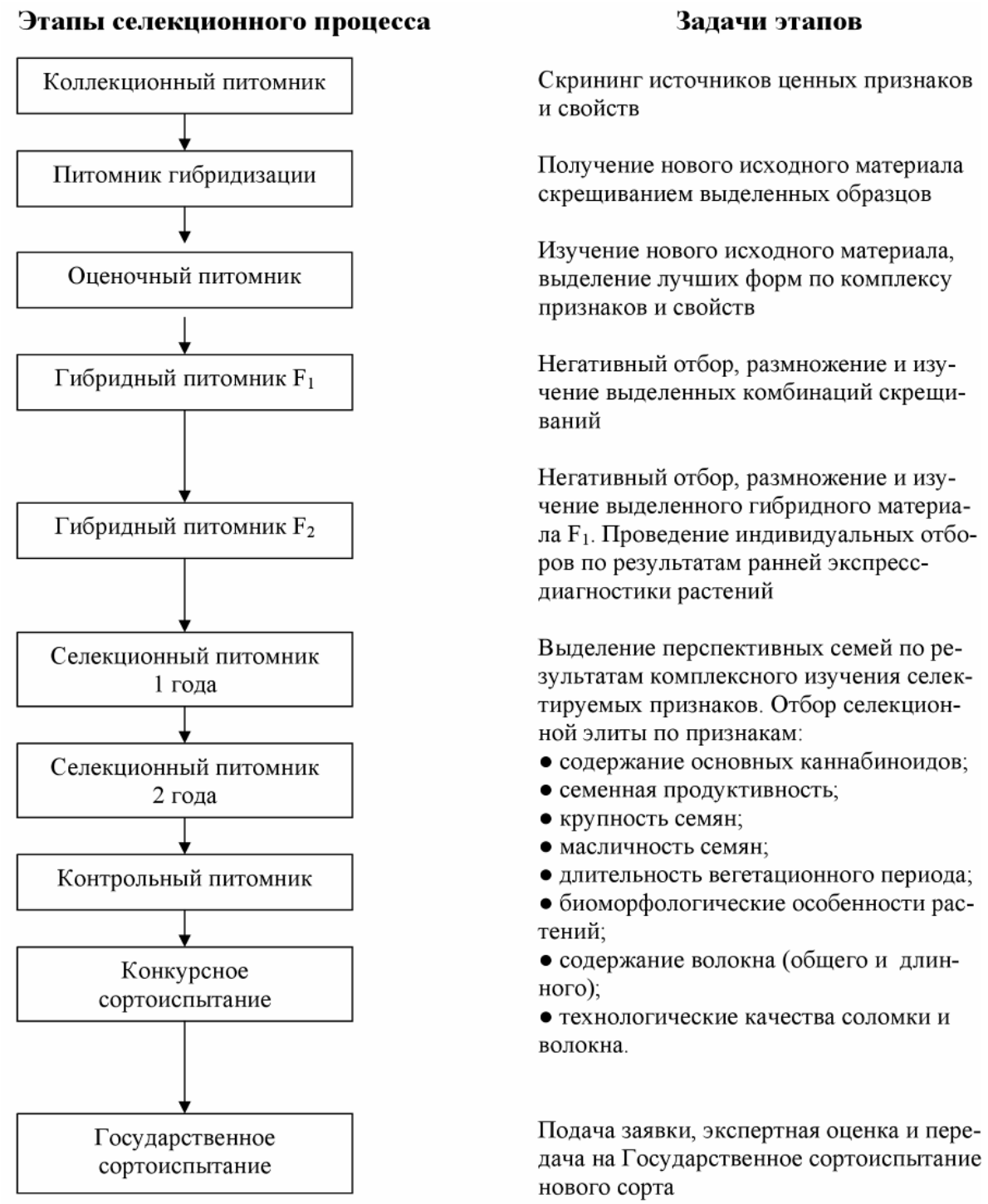


Рисунок 1. Схема селекционного процесса по культуре конопли посевной, используемая в Пензенском НИИСХ

- прочности чёсаного волокна (>29,4 кгс) – к-96, к-544, к-558.

Определена изменчивость основных элементов продуктивности и биометрических характеристик растений номеров коллекции. Сильно варьирующими признаками (V=20,1–83,1%) оказались: длина соцветия, уборочная влажность семян, масса семян 1-го растения, прочность чёсаного волокна. Слабо варьировали (V=3,2–8,5%)

признаки: уборочная влажность стеблей, содержание тетрагидроканнабинола (ТГК).

Также были установлены линейные коэффициенты корреляции между содержанием ТГК и основными селекционно-важными признаками (таблица).

Корреляция между содержанием ТГК и основными хозяйственно-ценными признаками (2001–2003 гг.)

Коррелируемые признаки	Коэффициент корреляции, r
Длительность периода вегетации	-0,22
Урожайность семян	0,39
Урожайность стеблей	-0,21
Содержание волокна	-0,61
Выход волокна	-0,57
Разрывная прочность волокна	0,09
Содержание масла в семенах	0,08

Исследованиями установлена положительная зависимость только между содержанием ТГК и урожайностью семян. Во всех остальных случаях корреляция признаков либо положительная слабая, либо отрицательная от средней до сильной. Это предопределяет возможность создания высокопродуктивных по выходу волокна и масла форм среднерусской конопли с минимальным содержанием или полным отсутствием основного наркотического соединения – ТГК.

На втором этапе селекции требовалось создать качественно новый исходный материал, обладающий наряду с традиционными селекционно-важными признаками свойством безнаркотичности. В качестве инструмента выполнения этой задачи использовалась внутривидовая межсортовая гибридизация. В гибридизацию включались выделенные по отдельным признакам образцы по принципу эколого-генетической отдалённости. Причём с целью элиминации генотипов с повышенными уровнями содержания ТГК (доминантного признака) в скрещиваниях участвовали образцы, имевшие на протяжении всех трёх лет изучения стабильно низкие уровни признака (следы – 1 балл) и одновременно обладавшие высокими параметрами хозяйственно полезных признаков.

Внутривидовые скрещивания посевной однодомной конопли, для которой характерно формирование огромного количества мужских (до 27 тыс.) и женских (до 5 тыс.) цветков, а также высокая завязываемость семян в соцветии, осуществляются достаточно легко [8]. Гибридизацию проводили на изолированных площадках по типу кроссбридинга подобранных по отдельным характеристикам сорто-

образцов. За период 2002–2004 гг. было получено 35 новых межсортовых комбинаций скрещиваний.

Гибридные комбинации F_1 испытывались по комплексу биоморфологических и хозяйственно полезных признаков в оценочном питомнике. Отобранные по результатам испытания перспективные комбинации размножались в гибридных питомниках второго поколения (F_2), из которых производился отбор селекционной элиты. В результате был выделен перспективный материал, сочетающий низкое содержание ТГК с рядом ценных хозяйственных признаков.

На последующих этапах селекционного процесса особенное значение приобретает искусственный методический отбор ценных генотипов по фенотипу. При выборе различных методов и приёмов отбора было необходимо учитывать возможность быстрого закрепления интересующих признаков в потомстве при их использовании.

Как показала многолетняя селекционная практика, методы массового и индивидуального отбора по косвенным признакам малорезультативны [9].

Сравнительная оценка эффективности массового и семейственно-группового отбора, проводившаяся во ВНИИЛК и КНИИСХ, выявила преимущества последнего при селекции на повышение содержания волокна в стебле и масла в семенах. При семейственно-групповом отборе содержание волокна в стеблях было выше контроля на 3,1%, при массовом – на 2,2%. Масса волокна с растения в сравнении с контролем составила при семейственно-групповом отборе 140%, при массовом – 119% [9]. В среднем с каждой кратностью отбора содержание волокна в стебле увеличивается на 0,63% [10,11]. Содержание масла в семенах форм, селектируемых с применением семейственно-группового отбора, было выше контроля на 2,29% (абсолютных), при массовом отборе – на 1,41 абсолютных % [12].

По мнению ряда ведущих селекционеров, наиболее эффективным методом отбора при селекции конопли является семейственно-групповой с индивидуальной оценкой каждого растения внутри семьи по основным хозяйственно ценным признакам [10,13,14]. Преимущество этого метода состоит в том, что он, сохраняя возможность биологического разнообразия, создаёт условия для быстрого фиксирования ценных наследственных свойств. Данный метод отбора и был принят к использованию в селекционной программе Пензенского НИИСХ.

В изолированных питомниках размножения гибридов второго поколения до цветения проводился негативный отбор по результатам экспресс-диагностики каждого растения на содержание каннабиноидов, а с фазы бутонизации – 6–8-кратные браковки нетипичных растений, обычной поскони и маскулинизированных типов. Для

последующих этапов селекционного процесса отбирались лучшие растения, прошедшие тестирование по комплексу селекционно-важных признаков и свойств.

Дальнейшая селекционная проработка отобранного материала выполнялась в селекционных питомниках с использованием метода семейственно-группового отбора. Обязательным требованием являлась пространственная изоляция участка от других посевов конопли не менее 2-х километров.

В селекционных питомниках анализировались количественные и качественные признаки потомств (семей) элитных растений, отобранных в гибридном питомнике второго года. Оценка семей проводилась по средней величине анализируемого признака и по показателю его варьирования. Отбирались семьи с наилучшим сочетанием высоких параметров комплекса селектируемых признаков и свойства безнаркотичности растений.

Критерием безнаркотичности при оценке и браковке селекционного материала считается содержание ТГК в верхней части соцветий в фазу начала цветения менее 0,1%.

В селекционных питомниках проводились фитопатологические оценки. Учитывалась распространённость грибных заболеваний и степень поражения ими растений на естественном инфекционном фоне. Установлено, что возбудителями болезней стеблей являются *Dendrophoma marconii* (серая пятнистость стеблей), *Fusarium vasinfektum* (фузариоз), *Sclerotinia libertiana* (белая гниль), *Botritis cinerea* (серая гниль стеблей). Кроме того, широко распространены возбудители листовых пятнистостей, – *Septoria, Phylosticta, Cercospora, Macrosporium, Mycosphoerella*. В процессе изучения выделялись образцы, обладающие резистентностью к комплексу возбудителей.

В результате изучения и оценки 210 номеров селекционного питомника 1-го года было выделено 19 семей, характеризовавшихся сочетанием высоких параметров хозяйственно полезных признаков и содержанием ТГК менее 0,1%. Из селекционного питомника 2-го года было отобрано 7 семей, перспективных для селекции по направлениям:

- повышения волокнистости стебля (33–35%), урожая общего (5–6 т/га) и длинного (3–4 т/га) волокна –112,155, 171, 186;
- повышения масличности семян (33–35%) и выхода масла (0,5–0,7 т/га) – 101,109 и 172.

Дальнейшая работа с селекционным материалом заключается в его размножении с применением массового (негативного либо улучшающего) отбора для получения родоначальных семян новых сортов однодомной конопли.

Используемая методология селекционного процесса позволяет эффективно селектировать формы культурной конопли с тре-

буемыми признаками и свойствами. В результате трёхкратного отбора в перспективном селекционном материале уровень содержания ТГК понижен в 1,5 раза, а содержание общего и длинного волокна в стеблях увеличено на 2–3% (рис.2).

Основным результатам селекционной деятельности за период с 1993 по 2008 г. стало создание трёх сортов безнаркотической однодомной конопли различных направлений использования.

В 2005 г. в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию, включён сорт однодомной среднерусской конопли Сурская (а.с. № 41347, патент № 2746). Назначение сорта по использованию продукции универсальное. По сравнению со стандартным сортом Диана, сорт Сурская обладает более высокими уровнями урожайности стеблей (+15–20%) и семян (+15–18%). Сорт Сурская также превосходит сорт-стандарт по масличности семян на 1,2% и волокнистости стеблей на 0,9%.

Поданы заявки на допуск к использованию двух новых сортов безнаркотической однодомной конопли волокнистого (Вера) и масличного (Надежда) направлений возделывания.

Дальнейшая селекционная работа направлена на создание качественно нового исходного материала (самоопылённых линий) для выведения высокопродуктивных сортов безнаркотической однодомной конопли, обладающего генотипически высокой устойчивостью в признаках однодомности и безнаркотичности.

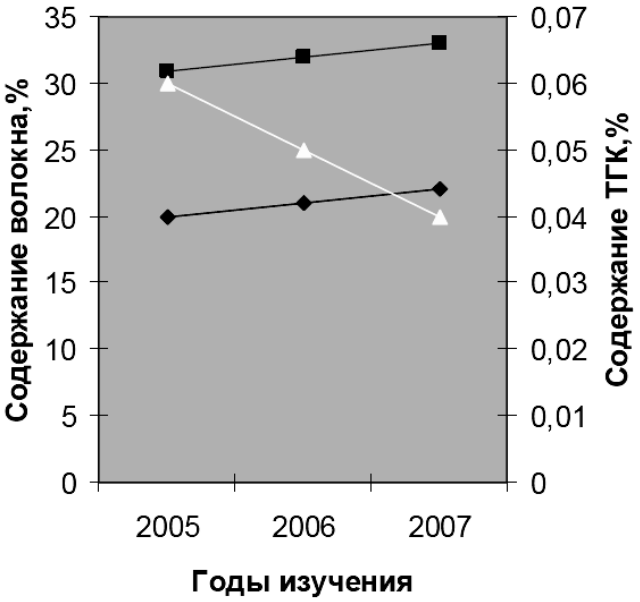


Рисунок 2. Влияние отбора на изменение параметров признаков содержания ТГК и волокнистости стеблей селекционного образца СВН-55 (сорт Вера) (2005–2007 гг.)

Содержание общего волокна
Содержание длинного волокна
Содержание ТГК

Литература

1. Сенченко, Г.И. Использование мировой коллекции конопли в селекционных целях / Г.И. Сенченко, В.Г. Вировец // Бюлл. Всесоюзного НИИ растениеводства им. Н.И.Вавилова. – Л.: 1977. – Вып.69. – С. 19–23.

2. Сенченко, Г.И. Высоковолокнистые сорта конопли и методы их выведения / Сенченко Г.И.: Автореф. дис…. доктора с.-х. наук. Л., 1965. –57 с.

3. Сенченко, Г.И. Методы селекционной работы по конопле в НИИ лубяных культур / Г.И.

Сенченко // Вопросы селекции и семеноводства конопли и кенафа. – К.: Урожай, 1971. – С. 3–15.

4. Сустрина, В.Э. Работы по агротехнике, селекции и семеноводству конопли / В.Э. Сустрина // Доклад на соискание учёной степени канд. с.-х. наук. – Изд-во "Пензенская правда", 1967. – 38 с.

5. Вировец, В.Г. Методические указания на селекции конопли на снижение содержания каннабиноидов / Вировец В.Г., Горшкова Л.М., Сенченко Г.И., Сажко М.М. – М., 1985. – 13 с.

6. Сенченко, Г.И. Методические указания по селекции конопли и производственной проверке законченных НИР. ВНИИЛК / Г.И. Сенченко, А.И. Жатов, В.Г. Вировец и др. – М.: ВАСХНИЛ, 1980.

7. Григорьев, С.В. Перспективы культуры конопли в России / С.В. Григорьев //Легпромбизнес. – 2004. – № 9. – С.34–37.

8. Мигаль, Н.Д. Генетика пола конопли / Н.Д. Мигаль // Глухов, 1992. – С. 32–33.

9. Сенченко, Г.И. Межсортовая гибридизация – основной метод создания сортов однодомной конопли / Г.И. Сенченко, В.Г. Вировец, И.И. Щербань // Биология, возделывание и первичная обработка конопли и кенафа. – Глухов , 1977. – Вып.40. – С. 3–12.

10. Нимченко, П.В. Результаты селекции южной конопли, не обладающей наркотическими свойствами в Краснодарском НИИСХ им. П.П. Лукьяненко / П.В. Нимченко, Т.И. Сухорада // Науч.тр.: юбил. вып., посвящённый 95-летию со дня рождения акад. П.П. Лукьяненко / КНИИСХ. – Краснодар, 1996.– С. 381–384.

11. Нимченко, П.В. Селекция южной конопли на качество волокна/ П.В. Нимченко, Т.И. Сухорада // Льняное дело.– 1995.– № 3.– С.25–26.

12. Федченко, Н.В. Повышение содержания масла в семенах местных сортов конопли в процессе селекционной и семеноводческой работы. Научный отчёт за 1947–1950 гг. / Федченко Н.В. – Глухов: ВНИИЛК, 1951. – 149 с.

13. Вировец, В.Г. Создание высокопродуктивных сортов конопли, не обладающих наркотической активностью / В.Г. Вировец: автореф. дис. …д-ра с.-х. наук. – Киев, 1992. – 42 с.

14. Сухорада, Т.И. Создание исходного материала при селекции высокопродуктивных сортов южной конопли, не обладающих наркотической активностью: дис. …канд. с.-х. наук, специальность 06.01.05.– Краснодар, 1997.– 150 с.

УДК 633.522: 631.523

ФОРМИРОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ГЕТЕРОГЕННОСТИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ВИДА *CANNABIS SATIVA* L.

В.А. Серков

Рассмотрены основные методы создания внутривидового разнообразия для целей селекции культуры однодомной конопли. Показана ведущая роль гибридизации в процессе рекомбиногенеза адаптивно и хозяйственно значимых признаков, расширении потенциальной и доступной отбору генотипической изменчивости.

Главным источником доступной отбору адаптивно значимой генотипической изменчивости селектируемых признаков сельскохозяйственных культур служит генетическая гетерогенность их внутривидовых форм. Разнообразие признаковых характеристик является решающим фактором результативности селекционного процесса. Чем выше генотипическая изменчивость различных популяций вида, тем больше вероятность обнаружения необходимых генотипов для их вовлечения в селекцию [1].

Для однодомной конопли посевной (облигатно аллогамного вида) методы формирования потенциальной и доступной искусственному отбору генетической гетерогенности разработаны с учётом особенностей системы полового размножения и видоспецифичного процесса каннабиноидообразования, косвенно предопределившего сужение внутривидового генотипического разнообразия [2].

К хорошо освоенным и зарекомендовавшим себя методам создания генетической гетерогенности посевной конопли относятся искусственная гибридизация и индуцированный мутагенез. На этапе создания нового исходного материала конопли существенный практический интерес представляет самоопыление индивидуальных растений (инцухт). К разрабатываемому селекционному направлению принадлежат методы культуры *in vitro*.

Гибридизация. Основой селекционного процесса конопли являются гибридизация и отбор [3]. Это связано с тем, что возможность совершенствования растений с помощью рекомбинаций, т.е. нового сочетания генов, практически неограниченна. Поэтому одна из главных задач современной селекции – поиск методов управления рекомбиногенезом и эффективного отбора наиболее ценных генотипов с нужным комплексом признаков и свойств.

Характерной особенностью конопли является легкая скрещиваемость между различными экологическими группами [4]. На начальных этапах селекции конопли широко использовался метод гибридизации географически отдалённых форм [5]. Это было обусловлено требованиями выведения, прежде всего, высоковолокни-

стых сортов. В начале проводимых исследований выяснилась закономерность: формы, урожайные по стеблям и волокну, были позднеспелыми и с низким содержанием семян и, наоборот, урожайные по семенам – оказались скороспелыми и с низким урожаем волокна [6]. В скрещиваниях использовались сорта разных экотипов, произраставшие в значительном широтном удалении: Южная Краснодарская, Южная Чуйская, образцы американской и северной конопли. В результате селекционной проработки полученных гибридов была выделена перспективная комбинация (Южная Краснодарская × Северная), которая впоследствии стала сортом Южная созревающая 6 (ЮС-6). Содержание волокна у сорта ЮС-6 было доведено до 27%. В 1968 г. ЮС-6 занимал около 42% площади от общих сортовых посевов по стране или больше половины в зоне среднерусского коноплесеяния [7].

Впоследствии под руководством Г.И. Сенченко были созданы такие выдающиеся высоковолокнистые двудомные сорта как ЮС-8, ЮС-9, Глуховская 10. Промышленное возделывание новых сортов двудомной конопли требовало значительных затрат труда на ручную уборку поскони. В связи с этим была развернута селекция одновременно созревающей и однодомной конопли [8].

При скрещиваниях южного экотипа со среднерусским у большинства гибридов в потомстве доминирует материнская наследственность [9]. Наряду с селекционными сортами одновременно созревающей среднерусской и южной конопли источниками однодомности служили мутанты – как спонтанные (однодомные растения, выщепившиеся в популяциях двудомной конопли), так и индуцированные (полученные при обработке двудомной матёрки некоторыми химическими веществами) [10,11].

Для получения генетического полиморфизма и усиления признака однодомности проводились обычные скрещивания между разными типами однодомных растений, а также близкородственные скрещивания однодомных растений и их потомств, в результате чего был получен разнообразный исходный материал [12].

В результате селекционной проработки перспективных гибридных комбинаций был создан ряд сортов однодомной конопли, общим недостатком которых являлось меньшее, по сравнению с двудомными сортами, содержание волокна в стеблях. В решении этой проблемы наиболее эффективным оказался метод гибридизации высоковолокнистых двудомных с менее волокнистыми однодомными сортами [6].

Этим методом был создан ряд ценных сортов однодомной конопли, широко распространённых в коноплеводстве 60–70-х гг. прошлого века. Так, в Институте лубяных культур путём гибридизации высоковолокнистого сорта двудомной конопли ЮС-6 с Берн-

бургской однодомной и последующего отбора на волокнистость получен сорт однодомной южносозревающей конопли ЮСО-1, районированный в 1968 г. (авторы Аринштейн А.И. и Хренникова Г.А.). В результате скрещивания сорта двудомной конопли ЮС-6 с Южной однодомной получен сорт однодомной конопли ЮСО-4. В Краснодарском НИИСХ в результате гибридизации Южной Краснодарской конопли с Южной однодомной и Южной Чуйской с Южной однодомной в сочетании с семикратным отбором внутри гибридных популяций получено два сорта однодомной конопли южного типа – Краснодарская однодомная 2 и Краснодарская однодомная 3.

В 1969 г. был районирован сорт однодомной конопли Краснодарская ранняя 78, полученный в результате гибридизации и многократного отбора на повышение содержания и урожая волокна (авторы В.А. Невинных, П.В. Нимченко). По урожаю стеблей и волокна этот сорт превышал родительский однодомный, однако уступал районированному сорту Краснодарская 35 [13].

На Синельниковской селекционно-опытной станции в результате гибридизации различных сортов двудомной конопли с Южной однодомной получены одновременно созревающие сорта – Южная одновременно созревающая 13 (ЮОСО-13) и Днепровская 3 (автор Р.И. Каплунова). В результате скрещивания сортов Сегеди 9 и Фибримон 56 с последующим отбором высоковолокнистых однодомных растений получен сорт однодомной конопли Днепровская однодомная 6 [14].

В Полтавском сельскохозяйственном институте методом свободного переопыления сортов Южная однодомная и Однодомная среднерусская выведен сорт Однодомная 12 (авторы Е.С. Гуржий, В.С. Мережко). Этот сорт уступал районированным (двудомной Южной Краснодарской и ЮС-84) по урожаю соломки и волокна, однако, его скрещивание с Южной Краснодарской позволило получить урожайный по выходу волокна сорт однодомной конопли Полтавская 3, районированный в Полтавской и Черкасской областях [6].

Таким образом, в 1960-е и 70-е годы отечественными селекционерами были выведены высокоурожайные сорта однодомной конопли, приспособленные к различным зонам коноплесеяния. Существенным отрицательным качеством этих сортов являлась нестабильность по признаку однодомности.

К середине 1970-х гг. в селекционной практике у конопли были обнаружены так называемые трансгрессивные формы. У гибридов конопли трансгрессии были изучены Г.С. Степановым при межсортовых скрещиваниях. Наиболее высокие показатели отмечены по массе стебля одного растения. Степень трансгрессии составляла 18–25%, частота 15–24%. В потомстве гибридов возвратного скрещивания трансгрессии не проявлялись. Автором сделан вывод о

целесообразности использования таких биотипов для получения сложногибридных популяций и направленного отбора в них [15].

Использование этого метода в селекции однодомной конопли показало его высокую результативность. Селекционные достижения последнего десятилетия – сорта Диана (1994), Ингреда (1999) и Антонио (2002) выведены путём гибридизации среднерусских и южносозревающих биотипов и последующего создания сложногибридных популяций с использованием направленного многократного отбора по комплексу желательных признаков. Особенностью этих современных сортов является низкое выщепление в популяции маскулинизированных половых типов и обычной поскони (менее 1%).

В начале 1970-х гг. в связи с ростом наркомании особую актуальность приобрела селекция конопли на безнаркотичность, что потребовало начать поиск в направлении эффективных способов выявления безнаркотичных растений в популяциях исходных форм, выделения отдельных генетически взаимосвязанных с безнаркотичностью косвенных признаков, так называемых маркеров безнаркотичности. Имеется информация, что для конопли маркерным признаком является количество и тип железистых волосков на околоцветниках, используемый при селекции безнаркотических сортов [16,17].

Таким образом, как на раннем, так и на современном этапе селекции вида *Cannabis sativa* L. наиболее распространенным и результативным является метод гибридизации, позволяющий создавать генетическую гетерогенность для селекционных отборов путём рекомбинаций генов родительских форм.

Сохранение генотипического разнообразия в селектируемой популяции конопли, по мнению Т.И. Сухорада [18], создаёт благоприятные условия для быстрого фиксирования ценных наследственных свойств при семейственно-групповом отборе с индивидуальной оценкой по основным хозяйственным признакам каждого растения внутри семьи. Практика селекционной работы с коноплей показала высокую эффективность этого метода.

В селекции конопли наряду с методами создания генетической гетерогенности немаловажное значение имеет определение генотипической вариабельности признаков и свойств. С.В. Григорьевым [19] проведён анализ соотношения фенотипической и генотипической изменчивости у сортов и коллекционного образца дикорастущей конопли. Показано, что генотипическая вариабельность признака технической длины стебля у широко культивируемого в мире сорта ЮСО-31 составляет крайне малое значение – 0,01. Только 2,4% общего фенотипического варьирования этого показателя обусловлено генотипически, а остальные 97,6% – условиями среды, или паратипом. Этот факт можно объяснить тем, что сорт создан

для механизированного возделывания и получения, преимущественно, волокна и является рекордсменом по его общей урожайности – более 27 ц/га [20]. Растения в таком сорте выравнены по высоте.

Вместе с тем признак «урожайность семян с растения» у сорта ЮСО-31 сильно варьирует: доля генотипической изменчивости в общем фенотипическом варьировании составляет 35%, что более чем в 10 раз превышает аналогичное варьирование признака технической длины. Высказано предположение, что признак семенной продуктивности ЮСО-31 не подвергался столь же тщательной селекционной проработке, как техническая длина растения.

Сходная генотипическая изменчивость признака семенной продуктивности растений у кряжа Ермаковская местная. Доля её составляет 32% в общей фенотипической. Кряж по признаку семенной продуктивности также не выравнен. Выводы подтверждаются литературными данными описания кряжа: образец конопли сформировался как сорт народной селекции методом массового отбора [20]. В сравнении с высоковолокнистыми селекционными сортами, он имеет качественное волокно с хорошей расщепленностью по тонине.

Доля генотипической вариабельности признаков у дикорастущей конопли резко возрастает в сравнении с сортами. Это показано на примере признака семенной продуктивности: генотипическая изменчивость у образца Иркутская дикорастущая почти в два раза превышает аналогичный показатель у сравниваемых сортов (54,5%), и более чем в двадцать раз превышает долю генотипической изменчивости признака технической длины у сорта ЮСО-31 (2,4%).

Мутагенез. Методом создания внутривидового генетического разнообразия является также и экспериментальный мутагенез. Используя этот метод, можно получить ценные в селекционном отношении формы, которые не удаётся создать при гибридизации [21].

Известно, что род *Cannabis* характеризуется наличием в геноме двух половых хромосом, определяющих половой тип растений [22]. Наличие половых хромосом уменьшает возможности полиплоидии у вида *Cannabis sativa* L. Тем не менее, у культурной конопли имеются анеуплоидные формы, на что указывает характерное для неё явление полисомии.

В опытах Л.П. Бреславец (1933, цит. по [22]) в молодых корешках конопли были обнаружены соматические клетки с числом хромосом (8n=80). Явление увеличения числа хромосом свидетельствует о склонности конопли к полиплоидии.

У тетраплоидной конопли выявлен ряд положительных свойств: крупносемянность, тенденция к одновременному цветению

мужских и женских особей, появление однодомных форм, увеличение высоты растений. Тетраплоидная конопля характеризуется большими размерами вегетативных и генеративных органов, даже такие константные признаки как размер пыльцевых зёрен и количество пор у них имеют 35–45% приращение. Несмотря на то, что по урожайности семян тетраплоидные растения уступают диплоидным, масса 1000 семян у них выше. Семена обладают пониженной всхожестью, а в некоторых случаях нежизнеспособны [7]. Вегетационный период у полиплоидных растений на 8–15 дней продолжительнее, чем у диплоидных, а в отдельных случаях эта разница составляет 25–30 суток. Однако встречаются скороспелые особи с длительностью периода вегетации на 12–15 дней короче, чем у исходного сорта. В потомстве полиплоидных растений наблюдается выщепление различных половых типов [23].

В Краснодарском НИИСХ в 1967–68 гг. были созданы тетраплоидные формы южной конопли из сортов Краснодарская однодомная 3 и Краснодарская однодомная 35. Установлены различия между тетраплоидами и диплоидами в размерах замыкающих клеток устьиц, пыльников, количестве пор в пыльцевых зернах [13].

Во ВНИИ лубяных культур в конце 1940-х гг. проводились работы по получению тетраплоидных форм конопли, не скрещивающихся с однодомной [11]. В дальнейшем были получены две формы тетраплоидной конопли: Тетраплоидная однодомная 2 и Тетраплоидная однодомная 3, полученная с помощью колхицина. Наиболее эффективным способом получения тетраплоидных химер (24,1–39,0%) оказалось погружение в 0,1% раствор колхицина на 24 часа надземной части растения в фазе 2–3 пар листьев [23].

Сравнительная оценка полученных тетраплоидных форм показала, что они уступают исходным диплоидным формам и стандарту по основным хозяйственно-ценным признакам, причём особенно сильно – по семенной продуктивности. Это ухудшение объясняется тем, что в потомстве тетраплоидных форм появляются особи с несбалансированным числом хромосом, а также с пониженной жизнеспособностью гамет. Начальный отбор полиплоидов рациональнее проводить по косвенным морфологическим признакам, а затем путём цитологического анализа [23].

Последующим интенсивным отбором удалось преодолеть ряд недостатков тетраплоидов: улучшить качество волокна, повысить общую и техническую длину стебля, его массу и выход волокна, увеличить семенную продуктивность. У тетраплоидных форм уменьшилась осыпаемость семян, которая является недостатком однодомной конопли. Тетраплоидные формы конопли имеют более однородный половой состав и представлены в основном однодомной матёркой. Доля обычной поскони уменьшается, кроме того,

мужские растения становятся более позднеспелыми, что приводит к уменьшению доли их участия в опылении и облегчает уборку.

Повышение плоидности как двудомной, так и однодомной конопли вызывает удлинение вегетационного периода в целом. Возникают растения с увеличенной (до 30%) высотой. Окраска листьев и стеблей меняется до тёмно-зелёной. Вместе с тем наблюдаются отклонения в морфологии растений, аномалии в строении органов. Тетраплоидные растения двудомной конопли обладают резко выраженной двудомностью, наряду с этим наблюдаются различные половые отклонения [24].

Изучение полиплоидной конопли показало, что она обладает рядом селекционно-ценных признаков, а полиплоидия может быть использована как один из методов создания генетической гетерогенности у конопли посевной. Перечисленные особенности тетраплоидов свидетельствуют о перспективах их использования, в первую очередь, как исходного материала для создания сортов с ценными хозяйственно-биологическими признаками.

Инцухт. Для перекрёстноопыляющихся растений инцухт-метод применяется с целью выделения из популяции форм с полезными селекционными признаками, находящимися в рецессивном состоянии [25]. Применение принудительного самоопыления индивидуального растения создаёт качественно новую генотипическую среду, в которой происходит резкое повышение комбинационной и мутационной изменчивости генов пола, что приводит к разложению исходного материала на различные генотипы [10].

На культуре конопли посевной имеется положительный опыт по использованию самоопыления в качестве инструмента в процессе искусственного формообразования. Одним из первых инцухт у конопли изучал И.А. Сизов. Автором отмечено, что в результате инцухта имеет место общее ослабление мощности растений. Этот метод предлагался для закрепления однодомности, источниками которой являлись спонтанные мутанты в посевах или потомствах расщепляющихся гибридов. Примечательно, что в потомстве I_2 были обнаружены семена с массой 1000 штук 38,2 г [26].

В последующие годы изучением инцухта занимались разные НИУ. Исследования ряда авторов показали, что в первом поколении инбридинга у 25–30% линий проявлялась депрессия, выражавшаяся в низкой продуктивности растений [27, 28]. Одновременно отмечалось широкое разнообразие морфологических признаков. Обособлялись линии высокорослые и низкорослые. В отдельных линиях с нормальной высотой растений появлялись карликовые особи, с бледно-зелёной или жёлтой окраской стеблей и листьев. Появлялись линии со стройными неветвящимися растениями и линии с ветвистыми стеблями кустарникового типа. Среди линий с

обычными соцветиями возникали линии с сильно укороченными метёлками. Большая дифференциация наблюдалась в размерах листьев, их форме, количестве долей, окраске и т.д. По продолжительности отдельных фаз развития и всего вегетационного периода самоопылённые линии также имели значительные различия [29].

В опытах Р.И. Каплуновой резкое снижение продуктивности (25–30%) произошло уже в первом поколении после самоопыления. Автор делает вывод, что инцухт ведет к возрастанию гомозиготности и, как следствие, к генетической дифференциации селекционного материала. Отдельные ценные признаки рецессивного характера (прежде всего однодомность) при переходе в гомозиготное состояние проявляются фенотипически [27].

Менее изученным вопросом является характер наследования и изменчивости содержания каннабиноидов в последовательных поколениях самоопыления. По данным Л.М. Горшковой [30], изучавшей изменение генетической структуры инцухт-потомств сорта ЮСО-29 по содержанию каннабиноидных соединений под влиянием направленных минус-отборов, с увеличением коэффициента инбридинга относительная доля генотипов, несущих рецессивные аллели аа увеличивалась в среднем на 0,320 за поколение. Отмечена значительная дифференциация потомств по содержанию каннабиноидных соединений. В поколении I_6 частота доминантных аллелей P(A) уменьшалась до 0,006, частота рецессивных аллелей q(a) увеличивалась до 0,994. В поколении I_7 количество особей с отсутствием КБД, ТГК и КБН составляло 93–96%. Автор делает вывод, что под давлением направленных минус-отборов наблюдалась элиминация доминантных генов и увеличение концентрации рецессивных, в результате было получено качественно новое поколение инцухт-потомств с изменённой генетической структурой.

Таким образом, на основании проведённых исследований установлено, что инбридинг у конопли индуцирует появление мутантных форм. Выщепление растений с ветвящимися и фасциированными стеблями, перистонадрезанными и мутовчатораспоженными листьями обусловлено единичными рецессивными генами. Редкое возникновение этих рецессивов при свободном переопылении в популяциях и резкое увеличение их частоты в инбредных линиях свидетельствует о том, что при самоопылении активируется мутационный процесс, при котором характер мутаций связан с генетической структурой исходного мутирующего материала [29].

Большое число последовательных самоопылённых поколений для получения линейного материала требует вести поиск методов ускоренного получения высокогомозиготных линий. Один из них – получение линий из гаплоидов, у которых проявляются все рецессивные гены в течение одного поколения и появляются новые воз-

можности комбинирования признаков в генотипе. У конопли частота появления спонтанных гаплоидов может достигать 3% [31].

Культура in vitro. Наряду с традиционными методами создания исходного материала для селекции конопли – гибридизацией и мутагенезом, ныне разрабатываются и другие, базирующиеся на использовании современных биотехнологий. В конце XX века приобрели большое практическое значение методы культуры клеток и тканей растений [32–34]. Гетерогенность тканей в условиях *in vitro* используется генетиками и селекционерами для получения новых форм растений. За счёт использования спонтанного и экспериментального мутагенеза, культура каллуса может рассматриваться как один из методов создания нового исходного материала для селекции растений [35]. Применение мутагенеза на клеточном уровне с последующей регенерацией нормальных растений способствует резкому увеличению степени изменчивости, что значительно повышает эффективность отбора. Одна из первых попыток культивирования однодомной конопли *in vitro* выполнена в начале 90-х гг. во ВНИИЛК.

Исследованиями, проведёнными в Пензенском НИИСХ, показано, что на среде Мурасиге-Скуга образование каллусной ткани из пазушных почек начиналось на 3–4, а из листьев – только на 6–7 сутки. По способности образовывать каллусы сорта расположились в следующем порядке: ЮСО-31, Ингреда, Диана, Юлиана. Добавление в среду гетероауксина способствовало образованию крупных каллусов, а индолилуксусной кислоты – большого числа мелких каллусов.

Побеги формировались из каллусной ткани, как правило, в течение 25–30 дней. В течение 2–3 месяцев на среде со стимуляторами роста удалось получить до 16% нормально развитых микрорастений с корнями. Эти растения пригодны для переноса в почву. Однако полноценные растения-регенеранты образовывались редко. Наблюдалось сильное укорочение междоузлий, изменение форм листовых пластинок, пожелтение растений и их гибель [36].

Проведённые исследовательские работы в этом направлении еще далеки от практического результата и требуют дальнейшего продолжения при условии достаточного финансирования.

Таким образом, для эффективного селекционного улучшения культуры конопли необходимо сочетание комплекса факторов. Результативность отбора по фенотипу продуктивных растений в решающей степени зависит от генотипической гетерогенности селектируемой исходной популяции. Генетическое разнообразие конопли посевной для целей современной селекции можно повысить путём использования гибридизации, мутагенеза и инцухтирования при

создании исходного материала с высокой наследуемостью признаков безнаркотичности и однодомности.

Литература

1. Жученко, А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы) / А.А.Жученко // Монография. В двух томах. – М.: Изд-во РУДН, 2001. – 780 с.: ил.

2. Румянцева, Л.Г. Исходный материал для селекции конопли / Л.Г. Румянцева, В.Г. Вировец, Л.М. Горшкова, И.И. Щербань // Сб. тр. по прикл. бот., генет. и селекции. – Л.: ВНИИР, 1991. – т. 144. – С. 80–86.

3. Сенченко, Г.И. Методические указания по селекции конопли и производственной проверке законченных НИР / Г.И. Сенченко, А.И. Жатов, В.Г. Вировец и др. – М.: ВАСХНИЛ, 1980.

4. Сенченко, Г.И. Методы селекционной работы по конопле в НИИ лубяных культур / Г.И.Сенченко, А.И. Жатов // Вопросы селекции и семеноводства конопли и кенафа. – Киев: Урожай, 1971. – С. 3–15.

5. Сенченко, Г.И. Межсортовая гибридизация – основной метод создания сортов однодомной конопли / Г.И. Сенченко, В.Г. Вировец, И.И. Щербань // Биология, возделывание и первичная обработка конопли и кенафа: Сб. тр. ВНИИЛК. – Глухов, 1977. – Вып.40. – С. 3–12.

6. Сенченко, Г.И. Высоковолокнистые сорта конопли и методы их выведения / Г.И. Сенченко: автореф. дис…. докт. с.-х. наук. Л., 1965. – 57 с.

7. Сенченко, Г.И. Конопля / Г.И.Сенченко, М.А. Тимонин. – М.: Колос, 1978. –228 с.

8. Сенченко, Г.И. Создание новых высокопродуктивных сортов однодомной конопли / Г.И. Сенченко, В.Г. Вировец, Л.М. Горшкова, В.П. Ситник, И.И. Щербань // Биологические особенности, технология возделывания и первичная обработка конопли. – Глухов, 1982. – № 43. – С. 3–12.

9. Сенченко, Г.И. Гибридизация географически отдаленных форм конопли / Г.И. Сенченко // Конопля и другие лубяные культуры. – М, 1959. – 172 с.

10. Мигаль, Н.Д. Генетика пола конопли / Н.Д. Мигаль // Глухов, 1992. – 216 с.

11. Давидян, Г.Г. Конопля (Биология и исходный материал для селекции) / Г.Г. Давидян // Тр. по прикл. бот. и сел. Л., 1972. – Т.48, вып.3.

12. Невинных, В.А. Гибридизация в селекции однодомной конопли / В.А. Невинных // Тр. Краснодарского НИИ сельского хозяйства. – Краснодар, 1966. – Вып.2

13. Невинных, В.А. Методы селекции конопли в Краснодарском НИИСХ / В.А. Невинных // Вопросы селекции и семеноводства конопли и кенафа. – Киев: Урожай, 1971. – С. 23–29.

14. Каплунова, Р.И. Использование инцухт-метода в селекции однодомной конопли / Каплунова Р.И. // Биология, возделывание и первичная обработка конопли. Тр. ВНИИ лубяных культур. – Глухов, 1974.– Вып. 36. – С. 87–92.

15. Степанов, Г.С. Основы создания и перспективы использования сложных гибридов конопли / Г.С. Степанов // Селекция и семеноводство. – Киев.: Урожай, 1975. – № 42. – С. 49–54.

16. Сорока, В.П. Железистые волоски у конопли как признак отбора / В.П. Сорока // Селекция и семеноводство. – Киев: Урожай, 1983. – № 53. – С.40–43.

17. Степанов, Г.С. О генетически детерминированном механизме синтеза каннабиноидов у конопли / Г.С. Степанов // Известия РАН. – Сер. биол. – 1998. – Вып. XIII, № 2. – С. 560–565.

18. Сухорада, Т.И. Создание исходного материала при селекции высокопродуктивных сортов южной конопли, не обладающих наркотической активностью / Т.И. Сухорада.: автореф. … дисс. канд. с.-х. наук. – Краснодар, 1997. – 35 с.

19. Григорьев, С.В. Генотипическая вариабельность и отбор в гибридных популяциях / С.В.Григорьев // Ботаника, генетика и селекция технических культур: Труды по прикл. бот., ген. и селекции. – Л.: ВИР, 1999. – Т. 156. – С. 84–89.

20. Справочник коноплевода. – Киев: Урожай, 1994. – 79 с.

21. Борейко, А.М. Химический мутагенез и возможности селекции / А.М. Борейко // Эффективность химических мутагенов в селекции. М.: Наука, 1976. – С. 141.

22. Измайлов, В.Н. Изучение хромосом у конопли / В.Н Измайлов // Биология возделывания и первичная обработка конопли и кенафа. – Глухов , 1971. – Вып.34. – С. 23–28.

23. Сидоренко, Н.М. Методы получения тетраплоидных растений однодомной конопли и кенафа / Н.М. Сидоренко // Биология, возделывание и первичная обработка конопли и кенафа: сб. науч. тр. ВНИИЛК. – Глухов, 1977. – Вып.40. – С.37–44.

24. Жатов, А.И. Изменение соотношения половых типов у конопли / А.И. Жатов, Н.М. Орлов // Лён и конопля. – 1975. – № 2. – С. 30–31.

25. Хотылева, Л.В. Селекция гибридной кукурузы / Л.В. Хотылева. – Минск: Наука и техника, 1965. – 168 с.

26. Сизов, И.А. Частная селекция картофеля, овощных, плодово-ягодных и технических культур / И.А. Сизов // Теоретические основы селекции растений под редакцией Вавилова Н.И. – М.: Колос, 1937. – Т.3. – С. 597–600.

27. Каплунова, Р.И. Методы селекции конопли на Синельниковской селекционно-опытной станции / Р.И. Каплунова // Вопросы селекции и семеноводства конопли и кенафа. – Киев: Урожай, 1971. – С. 39–49.

28. Мигаль, Н.Д. Методика искусственной изоляции и опыления растений конопли / Н.Д. Мигаль // Биология, возделывание и первичная обработка конопли и кенафа: Тр. ВНИИЛК. – Глухов, 1977. – Вып. 40.– С. 34–37.

29. Жатов, А.И. Новые методы получения исходного материала для селекции конопли / А.И. Жатов // Вопросы селекции и семеноводства конопли и кенафа. – К., Урожай, 1971.– С. 94–105.

30. Горшкова, Л.М. Изменение генетической структуры инцухт-потомства по содержанию каннабиноидных соединений под влиянием

направленных минус- и плюс-отборов у посевной конопли (*Cannabis sativa* L.) / Л.М. Горшкова // Сел. технология виробництва та первинної переработки льону і конопель. – Глухов, 2000. – С. 101–111.

31. Ницис, В. Гаплоиды в селекции растений / В. Ницис, Г.М Венцель. – Колос, 1980. – С. 65.

32. Муромцев, В.Г. Основные направления развития сельскохозяйственной биотехнологии / В.Г. Муромцев // Международный агропромышленный журнал. – 1990. – №4. – С. 82–92.

33. Мелик-Саркисов, О.С. Использование клеточной биотехнологии в практической селекции и растениеводстве / О.С. Мелик-Саркисов, В.А. Аветисов // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1984. – №7. – С.91–100.

34. Катаева, Н.В. Клональное размножение растений в культуре ткани / Н.В. Катаева, В.А. Аветисов // Культура клеток растений. – М.: Наука, 1981. – С.137–162.

35. Мигун, Н.П. Культивирование конопли in vitro / Н.П. Мигун, Л.Л. Павловская, В.Г. Вировец, И.И. Ильенко // Технология возделывания и обработки конопли: сб. науч. тр. – Глухов: ВНИИЛК, 1991. – С. 14–17.

36. Отчет лаборатории селекции конопли ПензНИИСХ за 1998–2000 годы.

———

УДК 633.522: 631.524.6

СОЗДАНИЕ НОВЫХ БЕЗНАРКОТИЧНЫХ СОРТОВ КОНОПЛИ

О.Н. Зеленина

Представлены методы оценки содержания тетрагидроканнабинола, используемые в ГНУ ПензНИИСХ при селекции сортов конопли посевной с низким содержанием каннабиноидов. Показано, что в зоне среднерусского коноплесеяния содержание ТГК в верхушечной части растений новых селекционных сортов конопли и у сортов, внесённых в Госреестр селекционных достижений РФ, ниже разрешенных законом 0,1%, что не позволяет использовать их для получения наркотиков.

Конопля относится к роду *Cannabis* принадлежит к семейству Cannabinaceae (Lindi). Существуют различные ботанические классификации конопли. Согласно одной из них, все существующие формы конопли подразделены на три вида: конопля культурная или посевная (*C. sativa* L.), конопля наркотическая или индийская (*C. indika* Lam) и конопля дикая (сорная) (*C. ruderalis* Janika) [1]. Согласно другой – на два вида: *C. sativa* L. и *C. indika* [2]. В последнее время доминирует точка зрения, что род *Cannabis* состоит из одного вида *C. sativa* L. Она подтверждается биохимическими и генетическими исследованиями [3]. Морфологические признаки растений

конопли неустойчивы и легко изменяются в зависимости от почвенно-климатических условий. Все известные разновидности и формы культурной и дикой конопли свободно скрещиваются между собой в естественных условиях и дают нормальное плодовитое потомство.

Конопля введена в культуру более 8 тыс. лет назад. Продукты её переработки насчитывают сотни наименований. Традиционно коноплю возделывают для получения волокна и масла. Широкое использование волокна обусловлено его прочностью, морозостойкостью и устойчивостью к гниению. Из длинного волокна изготавливают канаты, шпагаты, брезент, ткани для верхней одежды и постельного белья. Из короткого волокна изготавливают нетканые материалы, катонизированную вату, сердечники стальных канатов и другие продукты.

В стеблях конопли, помимо волокна, содержится 40–48% целлюлозы и до 26% лигнина, которые используются для производства бумаги и пластических масс.

Масло, получаемое из семян конопли, обладает не только питательной ценностью, но и целебным действием. Основными высокомолекулярными жирными кислотами конопляного масла являются полиненасыщенные линолевая (С18:2, цис-9,12) и α-линоленовая (С18:3, цис-9,12,15) кислоты. Их суммарное содержание может достигать 80%. Конопляное масло применяется в пищевой, фармацевтической и лакокрасочной промышленности. Фармацевтические препараты из конопли используют за рубежом в онкологии, нейрологии, психиатрии и других областях медицины.

Один гектар конопли за год дает до 6 м3 костры. Её используют для изготовления костроплит, мебельных и облицовочных плит. Костра может служить исходным продуктом для получения гидролизного спирта (биоэтанола). Один гектар конопли может давать до 100 декалитров этанола [4]. Волокно конопли применяют при изготовлении панелей автомобилей, геотекстиля, термоизоляционных матов и других тканей специального назначения для повышения их прочности и экологичности. Посевы конопли способствуют рекультивации земель, загрязненных тяжелыми металлами.

Во всём мире понятия промышленная (волокнистая) конопля и наркотическая конопля разделяют. В зарубежной литературе промышленная конопля обозначается словом HEMP (Industrial hemp), а наркотическая – MARIJUANA (Medical marijuana).

В СССР в отдельные годы под коноплей было занято до 900 тыс. га. Во второй половине XX века в России посевы конопли стали резко снижаться. К 1962 г. площади под коноплей сократились до 300 тыс. га, а к началу XXI века составили всего 5 тыс. га. Это привело практически к полному исключению продукции конопляводства из нашего обихода.

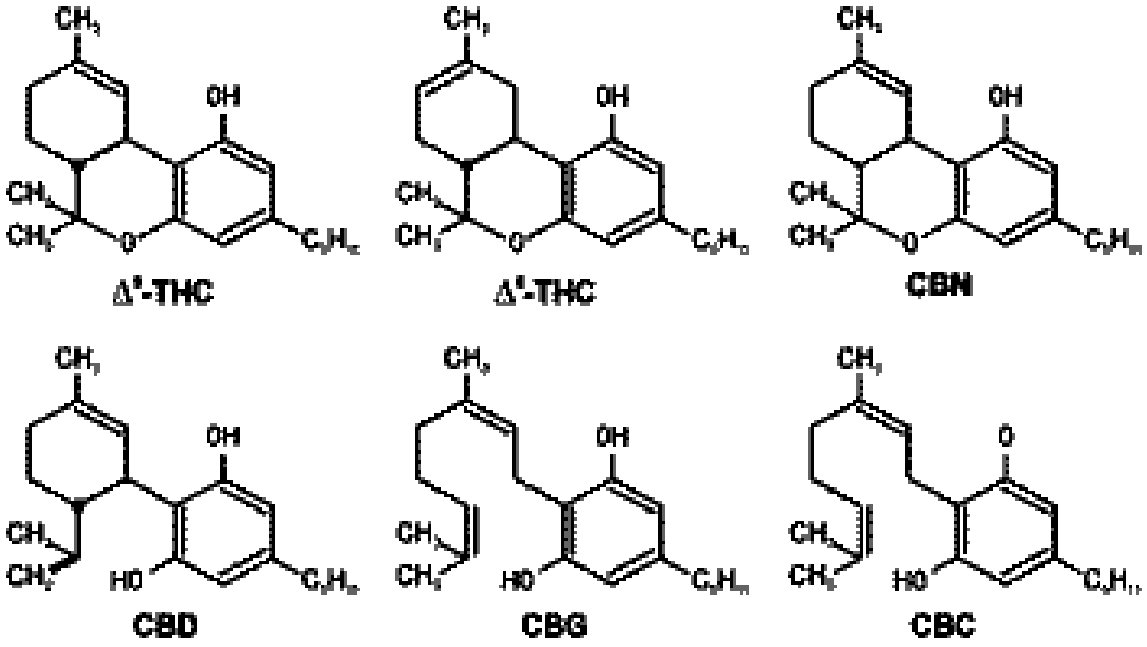


Рис. 1. Формулы основных каннабиноидных соединений конопли:

Δ9-ТНС – Δ^9-тетрагидроканнабинол; Δ8-ТНС – Δ^8-тетрагидроканнна-бинол; CBD – каннабидиол; CBN – каннабинол; CBC – каннабихромен; CBG – каннабигерол

Сокращение посевов конопли отчасти обусловлено наличием в растении особого класса веществ фенольной природы, содержащих в молекуле 21 атом углерода – каннабиноидов. Наиболее часто в растениях встречаются шесть соединений этого класса (рис. 1).

Галлюциногенным действием обладают только ТГК и его аналоги. Стереохимия изомеров ∆8-ТГК и ∆9-ТГК, отличающихся только положением двойной связи, похожа. В большинстве химических реакций они ведут себя одинаково. Основная химическая разница между ними в том, что ∆9-ТГК легко окисляется до биологически неактивного каннабинола. Изомер ∆8-ТГК химически более стабилен, он не окисляется до каннабинола. Содержание ∆8-ТГК обычно составляет 0,1–1,2% по отношению к ∆9-ТГК. Благодаря структурному подобию оба изомера оказывают близкое фармакологическое действие, но эффект ∆9-ТГК почти в два раза сильнее [5].

Каннабиноиды секретируются в железистых волосках, покрывающих поверхность листьев и прицветников. Считается, что эти вещества предохраняют растение от перегрева, поэтому секреция каннабиноидов выше в районах с жарким климатом.

Синтез каннабиноидов происходит из геранил пирофосфата и оливетола. Сначала образуется каннабигерол, который может трансформироваться в КБХ и КБД. Тетрагидроканнабинол образуется из КБД (рис. 2).

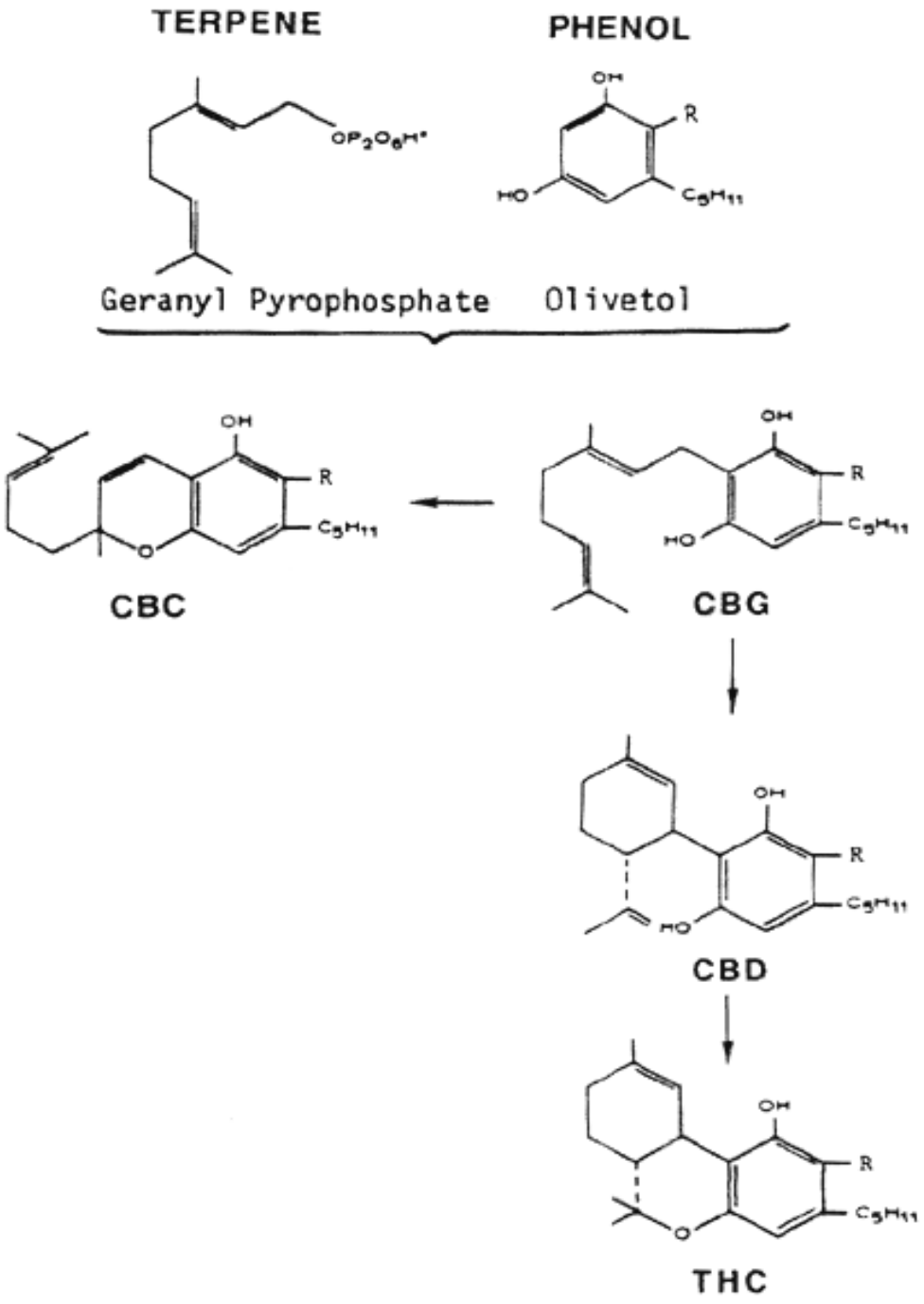


Рис. 2 – Биосинтез основных каннабиноидов (по Meijer E., 1994)

Каннабидиол и каннабигерол обладают антибиотическим действием, каннабинол – антиканцерогенным [6].

По содержанию основных каннабиноидов растения рода *Cannabis* подразделяют на три хемотипа – наркотический, промежуточный и волокнистый.

Основным каннабиноидом наркотической конопли является ТГК, содержание которого в специально селектированных сортах может достигать 16%. Основным каннабиноидом волокнистой конопли является КБД. Содержание ТГК волокнистых сортах не превос-

ходит 0,3%, что не позволяет получить наркотический эффект от её курения. Преобладающий компонент – КБД – своим седативным эффектом как бы гасит галлюциногенный эффект ТГК. В домашних условиях осуществить превращение КБД в ТГК практически невозможно. Поэтому посевную коноплю наркоманы не используют [7].

Волокнистую и наркотическую коноплю можно различить по фенотипу. Растения волокнистой конопли высокорослые, не ветвистые. Согласно литературным данным, растения наркотической конопли ветвистые, словно маленькая ёлочка, листья и прицветники сплошь покрыты железистым волосками, секретирующими липкую смолку, содержащую ТГК.

Попытки дифференцировать по внешним признакам коноплю с различным содержанием ТГК предпринимались неоднократно. Не выявлено корреляции содержания каннабиноидов с такими фенотипическими признаками растений, как ширина листовой доли, цвет оболочки, масса 1000 семян, продолжительность фаз развития, длина междоузлий, диаметр стебля и т.д. [8, 9]. Установлена положительная корреляция содержания ТГК с количеством железистых волосков головчато-стебельчатого типа на 1 мм^2 поверхности прицветника [10]. Однако способ дифференциации растений конопли по количеству железистых волосков не нашел широкого применения в селекции.

ГНУ Пензенский НИИСХ около 100 лет ведёт селекцию и семеноводство конопли. За эти годы сотрудниками НИИ было создано в общей сложности 23 сорта конопли. Накопленный опыт позволил институту принять участие в выполнении заданий федеральной целевой программы «Комплексные меры противодействия злоупотреблению наркотиками и их незаконному обороту». В рамках этой программы ПензНИИСХ выполняет НИР по теме «Создание высокопродуктивных сортов и гибридов среднерусской конопли с содержанием тетрагидроканнабинола менее 0,2% с комплексом хозяйственно-ценных свойств».

К числу важнейших признаков и свойств сорта относятся высокая и стабильная по годам урожайность, высокое качество получаемой продукции, экологическая пластичность, устойчивость к биотическим и абиотическим стрессорам. Конопля кроме этих признаков должна иметь содержание ТГК не выше 0,1%, Такое содержание ТГК в сортах конопли, передаваемых в Госсортоиспытание, регламентировано Приказом Госагропром СССР № 677 от 2.09.1981 и Приказом ВАСХНИЛ № 132 от 19.11.1987. Постановлением Правительства РФ от 20 июля 2007 г. № 460 «О запрете культивирования конкретных сортов конопли на территории Российской Федерации» регламентировано, что в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, могут быть

включены только сорта конопли, содержащие в сухой массе листьев и соцветий верхних частей растения не более 0,1% тетрагидроканнабинола. Эти ограничения уже более четверти века определяют направление селекции на снижение содержания ТГК и необходимость контроля уровня этого соединения в семеноводческих посевах.

Содержание ТГК является главным лимитирующим фактором селекционного процесса. Контроль признака ведется как в полевых, так и в лабораторных условиях. Первичный негативный отбор проводится по результатам полевой экспресс диагностики. Для проведения диагностики из листа верхнего яруса берется высечка (диаметр 3 мм), помещается на полоску фильтровальной бумаги, предварительно смоченную насыщенным раствором карбоната натрия и высушенную. На высечку капают две капли спиртового раствора красителя прочного синего Б. Результат анализа считается положительным, если на бумаге проявляется красно-оранжевая окраска диффузного пятна. Растения, показавшие положительную реакцию на наличие каннабиноидов, удаляются с поля до начала цветения.

Растения из питомников ПР-1 принято оценивать на содержание ТГК методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) в лабораторных условиях. Задача модифицировать методику определения содержания ТГК в растениях конопли методом ТСХ была поставлена перед сотрудниками лаборатории селекции конопли Пензенского НИИСХ в рамках выполнения 37 раздела федеральной программы «Комплексные меры противодействия злоупотребления наркотиками и их незаконному обороту на 2002–2004 гг.».

В ходе исследований были подобраны условия хроматографирования и тип хроматографических пластинок, обеспечивающие лучшее разделение каннабиноидов конопли методом ТСХ, чем в применяемых ранее методических указаниях [11]. Подобрана концентрация красителя прочного синего Б, используемого для идентификации каннабиноидов при хроматографии в тонких слоях, обеспечивающая достаточную чувствительность метода. Предложена шкала соответствия процентного содержания тетрагидроканнабинола в образце конопли с его балльной оценкой. Специально подобранные условия хроматографирования позволили сравнивать образцы по содержанию трех основных каннабиноидов – КБД, ТГК и КБН. Результаты этой работы легли в основу методических указаний по оценке содержания тетрагидроканнабинола в растениях конопли методом тонкослойной хроматографии, опубликованных в 2004 г. [12]. Растения, показывающие превышение содержания ТГК над эталоном – стандартом, выбраковываются.

Количественное содержание каннабиноидов в образцах растений питомников размножения и конкурсного сортоиспытания мы

определяем методом газожидкостной хроматографии (ГЖХ) на хроматографах «Кристалл 2000 М» и «Кристалл 5000.1». Разделение ведём на капиллярной колонке ZB-1 (30 м × 0,25 мм × 0,25 мм, неподвижная фаза – 100% диметилполисилоксан) в специально подобранных нами условиях (газ-носитель – азот; температура инжектора – 280°С; температура детектора – 290°С; температура термостата колонок – 200°С; программирование температур с 10 мин со скоростью 10°С/мин.; длительность анализа 25 минут). Идентификацию ведём по времени удерживания (рис. 3).

Содержание основных каннабиноидов в сортах конопли в конкурсном сортоиспытании)

Сорт/гибрид	Содержание каннабиноидов, %			
	КБД	ТГК	КБН	Сумма
Диана st	1,161	0,043	0,043	1,247
Сурская	1,066	0,038	0,061	1,165
Ингреда	1,041	0,052	0,040	1,133
Антонио	1,066	0,070	0,036	1,172
Вера	0,778	0,034	0,036	0,848
Надежда	1,068	0,043	0,040	1,151
Юлиана	1,100	0,077	0,058	1,235
$НСР_{05}$	0,10	0,014	0,014	

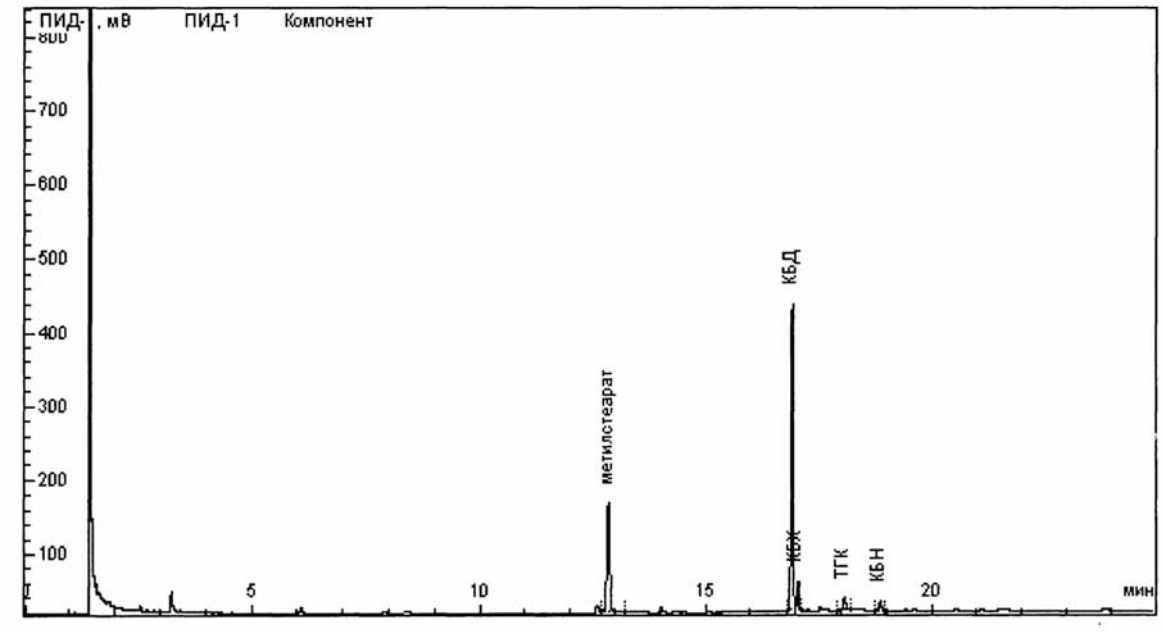


Рис. 3. Хроматограмма спиртового экстракта каннабиноидов волокнистой конопли сорта Вера

Сочетание вышеперечисленных методов анализа содержания каннабиноидов позволяет вести непрерывную селекционную работу, направленную как на снижение содержания ТГК в селектируе-

мых сортах, так и на поддержание низкого уровня ТГК при семеноводстве сортов, внесённых в Государственный реестр селекционных достижений РФ.

За последние годы в Государственный реестр селекционных достижений РФ были включены следующие сорта селекции ПензНИИСХ: Сурская (2005), Вера, Надежда (2009) и гибриды Маслёнок и Славянин (2009). Новые сорта рекомендованы к использованию во всех зонах возделывания культуры.

Сорт Сурская выведен методом кроссбридинга двудомных и однодомных сортов конопли и многократного непрерывного семейственно-группового отбора. Сорт защищён патентом РФ (патент №2746 от 06.06.2005). Налажено первичное семеноводство этого сорта. По низкому содержанию ТГК сорт Сурская превосходит районированные ранее в зоне среднерусского коноплесеяния сорта Диана, Ингреда и Антонио.

Новый сорт среднерусской конопли волокнистого направления Вера превосходит стандарт Диана по урожайности стеблей и содержанию волокна. Лучшими являются и технологические показатели волокна. Содержание ТГК в сорте Вера не превышает 0,04%.

Новый сорт среднерусской конопли масличного направления Надежда имеет содержание жира в семенах более 32%. Содержание ТГК за годы конкурсного сортоиспытания не превысило 0,05%.

Очевидно, что содержание ТГК в новых и районированных сортах волокнистой конопли среднерусского экотипа ниже допустимого значения (0,1%). Поэтому посевы конопли Пензенского НИИСХ и хозяйств, закупивших оригинальные семена наших сортов, наркоманами не посещаются. Районированные сорта конопли не служат сырьем для получения наркотиков.

Литература

1. Конопля: Биологический словарь. – М.: Сов. Энциклопедия, 1984. – С. 277.

2. Давидян, Г.Г. Конопля (Биология и исходный материал для селекции) / Г.Г. Давидян // Сб. тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л.: ВНИИР. – 1972. – Т.48, Вып.3. – С.5–16.

3. Конопля / Коллективная монография. – М.: Колос, 1978. – 287 с.

4. Справочник коноплевода. – Киев: Урожай, 1994. – 79 с.

5. Abrahamov, A. An efficient new cannabinoid antiemetic in pediatric oncology / Aya Abrahamov, Avraham Abrahamov and R. Mechoulam // J. Int. Hemp Ass. – 1995. – Vol. 2, № 2. – P. 76–79.

6. Вировец, В.Г. Наркотическая активность конопли (*Cannabis sativa* L.) и перспективы селекции на снижение содержания каннабиноидов: Обзор / В.Г. Вировец, Г.И. Сенченко, Л.М. Горшкова, М.М. Сажко // С.-х. биол. – 1991. – №1. – С. 35–49.

7. Grotenhermen, F. Industrial hemp is not marijuana: Comments on the drug potential of fiber Cannabis / F. Grotenhermen, M. Karus // J. Int Hemp Ass. – 1998. – Vol.5, № 2. – P. 96.

8. Мигун, Н.П. Взаимосвязь признаков продуктивности с содержанием каннабиноидных соединений у однодомной конопли / Н.П. Мигун, Л.М. Горшкова, В.Г. Вировец, И.И. Щербань // Селекция, технология возделывания, уборки и первичной обработки конопли. – 1989. – С. 7–12.

9. Meijer, E. Diversity in Cannabis / E. Meijer. – Wageningen, 1994. – 136 с.

10. Сорока, В.П. О корреляционной зависимости между количеством железистых волосков и содержанием каннабиноидов у конопли / В.П. Сорока // Науч. доклады высшей школы. биол. науки. – 1979. – № 12. – С. 99.

11. Сажко, М.М. Методические указания по качественной оценке конопли на содержание каннабиноидов, получению тетраплоидных форм и использованию этрела / М.М. Сажко, В.Г. Вировец, Л.М. Горшкова и др. – М.: ВАСХНИЛ, 1985. – 16 с.

12. Зеленина, О.Н. Методические указания по оценке содержания тетрагидроканнабинола в растениях конопли методом тонкослойной хроматографии / О.Н. Зеленина, Г.И. Бородин, А.А. Смирнов, А.А. Кабунин. – М.: РАСХН, 2004. – 12 с.

———

УДК 633.522:543.068.8

МОДИФИКАЦИЯ МЕТОДА ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКИ СОДЕРЖАНИЯ КАННАБИНОИДОВ В РАСТЕНИЯХ КОНОПЛИ ПОСЕВНОЙ

О.Н. Зеленина, В.А. Серков

Представлены результаты оценки содержания каннабиноидов в растениях конопли посевной полевым и лабораторными методами. Выявлена сильная положительная корреляция между суммарным содержанием каннабиноидов и уровнем тетрагидроканнабинола. Показано, что концентрация красителя прочного синего Б в этаноле при экспресс-анализе не должна превышать 0,25 мг/мл.

Конопля посевная – растение, обеспечивающее человека не только пеньковолокном – основой множества изделий, начиная с канатов и веревок и кончая тканями, но и вкусным целебным маслом, а также лекарственными препаратами. Основой многих лекарств из конопли являются каннабиноиды – вещества фенольной природы, присущие только этому виду растений.

Как правило, основными компонентами каннабиноидов являются каннабидиол (КБД), тетрагидроканнабинол (ТГК) и каннабинол

(КБН). ТГК и его производные обладают галлюциногенным действием, КБД –седативным [1]. В сортах конопли, возделываемых на волокно и масло, содержание ТГК значительно (в 10–100 раз) ниже, чем в сортах, возделываемых на лекарственные цели и для производства наркотиков. Содержание ТГК в новых селекционных сортах не более 0,1% регламентировано Приказом Госагропрома СССР № 677 от 2.09.1981 и Приказом ВАСХНИЛ № 132 от 19.11.1987. Это ограничение определяет направление селекции на снижение содержания ТГК. В питомниках первичного семеноводства для выявления и выбраковки растений с высоким содержанием каннабиноидов используют полевой экспресс-метод, позволяющий оценивать тысячи растений. Для оценки содержания каннабиноидов в образцах коллекционного, гибридного, контрольного питомников используют полуколичественный метод ТСХ. На заключительных этапах селекционного процесса количественное содержание индивидуальных каннабиноидов оценивают методом ГЖХ.

Методика экспресс-диагностики содержания каннабиноидов в растениях конопли в полевых условиях разработана учёными Института лубяных культур (ВНИИЛК). В её основе лежит специфическая цветная реакция красителя прочного синего Б ($C_{14}H_{12}O_2N_4(BF_4)_2$) с каннабиноидами [2]. Прочный синий Б является групповым реагентом, его применение не позволяет делать вывод о содержании ТГК. Недостатком методики является отсутствие точной концентрации красителя в этаноле. Рекомендовано добавлять его «на кончике скальпеля», что приводит к получению недостоверных результатов.

Проводя экспресс-диагностику содержания каннабиноидов в полевых условиях по методике Института лубяных культур, мы установили, что более 90% растений обнаруживали наличие оранжевого диффузного пятна, что согласно методике ВНИИЛК, свидетельствует о необходимости выбраковки проанализированных растений. Окраска диффузных пятен из высечек листа одного и того же растения сильно зависела от партии раствора реагента

В начале 80-х гг. прошлого века селекционеры работали с исходным высококаннабиноидным материалом и такой высокий процент браковки был объясним. Мы же включаем в скрещивания только родительские формы, показавшие менее 0,05% ТГК при количественном анализе методом газо-жидкостной хроматографии (ГЖХ). Высокий процент браковки при экспресс-диагностике был трудно объясним и понижал результативность отбора.

С целью определения оптимальной концентрации красителя прочного синего Б для полевой экспресс-диагностики нами была проведена сравнительная оценка результатов этого метода с ре-

зультатами полуколичественного (ТСХ) и количественного (ГЖХ) методов оценки содержания каннабиноидов.

Объектом исследований служили растения конопли нового однодомного сорта Вера (среднерусский экотип). Двадцать растений, достигших фазы 6 пар листьев, этикетировали в поле. С каждого из них срывали первую от точки роста пару листьев. Из одного листа делали по три высечки специальным шаблоном (диаметром 3 мм). Высечки под номером соответствующего растения помещали на три полоски фильтровальной бумаги, предварительно пропитанной насыщенным раствором карбоната натрия и высушенной. На первые высечки каждого растения наносили раствор прочного синего Б, содержащий 1 мг/мл красителя; на вторые – раствор прочного синего Б, содержащий 0,5 мг/мл красителя; на третьи – раствор прочного синего Б, содержащий 0,25 мг/мл красителя.

Вторые листочки каждого из 20 проэтикетированных растений высушивали и измельчали до состояния тонкой муки, каннабиноиды экстрагировали этанолом. Спиртовые экстракты анализировали методами ТСХ и ГЖХ.

Идентификацию и определение содержания основных каннабиноидов методом ТСХ выполняли согласно «Методическим указаниям по оценке содержания тетрагидроканнабинола в растениях конопли методом тонкослойной хроматографии» [3]. Разделение проводили на пластинках ПТСХ-АФ-В-УФ в системе толуол–гексан 4:1.

Идентификацию и определение количественного содержания каннабиноидов выполняли методом ГЖХ согласно методическим рекомендациям «Определение вида наркотических средств, получаемых из конопли и мака» [4]. Разделение каннабиноидов проводили на хроматографе «Кристалл 2000М». Идентификацию пиков проводили по времени удерживания. Расчёт количественного содержания ТГК, КБД и КБН проводили методом внутреннего стандарта. В качестве внутреннего стандарта использовался 0,5%-ный раствор метилстеарата в этаноле.

При проведении экспресс-диагностики в полевых условиях окраска диффузных пятен на бумаге при содержании красителя прочного синего 1,0 мг/мл была очень интенсивной, и только два образца из двадцати проанализированных следовало отобрать (№5 и №10), а остальные (90%) – выбраковать согласно методическим указаниям [2].

При содержании красителя прочного синего 0,5 мг/мл окраска диффузных пятен на бумаге была менее интенсивной, и следовало выбраковать 16 растений (80%), оставив в поле только четыре (№5, №8,№10 и №19).

Содержание основных каннабиноидов в листьях верхнего яруса растений конопли сорта Вера)

№ растения	Содержание каннабиноидов, %			
	КБД	ТГК	КБН	Сумма
1	0,793	0,025	0,015	0,833
2	0,560	0,020	0,015	0,594
3	0,568	0,022	0,007	0,596
4	0,704	0,029	0,006	0,739
5	0,527	0,020	0,007	0,554
6	0,935	0,039	0,019	0,993
7	0,400	0,011	0,005	0,415
8	0,349	0,011	0,007	0,366
9	0,597	0,021	0,006	0,623
10	0,659	0,023	0,030	0,711
11	0,543	0,019	0,019	0,581
12	0,369	0,016	0,008	0,393
13	1,000	0,033	0,014	1,047
14	0,556	0,026	0,010	0,591
15	0,607	0,025	0,010	0,641
16	0,831	0,031	0,016	0,878
17	0,612	0,027	0,013	0,652
18	0,612	0,033	0,025	0,670
19	0,475	0,021	0,014	0,510
20	1,163	0,042	0,020	1,224
Среднее	0,643	0,024	0,013	0,680
Минимум	0,349	0,011	0,005	0,366
Максимум	1,163	0,042	0,030	1,224

При содержании красителя прочного синего 0,25 мг/мл окраска пятен была слабой, и 16 растений следовало отобрать, а четыре (№1, №6, №13 и №20) – выбраковать.

Тонкослойная хроматография спиртовых экстрактов каннабиноидов показала, что пятна ТГК на хроматограмме по размеру и по интенсивности окраски были значительно меньше, чем пятно ТГК эталонного образца свидетеля, содержащего 0,1% этого каннабиноида. Ни одно из 20 проанализированных растений конопли не должно было быть выбраковано по признаку высокого содержания ТГК. Однако площади и интенсивность окраски пятен КБД (биогенного предшественника ТГК) у образцов (№20 и №13) были выше чем у эталона свидетеля, содержавшего 0,9% КБД.

Анализ количественного содержания основных каннабиноидов показал, что содержание ТГК варьировало от 0,010 до 0,041%, а содержание КБД – от 0,35 до 1,16%. У образцов №6,№13 и №20 оно превысило 0,9%.

Корреляционный анализ данных по содержанию каннабиноидов выявил сильную связь признаков «содержание суммы каннабиноидов» и «содержание ТГК» (r=0,91), а также «содержание каннабидиола» и «содержание ТГК» (r=0,90).

Сильная положительная корреляция между содержанием ТГК и суммарным содержанием каннабиноидов позволяет использовать групповой реагент прочный синий Б в методе полевой ранней экспресс-диагностики для идентификации и выбраковки растений с повышенным содержанием ТГК.

Таким образом, сравнение результатов анализа каннабиноидов в полевых и лабораторных условиях позволяет заключить, что лучшая сходимость достигается при концентрации красителя прочного синего Б 0,25 мг/мл.

При экспресс-анализе растений конопли в полевых условиях концентрация красителя прочного синего Б в 70% этаноле не должна превышать 0,25 мг/мл.

Литература

1. Лазурьевский, Г.В. Каннабиноиды. / Г.В. Лазурьевский, А.А. Николаева – Кишинев: Штиинца, 1972. – 67 с.

2. Сажко, М.М. Методические указания по качественной оценке конопли на содержание каннабиноидов, получению тетраплоидных форм и использованию этрела / М.М. Сажко, В.Г. Вировец, Л.М. Горшкова и др. – М.: ВАСХНИЛ, 1985. – 16 с.

3. Зеленина, О.Н. Методические указания по оценке содержания тетрагидроканнабинола в растениях конопли методом тонкослойной хроматографии / О.Н. Зеленина, Г.И. Бородин, А.А. Смирнов, А.А. Кабунин. – Москва, РАСХН, 2004 – 12 с.

4. Определение вида наркотических веществ, получаемых из конопли и мака: Методические рекомендации // Под ред. Э.А. Бабаяна. –М.: ЭКЦ МВД РФ, 1995. – 24 с.

УДК 633.854.492

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ МАКА МАСЛИЧНОГО В РОССИИ

А.А. Смирнов, Д.О. Долженко

Возрождение макосеяния в России позволит решить ряд проблем: насытит потребности рынка в сырье для кондитерской промышленности, решит проблему неудовлетворительного качества импортируемого кондитеского мака, будет способствовать диверсификации масличного сырья и позволит российскому сельхозпроизводителю получать дополнительный доход за счёт возделывания высокорентабельной культуры – мака масличного.

Мак масличный – *Papaver somniferum* L. ssp. *eurasiaticum* – принадлежит к числу древнейших культурных растений. В отличие от подвидов *P. somniferum*, возделываемых в странах Центральной и Восточной Азии, у мака масличного ценится не способность давать урожай опия (млечного сока растения, содержащего алкалоиды), а наличие в семенах большого количества ценного масла (30–57%).

Маковое масло по составу относится к линолево-олеиновому типу: в нём содержится до 80% линолевой кислоты, до 25% олеиновой, незначительное количество (вплоть до полного отсутствия) линоленовой кислоты и 6–10% стеариновой и пальмитиновой кислот [1–3]. Таким образом, маковое масло относится к высыхающим маслам, хотя процессы высыхания в нём протекают медленнее, чем в льняном масле.

Состав стеролов в маковом масле: кампестерол – 22% от суммы стеролов; стигмастерол – 3%, β-ситостерол – 68%, Δ5-авенастерол – 2%, Δ7-стигмастерол – 2% [1].

Плотность макового масла при 15°С – 924–937 кг/м^3, показатель преломления при 20°С – 1,474–1,480; температура застывания от минус 15 до минус 20°С; кинематическая вязкость при 20°С – 59×10^{-6}м^2/с [1].

Основной потребитель семян мака и получаемого из них масла – кондитерская промышленность, которая использует как семена мака в качестве вкусовых добавок в хлебобулочные изделия, так и маковое масло [1,2,4]. Семена мака при приготовлении придают блюдам изысканный ореховый аромат. Так, маковые начинки приготовляются для круассанов и австрийских штруделей, балканской гибаницы [5].

Маковое масло получают либо прессованием, либо экстрагированием с помощью бензина, бензола, дихлорэтана и спирта. Экс-

тракционный способ дешевле и позволяет более полно извлечь масло из семян [1,6].

Холодным прессованием получают так называемое «белое масло» (“huile blanche”), которое особенно ценят в Западной Европе наряду с прованским; в кулинарии оно используется как кунжутное и арахисовое. Такое масло почти бесцветно (или имеет золотисто-жёлтый оттенок), обладает высокими вкусовыми качествами и долго не прогоркает [4,5].

Получаемое горячим прессованием маковое масло окрашено в тёмно-жёлтый или коричневый цвет, имеет острый вкус и употребляется для приготовления олифы и красок. Благодаря высокому содержанию линолевой кислоты маковое масло пригодно для приготовления масляных красок [1,2,4,6].

Маковое масло, отжатое холодным способом из сухих семян, наряду с льняным и ореховым, считается лучшим для живописи. Оно уступает лишь льняному маслу благодаря более слабой способности к высыханию. Так, если для просыхания слоя льняного масла требуется 3–4 дня, то для слоя макового масла необходимо 6–8 дней, причем и за этот промежуток времени маковое масло не успевает высыхать в той мере, как льняное [7].

Сравнительно недавно маковому маслу нашли применение в медицине: йодизированное масло используется как основа фармакоконтрастных средств при рентгенологических исследованиях печени, трахеи и бронхов (бронхография), матки и маточных труб (метро- и сальпингография). Также йодизированное масло используется для устранения дефицита йода [8,9]

Кроме масла, семена мака содержат 12–24% белка. В побочной продукции маслобойного производства – жмыхе – белка содержится до 30%, жира – до 10%, а клетчатки меньше, чем в подсолнечном жмыхе. Маковый жмых хорошо переваривается [2,6], не уступая по этому показателю соевому [10]. Благодаря этому он может служить ценным прикормом для крупного рогатого скота, свиней [2,4,11], птицы [12]. Обычно рекомендуется скармливать маковый жмых в небольших количествах (до 1 кг в сутки) из-за вероятности нахождения в нём опийных алкалоидов, вызывающих вялость и сонливость животных [2], снижение удоев у коров [11]. Однако по результатам исследований, проведённых в Австралии, добавление в рацион 24–27% макового шрота не оказывало отрицательного влияния на рост свиней [10].

Использование не только макового жмыха в кормлении сельскохозяйственных животных, но также и семян мака в кулинарии, тесно связано с проблемой возможного наличия алкалоидов в семенах мака масличного.

Принято считать, что созревшие семена мака не содержат наркотические вещества или содержат их в следовых количествах [13]. Это обусловлено биологией растения – латекс, содержащий алкалоиды, присутствует в каждой паренхиматозной ткани растения, но отсутствует в эндосперме, составляющем основную массу семени [14]. Однако практика показывает, что в семенах кондитерского мака могут присутствовать опийные алкалоиды, в т.ч. морфин и кодеин. Вопрос о наличии в товарных партиях семян мака масличного наркотически активных соединений широко обсуждается в мировой научной литературе и Интернете.

В России даже предпринимаются попытки ввести официальный запрет на ввоз, приобретение, хранение и торговлю семенами кондитерского мака из-за того, что они в ряде регионов используются наркоманами для получения наркотических средств [15].

За рубежом, судя по всему, не стоит проблема использования кондитерского мака для целей изготовления наркотиков, но остро ставится вопрос о вреде здоровью человека при потреблении морфинсодержащих кондитерских продуктов [16,17]. Европейскими исследователями приводятся различные оценки концентрации морфина в семенах мака – от 0 до 62 мкг/кг, наибольшие его концентрации обнаруживаются чаще всего в партиях семян из Австралии, Индии, Испании [17,18].

Германские медики и учёные заняты разработкой нормативов, регламентирующих возможное содержание алкалоидов в партиях семян мака и кондитерских изделиях [19].Предлагаются и различные технологические решения данной проблемы. Так, для снижения количества морфина на семенах, предназначенных для хлебопекарных целей, предлагается размол семян на стандартной мельнице для маковых семян, с предварительной их мойкой в горячей воде и сушкой семян. Только промывка в воде с температурой 60°С снижает содержание морфина на 70%. Предложенная технология не только снижает содержание морфина, но и улучшает органолептическое качество продукта [20,21].

Наличие алкалоидов в партиях семян кондитерского мака объясняется, во-первых, прилипанием частиц латекса к семенам, вероятность чего повышается при уборке недозрелых посевов. Кроме того, семена часто недостаточно отсортированы и содержат некоторое количество примесей – частиц коробочек, листьев, стеблей мака, т.е. «маковую солому» как по определению Единой Конвенции о наркотических средствах ООН, так и в терминах Постоянного комитета по контролю наркотиков РФ) [18,19,22].

В России решить проблему содержания наркотических соединений в импортируемом кондитерском маке призван введённый с 1 января 2007 г. на территории РФ ГОСТ Р 52533-2006 «Мак пище-

вой. Технические условия» [23]. Данный стандарт распространяется на семена масличного пищевого мака *Papaver somniferum* L., предназначенные для применения в хлебопекарной и кондитерской промышленности, а также для реализации населению. ГОСТ Р 52533-2006 был введён с целью недопущения на рынок партий семян мака, которые могут быть использованы для производства наркотических средств. Он предусматривает полное отсутствие примесей в партиях семян пищевого мака, в отличие от утратившего силу ГОСТ 12094-76 «Мак масличный для переработки. ТУ», который допускал содержание сорной примеси в виде семенных коробочек, остатков листьев и стеблей мака до 3%, что делало его объектом злоупотребления со стороны наркозависимых лиц.

В соответствии с требованиями Международного комитета по контролю наркотиков ООН (МККН) экспорт семян мака для использования в пищевой продукции может осуществляться только из стран, зарегистрированных в МККН как государства, законно культивирующие это растение в промышленных целях. Кроме того, экспортер должен иметь сертификат качества на поставляемые партии семян мака, с обязательной отметкой об отсутствии в них наркотических средств, а импортер обязан проводить соответствующий анализ при ввозе.

Всего в мире, по данным ФАО за последние 10 лет (1998–2007 гг.), посевы мака масличного мире занимали 86,3–165,5 тыс. га, ежегодно производится 41,9–89,6 тыс. т семян [24].

Традиционный регион возделывания мака масличного – Восточная Европа, где основным производителем семян мака является Чехия, дающая ежегодно от 21,8 до 55,5% мирового производства семян. Вторым крупным производителем является Турция (15,6–58,0%). В сумме эти две страны обеспечивают 69,0–79,8% мирового сбора семян, причём посевные площади под маком в Чехии постоянно возрастают. Кроме того, по данным ФАО, мак масличный на семена возделывается во Франции, Венгрии, Австрии, Румынии, Нидерландах, Испании, республик на территории бывшей Югославии и в Палестине [24].

Данные ФАО далеко не полные. Так, в базах данных отсутствуют сведения о производстве мака масличного в Польше и Украине, в которых эта культура также возделывается и создаются сорта собственной селекции [25,26]. Нет данных и об Австралии, хотя она производит и экспортирует большое количество семян мака как побочный продукт производства опийных алкалоидов (посевы мака ежегодно занимают в Австралии, главным образом, на Тасмании, около 15 тыс. га [27].

На территории бывшего СССР масличный мак известен с XI в., но вначале использовался для приготовления пряников-

маковиков; лишь позже семена мака стали использовать для получения пищевого масла [1]. Известный русский агроном А.Т. Болотов еще в 1770 г. писал, что мак – одна из наиболее доходных огородных и полевых культур: «Известно, сколь великие деньги получают в иных местах на маке и льне… И потому все те из сих продуктов, которые в тех местах по свойству климата и земель родиться могут, не только заводить, но и о поспешествовании лучшему оных урожаю, а потом к лучшему вырабатыванию и выгоднейшей продаже прилагать всяческое старание» [28].

В Российской империи мак повсеместно культивировался как огородное растение, а с XIX в. в ряде губерний (Киевской, Малороссийской, Воронежской, Саратовской, Курской, Тамбовской) появился и в полевой культуре [29]. В конце XIX в. семена мака наряду с прочими масличными семенами экспортировались в страны Западной Европы [30].

Основные посевы масличного мака в СССР были сосредоточены на Украине, в Поволжье, некоторых областях Центрально-чернозёмной зоны РСФСР, Казахстане. Площади, занимаемые маком, в 1930-х–1970-х гг. колебались в пределах 30–45 тыс./га [31–33], из них 10–14 тыс./га – на Украине [34]. Средний урожай семян мака составлял 6–8 ц/га, в передовых хозяйствах до 20 ц/га. Урожаи существенно повышаются на плодородных почвах при достаточном количестве тепла и хороших условиях освещения за период вегетации [33–35].

Для нужд фармацевтической промышленности больше использовались сорта мака, относящиеся к опийным подвидам, возделываемые в Киргизии на орошении. Получаемый опий служил сырьём для приготовления большого количества лекарственных препаратов. Однако для лекарственных целей использовались и масличные сорта, т.к. концентрация опийных алкалоидов в зрелых коробочках некоторых сортов после вымолачивания из них семян позволяла проводить экстракцию фармацевтически важных алкалоидов. Поэтому большинство культивируемых в 1940–1980-х годах сортов мака масличного высевались на двустороннее использование – для получения маслосемян и лекарственного сырья [2,35,36].

В связи с распространением наркомании постановлением Совета Министров СССР № 695 от 12 июня 1987 г. возделывание масличного мака было запрещено наряду с опийным маком. Был принят ряд нормативных актов, рекомендующих ввести государственную монополию на выращивание мака, охрану посевов, а также устанавливавшие уголовную ответственность за возделывание любых форм мака. Растение мак включено в Список I «Перечня наркотических средств, психотропных веществ и их прекурсоров, подлежащих контролю в Российской Федерации» – «Список наркотиче-

ских средств и психотропных веществ, оборот которых в Российской Федерации запрещён» (Постановление Правительства Российской Федерации № 681 от 30.06.1998 г.). В результате мак масличный исчез из полевой культуры.

В соответствии со статьей 18 Федерального закона «О наркотических средствах и психотропных веществах» культивирование опийного мака в Российской Федерации запрещено. Тем не менее, мак не потерял своей привлекательности для потребителя. И семена мака, и получаемое из них масло по-прежнему востребованы в кулинарии. Потребность в маковых семенах и масле удовлетворяется в современной России целиком за счёт импорта, большей частью из Чехии, Турции, иногда из Австралии [22].

По данным Федеральной таможенной службы, Россия ежегодно импортирует около 15 тыс. т мака в год, которые в ценах 2007 г. стоили $126 млн. Участники рынка утверждают, что реальные потребности российских кондитеров в этом сырье гораздо выше.

Таким образом, существует целый ряд проблем, связанных с запретом на возделывание мака: зависимость кондитерского производства от импорта семян; низкое качество ввозимых партий семян кондитерского мака, особенно – наличие в них морфина и других алкалоидов; отсутствие в ассортименте сельхозпроизводителя высокорентабельной культуры, посевы которой, к тому же, выгодно отличаются от крестоцветных масличных культур меньшей повреждаемостью вредителями.

Поэтому мы считаем возрождение макосеяния в Российской Федерации актуальной задачей. Возврат мака в полевую культуру отвечает требованиям диверсификации масличных культур, позволяет удовлетворить спрос на качественное масло и семена для кондитерской, хлебопекарной, парфюмерной, лакокрасочной промышленности, медицины.

Для того, чтобы при введении мака масличного в культуру не расширить растительную сырьевую базу для незаконного производства и оборота наркотиков, необходимо создавать новые сорта, практически не обладающие наркотической активностью. Задача эта, поставленная ФЦП «Комплексные меры противодействия злоупотреблению наркотиками и их незаконному обороту», и выполняемая в ГНУ Пензенский НИИСХ, вполне достижима средствами селекции. Один из первых результатов реализации поставленной задачи – включение в 2008 г. в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, первого в России сорта мака масличного Парус с низким содержанием опийных алкалоидов.

Одновременно с созданием новых сортов необходимо разрабатывать для них сортовую агротехнику. Рекомендации по возде-

лыванию мака разработаны в середине XX века. Они, как правило, были нацелены на получение высокоалкалоидного сырья сортов мака двустороннего использования. Задача, решаемая сегодня – получение высоких урожаев семян исключительно масличного и кондитерского назначения при максимально низком уровне алкалоидности. Кроме того, рекомендации по агротехнике нуждаются в корректировке в связи с глобальными изменениями климата.

Но самое главное – чтобы вернуть мак на поля уже не в качестве наркотической культуры, а масличной и продовольственной, требуются изменения в законодательстве Российской Федерации, регламентирующие возделывание безнаркотических сортов этого ценного растения.

Литература

1. Щербаков, В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов. – М.: КолосС, 2003. – 360 с.

2. Грызлов, В.П. Мак масличный и опийный / В.П. Грызлов, И.Ф. Булгаков, Ф.В. Кутейников М.: Сельхозиздат. 1963. – 143 с.

3. Singh, S.P. Prospects of breeding opium poppies (Papaver somniferum L.) as a high-linoleic-acid crop / Singh S.P., Khanna K.R., Shukla S., Dixit B.S., Banerji R. // Plant Breedg, 1995. – Vol.114. – №1. – Pp. 89–91

4. Базилевская, Н.А. Сем. Papaveraceae B. Juss. – Маковые / Н.А. Базилевская. – Культурная флора СССР / Под ред. Е.В. Вульф. – Т. VII. Масличные. – Стр.1–37.

5. Гостева, Г. Мак / Галина Гостева. – 2005. http:// worldofspice.sitecity.ru/ltext_2601160740.phtml?p_ident=ltext_2601160740.p_2803162132

6. Шкателов, В. Маслобойное производство / В. Шкателов // Полная энциклопедия русскаго сельскаго хозяйства и соприкасающихся с ним наук. Том V. – СПб., 1901. – С.511–532.

7. Киплик, Д.И. Техника живописи / http://stilllife.ru/ ciplic.htm

8. www.recipe.ru/docs/ls/index.php?action=descr-drug-table&drugid=6946

9. Габуния, Р.И. Компьютерная томография в клинической диагностике / http://www.uran.donetsk.ua/~masters/2006/kita/ilyukhin/library/art04.htm

10. Statham, M. Poppy seed meal (Papaver somniferum) as a protein source for growing pigs / M. Statham. // Austral. J. exper. Agr. anim. Husbandry, 1984. – T. 24. – 125. – Pp. 170–173.

11. Беляев, 1905; цит. по: Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР./ Под ред. И. В. Ларина. – Т.2. Двудольные (хлорантовые-бобовые) – М.-Л., 1951. – 948 с.

12. Bayram, I. Bildircin rasyonlarina katilan hashas kuspesinin besi performansi uzerine etkisi / Bayram I., Akinci Z. // Ankara Univ.Veter.Fak.Derg., 1998. – Cilt 45, cayi 2/3 – S. 305–311.

13. Семкин, Е.П. Количественный анализ наркотиков растительного происхождения / Е.П. Семкин, В.Г. Савенко. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1987. – 36 с.

14. Фавр-Дюшавр, М. Гомологии и филогения / М. Фавр-Дюшавр // Эмбриология растений: использование в генетике, селекции, биотехнологии: В 2-х тт. Т.2./Под ред. И.П. Ермакова. – М., Агропромиздат, 1990. – С. 300–342.

15. Михайлов, А. Наркополиция считает необходимым запретить кондитерский мак / Михайлов Александр // Курксити – Информационный портал Курска | Новости Курска. 31 августа 2006. – http://www.kurskcity.ru/analytic.php?date=2006-08-31&id=1957&page=1

16. Moeller, R. M. Poppy seed consumption and toxicological analysis of blood and urine samples / Manfred R. Moeller, Karin Hammer and Oliver Engel // Forensic Science International. – 2004. – Vol. 143. – No. 2-3. – P. 183–186.

17. Rochholz, G. Erhohte Morphingehalte in Mohnprodukten und deren Folgen / Rochholz G., Westphal F., Kuhlmann A. // Getreide Mehl Brot, 2005. – Vol. 59. – № 4. – Pp. 239-243.

18. Grove, M.D. Morphine and Codeine in Poppy Seed / M.D. Grove, G.F. Spenser, M.V. Wakeman, H.L. Tookey // J. Agr. Food Chem. – Vol. 24. – № 4. – 1976. – Pp. 896–897.

19. BfR recommends provisional daily upper intake level and a guidance value for morphine in poppy seeds. – BfR Health Assessment No. 012/2006, 27 December 2005. – 46 p.

20. General, J. Investigations to reduce the morphine content in poppy seed and baked goods containing such, applying practicable technological measures / J. General, G. Unbehend, M.G. Lindhauer, B. Kniel, M. Moser // Getreidetechnologie. – 2007. – Vol. 61. – No. 1. – P. 36-42.

21. Sproll, C. Guidelines for reduction of morphine in poppy seed intended for food purposes / Constanze Sproll, Roland Perz, Rolf Buschmann, Dirk Lachenmeier // European Food Research and Technology. – 2007. – Vol. 226. – No. 1–2. – P. 307–310.

22. Колычев, И.А. Криминалистическое исследование наркотических средств, получаемых из семян растения мак / И.А. Колычев, В.С. Федорович // Судебная экспертиза. – 2007. – №1. – С.102–109.

23. Мак пищевой. Технические условия. ГОСТ Р 52533-2006 (Утв. приказом Ростехрегулирования 28.03.2006 N 44-СТ)

24. http://faostat.fao.org

25. Liersch, J. Valuation of stability and economical value of new strain-soft low morphine poppy / J. Liersch, E. Szymanowska, J. Krzymanski // Rosliny-Oleiste. – 1996. – Vol. 17. – № 2. – P. 391 396.

26. Коллекция мака как источник ценных признаков для селекции в условиях Украины / Ю.И. Бидаш, В.М. Кирьян, В.В. Рожкован, В.В. Стрельникова // Селекция против наркотиков: Матер. II Междунар.конф. (г. Пенза, 4–6 июля 2007 г.) – Пенза, 2007. – С. 133–137.

27. Mackenzie, P. The Tasmanian poppy industry / P. Mackenzie // The Pharmaceutical Journal. – 2004. – Vol. 273. – P. 923–924.

28. Болотов, А.Т. Избранные труды / А.Т. Болотов.– М.: Агропромиздат, 1988. – 416 с.

29. Шулов, И. Мак / Ив. Шулов // Полная энциклопедия русскаго сельскаго хозяйства и соприкасающихся с ним наук. Том V. – СПб., 1901. – С. 439–445.

30. Гулишамбаров, С. Масличные семена / С. Гулишамбаров // Полная энциклопедия русскаго сельскаго хозяйства и соприкасающихся с ним наук. Том V. – СПб., 1901. – С.484–488.

31. Прянишников, Д.Н. Растения полевой культуры (частное земледелие) / Д.Н. Прянишников, И.В. Якушкин // 9-е изд., перераб. и доп. – М., 1936. – 843 с.

32. Смирнов, А.И. Растениеводство / А.И.Смирнов. – Москва: ОГИЗ – Сельхоз, 1947. – С. 243–245.

33. Воскресенская, Г.С. Мак // Сельскохозяйственная энциклопедия. Т. 3. – М., 1972. – С.840–843.

34. Мак / За ред. В.Д. Гайдаша – Луцьк: МКФ «Християнське життя», 2002. – 184 с.

35. Константинов, П.Н. Масличные культуры в Пензенской области / П.Н. Константинов. – Пенза: Пензен. кн. изд., 1954. – 80 с.

36. Андреев, В.С. Увеличение содержания морфина у полиплоидов мака снотворного (Papaver somniferum L.) / В.С. Андреев // Докл. АН СССР, 1963. – Т.148. – №1. – С. 206–209.

———

УДК 633.854.492:631.527

РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ НИЗКОАЛКАЛОИДНЫХ СОРТОВ МАКА МАСЛИЧНОГО В ПЕНЗЕНСКОМ НИИСХ

Д.О. Долженко, Т.Я. Прахова

Пензенским НИИСХ в сотрудничестве с ВНИИР им. Н.И. Вавилова создан низконаркотичный сорт мака масличного Парус для возделывания на маслосемена и семена для кондитерской промышленности в Средневолжском и Центрально-Чернозёмном регионах. Сорт характеризуется высокой урожайностью семян (до 2,5 т/га), содержанием наркотически активных алкалоидов в коробочках 0,019–0,336%, что в среднем в 2,4 раза ниже, чем у районированного сорта Заволжский.

Мак масличный *Papaver somniferum* ssp. *eurasiaticum* – ценное масличное растение. Масло из семян этой культуры применяется в кулинарии, хлебопечении, лакокрасочной промышленности, живописи. В последние годы возросло значение макового масла в медицине как компонента рентгеноконрастных веществ. Однако в настоящее время мак масличный в полевой культуре в Российской Федерации полностью отсутствует, хотя в Государственном реест-

ре селекционных достижений с 1985 г. находится сорт двустороннего использования Заволжский [1]. Причина тому – наличие в растениях мака наркотически активных алкалоидов (из которых основными являются морфин и кодеин) и связанная с этим проблема использования растительного материала мака в качестве сырья для незаконного производства наркотических средств. Потребность России в кондитерских семенах мака и маковом масле осуществляется сегодня за счёт импорта в значительных количествах.

В Пензенском НИИ сельского хозяйства с 1993 г. начаты работы по созданию безопийных и безнаркотических сортов мака исключительно пищевого и масличного направления [2,3]. Главным результатом первого этапа этой работы стало включение в 2008 г. в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию низконаркотичного сорта мака масличного Парус, созданного в результате сотрудничества с Всероссийским институтом растениеводства им. Н.И. Вавилова (патент № 4649 выдан 11.03.2009 г.) [1].

Авторы сорта: В.А. Барашкин, В.Н. Бражников, О.Ф. Бражникова, В.И. Елисеев, Д.О. Долженко, А.Г. Дубовская, А.Д. Ишмуратова, Т.Я. Прахова, В.А. Савоськина, Е.Ф. Семёнова, А.А. Смирнов.

История выведения сорта. В 1996–2000 гг. в результате изучения мировой коллекции мака масличного ВНИИР был выделен ряд образцов, перспективных для дальнейшей селекционной работы, в том числе к-864 из Германии. Он был среднеспелым, имел высокую масличность семян и низкое содержание морфина, но был гетерогенным по ряду морфологических признаков – опушению стебля, форме края листа, форме коробочки и др.

В 2001–2002 гг. из данного образца были проведены индивидуальные отборы по признакам низкоморфийности и безопийности и другим хозяйственно-биологическим признакам и свойствам (семенной продуктивности, поражению болезнями). Линия 408-1-01, выделившаяся в 2002–2003 гг. по повышенной семенной продуктивности коробочки и растения, масличности и сниженному содержанию наркотически активных алкалоидов, в последующие годы испытания подтвердила своё преимущество перед стандартным сортом Заволжский, а также перед сортами селекции НИУ Украины (Беркут – Институт крестоцветных культур; Коралл и Кристалл – Институт масличных культур), и была передана в Госсорткомиссию под названием Парус.

Хозяйственно-биологическая характеристика сорта Парус представлена в табл. 1. Сравнение проводили с сортом-стандартом Заволжский. Урожайность семян стандарта в среднем за три года составила 1,93 т/га, новый сорт ежегодно превышал стандарт на статистически достоверную величину. Средняя урожайность семян

составила 2,54 т/га, прибавка к урожаю стандарта – 0,61 т/га. Сорт среднеспелый, вегетационный период 94–98 дней. Высота растений – от 85 до 140 см. Высокая продуктивность обеспечивается большими показателями количества коробочек на растении и семян в коробочке. Масса 1000 семян составила в среднем 0,52 г.

Масличность семян сорта Парус составляет 44–55%. Ежегодно сорт превосходил стандарт по содержанию жира в семенах на 1,0–2,2%. Вместе с прибавкой урожайности это обеспечивало больший сбор масла с единицы площади на 0,30–0,46 т/га.

Таблица 1 – Хозяйственно-биологическая характеристика сорта мака масличного Парус на момент передачи в Госсорткомиссию

Показатели	Новый сорт Парус				Стандарт Заволжский			
	2004	2005	2006	ср.	2004	2005	2006	ср.
Урожайность семян, т/га	2,53	2,32	2,77	2,54	1,74	1,70	2,36	1,93
НСР $_{0.95}$,т/га	0,64	0,27	0,36	–	–	–	–	–
Высота растений, см	131	140	85	119	121	124	84	110
Вегетационный период, сут.	97	98	94	96	96	100	90	95
Полегаемость, балл	4	4	5	4,3	4	4	5	4,3
Масса семян с коробочки, г	3,21	2,23	3,13	2,86	3,36	1,85	3,11	2,77
Количество коробочек на растении, шт.	5,1	5,2	4,3	4,87	4,0	4,6	3,8	4,13
Размер коробочки (высота×диаметр), мм	38 × 32	38 × 32	35 × 32	37 × 32	35 × 36	38 × 39	31 × 36	35 × 37
Масса 1000 семян, г	0,48	0,44	0,54	0,52	0,56	0,49	0,58	0,54
Сбор масла, т/га	1,38	1,07	1,28	1,24	0,92	0,75	0,98	0,88
Содержание жира в семенах, %	54,7	46,0	46,0	48,9	53,1	43,8	45,0	47,3

Таблица 2 – Содержание наркотически активных алкалоидов в зрелых коробочках растений мака масличного сорта Парус

Сорт	Содержание алкалоидов*, %					
	2002	2003	2004	2005	2006	среднее
Морфин						
Парус	0,080	0,320	0,220	0,095	0,019	0,147
Заволжский	0,200	0,405	0,360	0,134	0,048	0,229
Сумма морфина и кодеина						
Парус	0,129	0,336	0,240	0,116	0,019	0,168
Заволжский	0,203	1,197	0,420	0,167	0,059	0,409

** – результаты анализов за 2002–2005 гг. – ГНУ Пенз НИИСХ; за 2006 г. – ГУ Пензенская лаборатория судебной экспертизы*

ГЖХ-анализ жирнокислотного состава масла из семян мака масличного нового сорта, проведённый в лаборатории биохимических анализов ПензНИИСХ, показал доминирование линолевой кислоты (77,0%). Олеиновой жирной кислоты содержится 11,5%, пальмитиновой – 8,0%, стеариновой – 1,6%, α-линоленовой – 1,2%. Содержание кислот миристиновой, пентадекановой, пальмитолеиновой, γ-линоленовой, арахиновой, гондоиновой, арахидоновой, эруковой, докозадиеновой и лигноглицериновой в сумме составляет 0,7% (0,017–0,145%). Эйкозадиеновая, бегеновая, докозатриеновая и нервоновая кислоты в масле не обнаружены. Таким образом, новый сорт имеет жирнокислотный состав масла, характерный для *Papaver somniferum* ssp. *eurasiaticum*.

Наиболее актуальный для современных сортов мака масличного показатель – содержание наркотически активных алкалоидов в растении (таблица 2). Содержание морфина и кодеина в зрелых коробочках мака сорта Парус в 1,5–3,5 раза ниже, чем в коробочках сорта Заволжский. Максимальное содержание составляло 0,3% (в 2003 году). Таким образом, сорт Парус является низконаркотичным сортом, что подтверждается независимой оценкой, проведённой в ГУ Пензенская лаборатория судебной экспертизы (экспертное исследование №982/8 от 02.10.2006 г.).

Апробационные признаки сорта Парус: опушение стебля под коробочкой слабое, листья светло-зелёные, со слабым восковым налётом, край листовой пластинки двузубчатый. Лепестки цельные, белые, со светло-сиреневым пятном. Коробочка закрытого типа, округлая, с плоским основанием и дискообразным рыльцем (число лучей 10–14). Семена светло-серые. По морфологическим признакам сорт Парус похож на сорт Заволжский, отличаясь от него меньшим опушением стебля ниже коробочки, более глубокой рассечённостью края стеблевого листа, плоским основанием коробочки (у сорта Заволжский – вдавленная).

Таким образом, сорт Парус благодаря высоким показателям семенной продуктивности и масличности семян обеспечивает высокий валовой сбор масла и является низкоопийным и низконаркотичным сортом (содержание наркотически активных алкалоидов 0,019–0,336%, в среднем в 2,4 раза меньше, чем у сорта Заволжский). Новый сорт рекомендуется для возделывания в Средневолжском и Центрально-Черноземном регионах.

Селекционная работа с культурой мака масличного в Пензенском НИИСХ продолжается. Селекция развёрнута полностью, от питомников исходного материала и гибридизации до конкурсного сортоиспытания. В 2009 г. рабочая коллекция ПензНИИСХ пополнилась новыми низкоалкалоидными образцами мака, поступившими из ВИР, после изучения они будут включены в скрещивания. Созда-

ны и проходят оценку в питомниках перпективные линии с низким содержанием морфина и других алкалоидов. Задачи селекции осложняются тем, что такие линии часто имеют неудовлетворительные агрономические характеристики – они полегают, являются низкоурожайными, имеют очень мелкие семена. Тем не менее, среди них есть отдельные образцы, сочетающие высокие показатели семенной продуктивности (150–250 г/м^2) и масличности семян (50–56%) с низким содержанием наркотически активных алкалоидов (менее 0,15% в зрелых коробочках), среднеспелостью (продолжительность вегетационного периода 95–110 дней) и устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессорам.

В 2009 г. в Госкомиссию по испытанию и охране селекционных достижений планируется передача ещё одного сорта мака масличного, имеющего урожайность на уровне сорта Парус, более стабильный признак низкого содержания алкалоидов, высокое содержание масла в семенах. Новый сорт имеет белую окраску семян.

Дальнейшая работа будет направлена на детальное изучение селекционного материала мака масличного, создание сортов с выраженными морфологическими признаками, позволяющими отличать их от высокоалкалоидных сортов, разработку экспресс-методов определения алкалоидности растений мака, повышение общей адаптивности и технологичности культуры.

Литература

1. Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию. Том 1. Сорта растений (Официальное издание). – Москва, Министерство сельского хозяйства РФ, 2008.

2. Потокина, С.А. Сравнительная оценка генетических ресурсов вида *Papaver somniferum* L. в связи с задачами селекции / С.А. Потокина, В.В. Кошеляев, Е.Ф. Семенова, В.И. Елисеев, Н.С. Зубриянова // Материалы докладов II Международного симпозиума «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практическое использование». – Пущино, 1997. – Т.4. – С.487–489.

3. Осадча, Г.А. Создание и изучение рабочей коллекции мака масличного для использования в селекции безопийных сортов // Генетические ресурсы культурных растений / Осадча Г.А., Семенова Е.Ф., Потокина С.А., Кошеляев В.В. // Генетические ресурсы культурных растений: Проблемы мобилизации, инвентаризации, сохранения и изучения генофонда важнейших сельскохозяйственных культур для решения приоритетных задач селекции: Тезисы докл. Междунар. науч.-практ. конф. (13–16 ноября 2001). – СПб., 2001. – С.152–153.

УДК 633.854.492:632.4(470.4)

БОЛЕЗНИ МАКА МАСЛИЧНОГО В СРЕДНЕВОЛЖСКОМ РЕГИОНЕ

Г.А. Осадча, Е.Ф. Семёнова

Проведена фитопатологическая оценка коллекции мака масличного. Установлены распространение грибных заболеваний и степень поражения растений в годы, различающиеся по гидротермическому режиму. Определён видовой состав возбудителей микозов в период вегетации маковых растений. Выделены слабо поражаемые гельминтоспориозом сортообразцы мака, которые можно рекомендовать в качестве исходного материала для селекции на устойчивость к данному патогену.

Требования современной селекции предполагают получение новых сортов и гибридов, устойчивых к основным возбудителям болезней. Мак масличный поражается многими патогенными микроорганизмами – грибами, бактериями, вирусами. Наиболее вредоносными являются микозы – пероноспороз, гельминтоспориоз, альтернариоз. Бактериальные и вирусные заболевания на маке встречаются значительно реже [1-5]. Целью исследований было определение видового состава патогенных грибов на вегетирующих растениях мака, их распространенности на коллекционных посевах в 2001–2004 гг. и оценка устойчивости сортообразцов к наиболее вредоносному патогену в условиях лесостепной зоны Поволжья.

Объектом изучения были образцы мака различного эколого-географического происхождения в коллекционном питомнике Пензенского НИИСХ. Фитопатологическую экспертизу проводили на основе рекомендованных методов [5,6,8-11] с использованием атласов и определителей для идентификации патогена [6-16]. Для выявления и изучения видового состава грибов также использовали световую микроскопию и методику влажных камер. Растительные образцы промывали проточной водопроводной водой, поверхностно стерилизовали 1%-ным раствором перманганата калия в течение одного часа, ополаскивали дистиллированной водой. Затем образцы помещали в чашки Петри и инкубировали при температуре 24±2°С. При появлении на образцах спороношения часть налёта при помощи препаровальной иглы переносили в каплю воды на предметном стекле и микроскопировали. Для выделения в чистую культуру использовали твердые питательные среды (Чапека-Докса, картофельно-глюкозный агар и др.) [6,14,15]. Полученные данные статистически обрабатывали [17].

В результате фитопатологических обследований коллекционных посевов мака установлено, что растения поражались, в основном, патогенными грибами, вызывающими пятнистости, гнили, налеты. Микологический анализ показал, что из 12 идентифицирован-

ных патогенов (*Peronospora arborescens*, *Alternaria brassicae* f. *somniferi*, *Erysiphe communis*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium* sp., *Helminthosporium papaveris*, *Botrytis cinerea*, *Coniothyrium althea*, *Cladosporium herbarum*, *Alternaria alternate*, *Epicoccum purpurascens*, *Acremonium* sp.) шесть видов являются возбудителями болезней вегетирующих растений мака (гельминтоспориоза, альтернариоза, пероноспороза, фузариоза, мучнистой росы, белой стеблевой гнили). *Alternaria alternata*, *Cladosporium herbarum*, *Epicoccum purpurascens*, *Acremonium* sp., являющиеся сапротрофными микромицетами, вызывали, в основном, пятнистости листьев на единичных и (или) погибающих растениях в теплую влажную погоду.

Пероноспороз (ложная мучнистая роса). Возбудитель *Peronospora arborescens* (Berk.) de Bary (класс Oomycetes, порядок Peronosporales). На посевах мака болезнь наблюдали преимущественно во второй половине вегетации растений. На листьях зараженных растений образовывались желтовато-бурые расплывчатые пятна разной величины, ограниченные жилками листьев. На нижней стороне пятен во влажную погоду появлялся серовато-фиолетовый налёт, состоящий из 3–8-кратно дихотомически разветвленных конидиеносцев с конидиями. Конидии бледно-фиолетовые, коротко-овальные, 12,0–30,0×12,0–17,0 мкм. Ооспоры шаровидные, 30,0–38,0 мкм в диаметре. На стеблях и коробочках появлялись тёмные штрихи и пятна с налётом. На зараженных растениях формировались мелкие, слегка приплюснутые коробочки, часто окрашенные в тёмно-фиолетовый цвет. Семена в таких коробочках не развивались. При сильном поражении растения оставались низкорослыми, стебли деформировались, бутоны не распускались, со временем такие растения бурели и засыхали.

Развитию болезни способствовали высокая влажность и температура воздуха в диапазоне от 12 до 30°С. Максимальное поражение мака пероноспорозом отмечалось в период цветение–биологическая спелость и составляло 20,2–30,1% (2–3 балла поражения), степень развития болезни – 11,6–18,7%.

Альтернариоз (черная плесень). Возбудитель *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc. f. *somniferi* Har. et Br. (класс Ascomycetes, порядок Dothidiales). Наблюдался в фазе плодообразования. На коробочках появлялись различной величины округлые чёрные пятна с бархатистым налётом, состоящим из цепочек конидий паразита. Пятна часто сливались, охватывая всю поверхность коробочки. Конидии булавовидные, почти цилиндрические, со слабовыраженной шейкой, гладкие, с 2–11 поперечными и 0–5 продольными перегородками, 67–130×8–22 мкм.

Развитию болезни способствовала повышенная влажность воздуха. В дождливую тёплую погоду коробочки плесневели и за-

гнивали. Распространённость болезни составляла 16,2–34,7%, степень развития 12,5–19,1%.

Мучнистая роса. Возбудитель *Erysiphe communis* (Wallr.) Grev, син. *E. cichoracearum* DC. (класс Ascomycetes, порядок Erysiphales). На верхней поверхности листьев образовывался рыхлый белый мучнистый налёт в виде пятен неправильной формы, состоящий из поверхностной грибницы и конидиальной стадии гриба. Возбудитель встречался преимущественно в анаморфной стадии, в единичных случаях на листьях обнаруживали незрелые клейстотеции (мелкие шаровидные плодовые тела с выростами-придатками). Мучнистая роса сильнее развивалась при высоких летних температурах и низкой относительной влажности воздуха. В исследуемые годы имела широкое распространение – 28,8–35,3%, но низкую интенсивность – 2,9–5,8%.

Белая стеблевая гниль. Возбудитель *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary (класс Ascomycetes, порядок Helotiales). В исследуемый период на посевах мака встречался редко. Симптомы поражения проявлялись после окончания цветения. На нижней части пораженных стеблей и в пазухах нижних листьев появлялись светлые, большей частью концентрические зональные пятна. Со временем пятна увеличивались в размерах, часто охватывая стебель. При разломе стеблей внутри них обнаруживался беловатый мицелий с многочисленными склероциями. Во влажную погоду на пораженных участках развивался ватообразный налёт. Развитие болезни наблюдалось во влажную теплую погоду.

Фузариоз. Возбудитель *Fusarium* sp. (класс Ascomycetes, порядок Hypocreales). Растения поражались в различные фазы развития растений. На прикорневой и корневой части стебля появлялись сухие вдавленные, со временем темнеющие пятна. Они увеличивались, сливались, охватывая стебель. Происходило побурение нижней части стебля и подземного междоузлия. Поражённые первичные и вторичные корни и нижняя часть стебля загнивали и разрушались, приобретали красный цвет. Растения легко выдергивались из почвы, переламываясь у основания стебля. В жаркую и сухую погоду больные растения увядали и усыхали в течение 5–7 дней. При умеренных температурах и достаточном увлажнении болезнь протекала медленнее, основание стебля покрывалось бело-розовым или розовым налётом спороношения гриба. Споры бесцветные, серповидные, с несколькими поперечными перегородками.

Развитию болезни способствовали температуры в диапазоне 15–30°С и достаточно высокая (не менее 40%) относительная влажность воздуха. Распространённость болезни составляла в среднем 12,4–28,1%, степень развития 7,0–13,7%.

Гельминтоспориоз (черная листовая пятнистость). Возбудитель – гриб *Helminthosporium papaveris* (Sawada) Hennig., синонимы: *Pleospora calvescens* (Fries) Fulasne, *Dendryphium penicillatum* Tul. (класс Ascomycetes, порядок Dothidiales). Сумчатая стадия – *Pyrenophora calvescens* Sacc.

Поражения наблюдались на листьях, стеблях и коробочках.Первые признаки появлялись в период бутонизации–цветения, максимальное поражение растений наблюдалось в фазу плодообразования–созревания. На стеблях зараженных растений появлялись сине-чёрные продольные полосы. В фазу цветения отмечалось массовое заражение листьев, на которых появлялись тёмно-бурые угловатые пятна, ограниченные жилками. Во влажную погоду на поверхности пятен образовывался черно-бурый бархатистый налёт – спороношение гриба. Коробочки заражались после цветения. При этом наблюдались искривление плодоножек, недоразвитие и деформация коробочек. Внутри коробочек на перегородках и семенах развивался мицелий гриба. При сильном поражении поверхность коробочки практически полностью покрывалась черной пленкой конидиеносцев. Такие коробочки не давали урожая. Конидии тёмноокрашенные, удлинённо-цилиндрические, на концах закруглённые, 17,0–112,0 × 5,2–11,8 мкм, с 1–8, чаще с 4 поперечными перегородками. Оптимальная температура для прорастания конидий 24–26°С. Развитию заболевания способствовала теплая и влажная погода.

В 2003–2004 гг. сложились благоприятные условия для проявления гельминтоспориоза в естественных условиях, что позволило провести фитопатологическую оценку образцов мака в коллекционных посевах. В результате оценки выявлены сильно, средне и слабо поражаемые сортовые популяции различного происхождения. Слабо поражаемые образцы (таблица) можно использовать в селекционном процессе по маку масличному как для прямых индивидуальных и семейственно-групповых отборов на устойчивость к этому патогену, так и в качестве компонентов скрещивания для создания нового исходного материала с комплексом хозяйственно-ценных признаков.

Сильно поражались образцы (интенсивность поражения 26–75% при распространённости до 100%) К-543 (Армения), К-2516 (Венгрия), К-2117, К-2391, К-2431 (Украина), К-2189, К-2196 (Болгария), К-2246 (Марокко), К-2531, К-2537, К-2563 (Чехословакия). Использование их в селекции методами аналитической селекции представляется нецелесообразным, однако образцы с ценными хозяйственно-полезными признаками можно использовать для гибридизации с устойчивыми к гельминтоспориозу формами.

Коллекционные образцы мака масличного, слабо поражаемые Helminthosporium papaveris (среднее за 2003–2004 гг.)

№ по каталогу ВИР	Название	Происхождение	Распространённость болезни, %	Развитие болезни, %
864	б.н.*	Германия	15	5,0
1559	б.н.	Украина	15	7,5
2083	Domaci mak br 205	Югославия	5	5,0
2093	б.н.	Украина	5	7,5
2107	б.н.	Италия	20	2,5
2130	местный	Украина	15	7,5
2135	б.н.	Марийская ССР	15	4,5
2255	Maleksberger	Чехословакия	5	3,5
2580	б.н.	Словакия	10	2,5
2581	Libra	Швеция	75	1,5
0133000	Мутант Н-3	Украина	15	1,5
0133423	А-37	Украина	5	4,5
0133557	А-37	Украина	5	5,0

** – без названия*

В результате исследований установлено, что на распространение и развитие грибных болезней значительно влияли погодные условия в течение вегетации растений. Так, в 2001 г. в теплых с незначительными осадками июле и августе отмечалось широкое распространение мучнистой росы. Корневые гнили, вызываемые фузариями, отсутствовали. 2002 г. с жарким сухим июлем и теплым, умеренно влажным августом был благоприятен для развития мучнистой росы, пероноспороза, фузариоза. В 2003–2004 гг. при избыточном увлажнении в летние месяцы и умеренно теплых температурах возросло поражение культуры фузариозом, альтернариозом. Гельминтоспориоз обнаруживали ежегодно, но значительное развитие болезни наблюдалось в годы с тёплым летом при достаточном увлажнении. Проведённая фитопатологическая оценка коллекционного материала позволила выделить слабо поражаемые возбудителем гельминтоспориоза образцы мака, которые можно рекомендовать в качестве исходного материала для селекции на устойчивость к данному патогену.

Литература

1. Билай, В.И. Микроорганизмы – возбудители болезней растений / В.И. Билай. – Киев.: Наукова думка, 1988. – 550 с.

2. Илиева, С. Лекарственные культуры / С. Илиева. – София: Земиздат, 1971. – 261 с.

3. Веселовская, М.А. Классификатор рода *Papaver* L. / М.А. Веселовская, Л.И. Капитонова. – Л.: ВИР, 1988. – 22 с.

4. Князева, Т.П. Болезни лекарственных и эфиромасличных культур / Т.П. Князева, Ю.М. Стройков. – М.: Изд-во МСХА, 1991. – С. 57–64.

5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Вып. 2 .Зерновые, масличные и кормовые культуры. – М., 1956. – 229 с.

6. Методические указания по проведению обследований посевов. – Л.: ВИЗР, 1984. – 22 с.

7. Билай, В.И. Методы экспериментальной микологии / В.И. Билай. – Киев, 1973. – 242 с.

8. Чумаков, А.Е. Основные методы фитопатологических исследований / А.Е. Чумаков, И.И. Минкевич, Ю.И. Власов, Е.А. Гаврилова. – М.: Колос, 1974. – 191 с.

9. Кирай, З. Методы фитопатологии / З. Кирай, З. Клемент, Ф. Шойлюши, Ф. Вереш. – М.: Колос, 1974. – 343 с.

10. Наумова, Н.А. Анализ семян на грибную и бактериальную инфекцию / Н.А. Наумова. – Л.: Колос, 1970. – 207 с.

11. Иванова, Р.М. Методические указания по селекции и семеноводству мака масличного / Р.М. Иванова. – М., ВАСХНИЛ, 1981. –30 с.

12. Атлас болезней и вредителей масличных культур. – Прага, 1968. – С. 36–176.

13. Саттон, Д, Определитель патогенных и условно патогенных грибов / Д. Саттон, А. Фотергилл, М. Ринальди. – М.: Мир, 2001. – 486 с.

14. Еленевский, А.Г. Практикум по систематике растений и грибов / А.Г. Еленевский, М.П. Соловьева, Н.М. Ключникова и. др. – М.: ИЦ «Академия», 2004. – 160 с.

15. Практикум по микробиологии / Под ред. А.И. Нетрусова . – М.: ИЦ «Академия», 2005. – 608 с.

16. Красильников, А.П. Микробиологический словарь-справочник / А.П. Красильников, Т.Р. Романовская. – Минск : Асар, 1999. – 400 с.

17. Платонов, А.Е. Статистический анализ в медицине и биологии / А.Е. Платонов. – М.: РАМН, 2000. – 52 с.

УДК 631.53.02

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЕРВИЧНОГО И ЭЛИТНОГО СЕМЕНОВОДСТВА В ПЕНЗЕНСКОМ НИИСХ

Л.Е. Вельмисева, А.В. Чернышов, В.А. Самодуров, В.В. Васин, О.В. Блохина

Изложены основные методы семеноводческого прогресса и результаты производства семян высших репродукций в отделе семеноводства Пензенского НИИСХ.

В комплексе мероприятий, обеспечивающих получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур, важная роль принадлежит семеноводству, задачей которого является массовое размножение сортовых семян, устойчивых к неблагоприятным факторам среды, невосприимчивых к болезням и вредителям.

Сорт в сельскохозяйственном производстве является самым дешёвым средством увеличения сбора растениеводческой продукции. Общеизвестно, что благодаря хорошо организованной семеноводческой работе можно увеличить его урожай по меньшей мере на 20% (Г.В. Гуляев, 1992). При этом особое внимание следует уделять первичным звеньям семеноводства.

Роль сорта как средства сельскохозяйственного производства в современных рыночных отношениях значительно возросла. Практика семеноводства свидетельствует, что в процессе длительного размножения качество семенного материала может ухудшиться. Это возможно в тех случаях, когда нарушаются правила сохранения сортовой чистоты. Ухудшение семенного материала сорта возникает вследствие механического и биологического засорения, а также поражения растений болезнями.

Семеноводство – важнейшая отрасль сельскохозяйственного производства, основное звено в системе земледелия. Главная его задача – осуществление сортообновления и, в кратчайшие сроки, сортосмены, внедрение в производство новых сортов, поддержание их в чистоте.

В 1960 г. было принято постановление «Об улучшении семеноводства зерновых культур и трав». В реализации этого постановления важная роль отводилась научно-исследовательским учреждениям и учебно-опытным хозяйствам сельскохозяйственных вузов. Семена высших репродукций в Пензенской области производили в элитных семеноводческих хозяйствах: Пензенская сельскохозяйственная опытная станция, учебно-опытное хозяйство Пензенского СХИ и Петровская сельскохозяйственная опытная станция.

В связи с проведёнными в 1990-х гг. реформами в сельском хозяйстве ряд семеноводческих хозяйств прекратили заниматься

семеноводством или значительно сократили объёмы производства сортовых семян. Современное семеноводство сельскохозяйственных культур базируется на принятых законах «О секционных достижениях» от 06.08.1993 г. и «О семеноводстве» от 17.12.1997 г.

Закон «О секционных достижениях» предусматривает выдачу патентов научным учреждениям-авторам сортов. Патент удостоверяет исключительное право патентообладателя на использование селекционного достижения.

Закон «О семеноводстве» устанавливает правовую основу деятельности по производству, заготовке, хранению, реализации, транспортировке и использованию семян, а также организации и проведению сортового и семенного контроля. В нем подчеркивается, что элитные и репродукционные семена, предназначенные для реализации, производят физические и юридические лица, имеющие лицензии от обладателя патента на осуществление деятельности по производству соответствующих семян. Лица, не имеющие таких документов, не имеют право на размножение какого-либо сорта. В противном случае они административно наказуемы.

В условиях Пензенской области семеноводство основных сельскохозяйственных культур осуществляется на базе отдела семеноводства Пензенского НИИСХ. Отдел ведет первичное семеноводство зерновых, зернобобовых, крупяных и капустных сидеральных культур.

Работа в звене первичного семеноводства ПензНИИСХ начинается с отбора лучших по продуктивности и типичности растений с полей питомников размножения каждого сорта зерновых, зернобобовых, крупяных и капустных культур. Отобранные растения обмолачиваются на колосковой молотилке, зерно очищается на ручных решетах, взвешивается и с наиболее продуктивных растений зерно используется для закладки питомников ПИ-1 (3–5 тыс. семей по каждому сорту). Питомники испытания потомств второго года закладываются на площади 1–2 га: В течении вегетационного периода в питомниках ПИ-1, ПИ-2 проводят фенологические наблюдения, прополки, рыхление междурядий (вручную), выбраковка и удаление худших и пораженных болезнями семей. Лучшие потомства ПИ-1 убираются индивидуально с последующим обмолотом на сноповой молотилке. После очистки и браковки они взвешиваются и оцениваются по комплексу показателей. Относительно питомников испытания 2 года (ПИ-2), они убираются после полевой браковки и объединены комбайном. По культурам с большим объёмом производства семян элиты применяется контролируемый пересев. Этим методом, носящим название индивидуально-семейный отбор с двухгодичной оценкой потомства, получают семена питомников ПИ-1, ПИ-2 зерновых, зернобобовых культур и гречихи. Для проса исполь-

зуется массовый отбор. Убранные объединенным способом семена ПИ-2, после сушки и сортировки высеваются в питомниках размножения первого года (ПР-1). В этих питомниках производятся сортовые и видовые прополки, удаляют нетипичные растения. После уборки эти семена используют на посев элиты. Семена элиты реализуются в хозяйства области.

Объёмы продажи семян питомников размножения элиты определяются Министерством сельского хозяйства Пензенской области.

Отдел семеноводства, начиная с 2003 г., ежегодно реализует до 500 т в хозяйства семян (элиты) зерновых, зернобобовых, крупяных и капустных культур. В соответствии с Законом Российской Федерации «О селекционных достижениях» № 5605-1 от 06.08.1993 г. институт с 2006 г. работает с культурами и сортами, охраняемых патентами на селекционные достижения. По состоянию на 2008 г. ведется семеноводство 15 сортов зерновых, бобовых, крупяных и сидеральных культур, в т. ч. 6 охраняемых патентами на селекционные достижения (табл. 1).

Таблица 1 – Перечень сортов сельскохозяйственных культур, возделываемых в отделе семеноводства ПензНИИСХ в 2008 г.

Культура	Сорт	№ лиценз. договора
Озимая пшеница	Безенчукская 380 ©	№1/2007 от 01.08.06 г.
Озимая рожь	Саратовская-7 ©	№ 133 от 2.08.06 г.
	Марусенька ©	№ 157 от 17.08.07 г.
Озимый тритикале	Тальва-100	–
	Доктрина 110 ©	№ 120 от 29.08.07 г.
Ячмень	Одесский 100	–
Горчица белая	Рапсодия ©	№ Г 44/08 от 30.04.08 г.
Овёс	Аллюр	
	Тюменский голозёрный	
Просо	Саратовское 10 ©	№ 118 от 22.05.07 г.
Гречиха	Аромат	
Бобы	Пензенские 16	
Вика мохнатая	Глинковская	
Фацелия	Ульяновская местная	
Чечевица	Веховская	
Редька масличная	Тамбовчанка	
Рыжик озимый	Пензяк ©	
Суданская трава	Лунинская	

В связи с изменением рыночного спроса на семена по культурам, в отделе ведется работа по расширению ассортимента возделываемых культур, после реорганизации ОПХ посевные площади в отделе увеличились в 5 раз (табл. 2).

Таблица 2 – Структура посевных площадей отдела семеноводства

Культура	Площадь, га		
	1988	2000	2008
1. Зерновые:	61,3	105	421
озимая пшеница	11	31	205
озимая рожь	10	–	30
тритикале	–	–	54
яровая пшеница	18	20	–
ячмень	12	16	36
овёс	14	18	74
просо	0,3	13	16
гречиха	6	7	6
2.Зернобобовые:	11	28	33
вика мохнатая	–	–	3
чечевица	–	–	14
бобы	–	6	16
вика яровая	–	3	–
горох	11	19	–
3. Масличные:	–	–	153
редька маслич.	–	–	61
горчица белая	–	–	61
лён масличный	–	–	16
рыжик озимый	–	–	15
4. Однол. травы:	–	–	8
суданка	–	–	5
фацелия	–	–	3
Итого посевов:	72,3	133	615
Пар:	15	10	215
Итого пашни:	87,3	143	830

Материально-техническая база семеноводства Пензенского НИИСХ представлена тремя токами с складскими помещениями, МТМ. В основном строительство и техническое оснащение было осуществлено в 1970–85 гг. К настоящему времени износ зерноочистительных линий составляет 60–75%, складских помещений 55–65%. С целью поддержания технического состояния оборудования и техники ежегодно проводится их текущий ремонт.

Имеющиеся картограммы обеспеченности почвы элементами питания предполагают внесение определённых видов и доз удобрений под с/х культуры, а также снижение кислотности почвы за счёт известкования её. Нехватка денежных средств не даёт возможность в полном объёме приобретать и вносить под культуры минеральные удобрения, что нередко отражается на снижении урожайности семян.

За период 1994–2001 гг. в Пензенском НИИСХ было изучено более 175 сортов сельскохозяйственных культур. Пшеницы озимой испытывалось 40 сортов из многих научных учреждений страны и ближнего зарубежья.

Ржи озимой испытывалось 5 сортов (НИИСХ Юго-Востока, Татарский НИИСХ), тритикале озимого – 3 сорта (НИИ рапса).

По яровой мягкой и твердой пшенице испытывалось 47 сортов (НИИСХ Юго-Востока, Сибирский НИИСХ, Самарский НИИСХ, НПО «Элита Поволжья», НИИ им. Докучаева).

Ячменя пивоваренного изучалось 39 сортов, продовольственного 9 сортов (Челябинский НИИСХ, Татарский НИИСХ, Ульяновский НИИСХ, Поволжский НИИСС, Белорусский НИИСХ земледелия, НИИ Центрально-Черноземной полосы, Красноярский НИИСХ, Карабалыкская СХОС, НПО «Подмосковье», Украинский НИСХ им. Юрьева, Кустанайский НИИСХ и ВИР, Швеция,).

Овса изучалось 16 сортов (Фалёнская селекц. опыт. станция, Ульяновский НИИСХ, Ульяновский СХИ, НПО «Подмосковье» и Ижевский СХИ, Синельниковская СОС, Льговская СОС, НИИСХ ЦРНЗ).

По зернобобовым культурам было испытано 28 сортов, в т. ч.гороха – 19 сортов (Самарский НИИСХ, Татарский НИИСХ, ВНИИ люпина, ВНИИ ЗБК, Луганский НИИСХ, Башкирский НИИСХ, Уладово-Люминецкая с/х. опыт, станция, Ворошиловоградская с.-х. опытн. станция). Крупяные культуры изучались по 14 сортам (НИИСХ Юго-Востока, Поволжский НИИСХ, Татарский НИИСХ, ВНИИЗБК).

Все изучаемые сорта сравнивались с районированными стандартами сортами по Пензенской области. Полученные результаты докладывались на учёных советах и практических семинарах с привлечением товаропроизводителей.

В отделе семеноводства в 2000–2003 гг. была проведена работа по изучению нетрадиционной для Пензенской области зернобобовой культуры люпина белого и люпина узколистного. В результате исследований была установлена возможность и целесообразность интродукции люпина белого и узколистного в лесостепи Поволжья. Разработаны основные приёмы адаптивной технологии возделывания люпина. Установлено влияние люпина на плодородие чернозёма выщелоченного. По полученным данным исследований была написана и успешно защищена кандидатская диссертация по теме «Основные приёмы возделывания люпина в лесостепи Поволжья». По результатам диссертационной работы были даны предложения производству по возделыванию люпина в Пензенской области.

С расширением сырьевой базы для изготовления детского и диетического питания широкое внедрение в производство получили

голозёрные формы овса. В связи с этим в 2003–2005 гг. в отделе семеноводства были проведены исследования по разработке приёмов возделывания овса сорта Тюменский голозёрный. В результате работы даны рекомендации производству по отдельным элементам адаптивной технологии возделывания голозёрного овса в условиях лесостепи Поволжья.

В 2008 г. в отделе был заложен опыт по технологии возделывания крестоцветных культур на семенные цели. Объектом исследования являются редька масличная сорта Тамбовчанка, горчица белая Рапсодия, рапс Ратник. Целью данных исследований является теоретическое обоснование и разработка агротехнических приёмов возделывания и получения кондиционных семян крестоцветных культур в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

По предварительным данным, в сложившихся гидротермических условиях 2008 г. преимущество имел прямой способ уборки, у горчицы прямое комбайнирование повышало урожайность семян на 30%, у рапса на 13%, у редьки на 3% по сравнению с раздельным способом уборки.

Максимальная урожайность семян рапса сорта Ратник (18,8 ц/га), редьки масличной сорта Тамбовчанка (18,3 ц/га), горчицы белой сорта Рапсодия (23,8 ц/га), получен при сочетании факторов: широкорядный способ посева + удобренный фон + прямой способ уборки.

Изученные агроприёмы отличаются энергетической эффективностью, о чём свидетельствует энергетический коэффициент (>1).

Таким образом, отдел семеноводства занимается не только размножением семян высших репродукций и обеспечением ими хозяйств региона, но и изучением агротехники возделываемых сортов, разработкой рекомендаций по возделыванию и семеноводству сельскохозяйственных культур для хозяйств Среднего Поволжья.

———

IV. ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

УДК 633.11«321»:631.559:631.5(470.40)

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ЗЕРНА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИЁМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Л.Е. Вельмисева, В.Г. Кривобочек

Показаны особенности формирования основных элементов зерновой продуктивности яровой мягкой пшеницы при различных уровнях питания, нормах высева и сроках посева.

Урожай – это относительное проявление потенциальной продуктивности в данных условиях роста и развития растений. На урожайности, как конечной равнодействующей, отражается всё, что происходило в ходе онтогенеза растения, поэтому она больше всего подвержена воздействию факторов окружающей среды. Урожайность с единицы площади является комплексной величиной, образованной взаимодействием основных элементов продуктивности – числа колосьев на единице площади, числа зёрен в колосе и массы зерновки. Их значения, в свою очередь, являются результатом взаимодействия многих внешних и внутренних факторов.

В 2002–2004 гг. на опытном поле Пензенского НИИСХ проведены комплексные исследования, целью которых явилось изучение особенностей формирования продуктивности яровой мягкой пшеницы в зависимости от приёмов возделывания. Одна из задач исследований – выявить особенности формирования основных элементов зерновой продуктивности при различных уровнях питания, нормах высева семян и сроках посева. Объектом исследования являлись районированные сорта яровой мягкой пшеницы Нива 2, Пирамида и Юлия.

Схема опыта:

Фактор А – сроки посева:

1 срок – при наступлении физической спелости почвы (2002 г. – 21 апреля, 2003 г. – 3 мая, 2004 г. – 27 апреля).

2 срок – при наступлении биологической спелости почвы, по мере отрастания сорняков (стадия «белых нитей») (2002 г. – 4 мая, 2003 г. – 14 мая, 2004 г. – 8 мая).

3 срок – не ранее, чем через 10 дней после второго срока (2002 г. – 23 мая, 2003 г. – 23 мая, 2004 г. – 19 мая).

Фактор В – нормы высева (Н.В.):

4 млн. всхожих зёрен на гектар.

5 млн. всхожих зёрен на гектар.

6 млн. всхожих зёрен на гектар.

Фактор С – удобрения.

Естественное плодородие (контроль).

Удобренный фон (NPK). Норма внесения минеральных удобрений ($N_{80}P_{70}K_{30}$) была рассчитана по данным химических анализов почвы на планируемый урожай 4,0 т/га.

За контрольный (базовый) вариант сочетания приёмов технологии возделывания принят: естественное плодородие, посев в фазу физической спелости почвы, норма высева 6 млн. всхожих зёрен на гектар.

Элементы структуры урожая полифакториальны и находятся в зависимости как от сортовой специфики, так и от внешних условий. При разработке сортовой агротехники важно знать характер изменчивости признаков продуктивности в зависимости от условий среды.

Повышение вклада отдельных структурных элементов в урожайность может достигаться за счёт либо заложения большего их числа, либо меньшей их редукции. Если в процессе роста и развития на ранних этапах онтогенеза один из элементов продуктивности был заложен меньше, чем могут реализовать сложившиеся условия, то он может компенсироваться другими элементами, развивающимися позднее. Наоборот, закладка рано развивающихся элементов структуры урожая в большем количестве, чем могут обеспечить складывающиеся условия, приводит к их редукции.

О роли побегов кущения в урожайности зерновых культур существуют различные точки зрения. Ряд авторов считают, что агротехника яровой пшеницы должна быть направлена на снижение энергии кущения, другие доказывают положительное влияние кущения на продуктивность растений. В.Ф. Дорофеев с соавторами [1], обобщив опытные данные В.Н. Мамонтовой (1927), Ю.А. Филипченко (1934), И.М. Шиндина и Е.Г. Лысых (1973) подтвердили, что продуктивная кустистость является очень вариабельным признаком.

Продуктивная кустистость изучаемых сортов за годы наших исследований в среднем по вариантам была низкой – в пределах 1,0–1,3. Общая кустистость была выше продуктивной, однако в течение периода вегетации бóльшая часть боковых побегов отмирала, к уборке у большинства растений оставалось по одному продуктивному стеблю. Влияние изучаемых факторов на показатель кустистости изменялось в зависимости от складывающихся гидротермических условий.

В 2002 г. коэффициент кущения у всех сортов составил в среднем 1,0, за исключением посевов позднего срока с нормой высева 4 млн./га у сорта Нива 2 (1,1). Из-за отсутствия вариации признака, влияния на него изучаемых факторов не отмечено.

В условиях сильного увлажнения 2003 и 2004 гг. на продуктивную кустистость у сортов Нива 2 и Пирамида оказывали положительное влияние фактор «минеральные удобрения» и фактор «норма высева». Применение удобрений и снижение нормы высева до 4 млн./га (независимо от фона минерального питания) повышали коэффициент кущения на 10%.

У сорта Пирамида в 2003 и 2004 гг. отмечено положительное влияние раннего срока посева на продуктивную кустистость (увеличение на 10%).

У сорта Юлия в 2003 г. по показателю продуктивного кущения выделились удобренные варианты первого срока посева (1,2). В 2004 г. проявилось влияние всех изучаемых факторов на продуктивную кустистость. Коэффициент кущения был выше на вариантах второго срока посева, в посевах с нормой высева 4 млн./га на естественном фоне.

В среднем за три года у сортов Нива 2, Пирамида и Юлия снижение нормы высева до 4 млн./га способствовало повышению коэффициента кущения на 0,1 ед. или на 10%. Такое же по величине влияние удобрений выявлено у сортов Нива 2 и Пирамида. Влияние срока посева проявилось у сорта Пирамида в снижении кустистости при втором сроке посева.

Длина колоса в опыте варьировала в зависимости от сорта и изучаемых агроприёмов. Наиболее длинным колосом характеризовался сорт Нива 2 (6,7 см). Длина колоса у сортов Пирамида и Юлия составляла соответственно 6,0 см (4,5–7,2 см) и 6,2 (5,0–7,2 см). Влияние лет исследований на изменчивость признака незначительно.

В среднем за годы исследований применение удобрений увеличивало длину колоса в первом сроке посева у сортов Нива 2, Пирамида и Юлия соответственно на 13; 23 и 17%, во втором сроке у сортов Нива 2, Пирамида – на 11 и 14% и в третьем сроке у сорта Нива 2 – на 9%. Влияние удобрений нивелируется у сорта Юлия во втором сроке, у сорта Пирамида – в третьем.

Посев во второй и третий сроки способствовал увеличению длины колоса у всех сортов на 5–8%, однако у сорта Нива 2 самый крупный колос получен во втором сроке посева (6,5–7,2 см)

У всех сортов отмечена тенденция увеличения длины колоса на 7–11% при снижении коэффициента высева семян с 6 до 4 млн./га в связи с ослаблением автоконкуренции растений в посе-

ве, причём у сорта Юлия этот эффект усиливается на естественном фоне (прибавка до 14%).

Наиболее благоприятным для проявления потенциальной длины колоса является сочетание минеральных удобрений со вторым (у сортов Нива 2 и Пирамида) или третьим (у сорта Юлия) сроками посева.

Длина колоса была связана с высотой растений, что доказано для сортов Пирамида (на всех фонах минерального питания, r=0,4), Нива 2 (только на естественном фоне, r=0,7) и Юлия (только на удобренном фоне r=0,5). Связь длины колоса с высотой растений на естественном фоне у сорта Юлия и при применении удобрений у сорта Нива 2 исчезает (r=0,1).

У сорта Пирамида выявлена положительная средняя связь длины колоса с урожайностью (r=0,5).

Количество колосков в колосе определяет число развившихся цветков и, тем самым, продуктивность колоса. Период, предопределяющий число колосков, считается критической фазой развития растений. Число заложенных и развившихся колосков зависит как от генотипа сорта, так и от условий выращивания. Имеются данные об уменьшении числа колосков в колосе пшеницы при загущенном посеве из-за низкой интенсивности освещения в результате взаимного затенения растений [2]. Эта зависимость заметно проявилась на сорте Нива 2 в 2002 и 2003 гг. – при норме высева 6 млн./га количество колосков снизилось на 6 и 10% соответственно. В условиях 2004 г., при снижении общей плотности стеблестоя, эта зависимость сглаживается.

Количество колосков в колосе изменяется сопряжённо с увеличением длины колоса. Поэтому на этот показатель также положительно влияют удобрения (прибавка 0,8–1,1 шт./колос, или 6–9%) и снижение нормы высева (прибавка 1,0 шт., или 7–9%). Влияние удобрений сказывалось сильнее при первом сроке посева (прибавка на сортах Нива 2, Пирамида и Юлия составила 18; 12 и 12% соответственно), а у сорта Юлия – также и на третьем сроке (17%). У сортов Пирамида и Юлия отмечена тенденция последовательного увеличения количества колосков в колосе от первого срока посева к третьему, у сорта Нива 2 максимум (14,1 шт./колос) получен при втором сроке посева. Особенно сильный эффект второго и третьего сроков посева наблюдался в 2003 и 2004 гг., когда формирование колоса при первом сроке проходило в условиях дефицита влаги (ГТК=0,2 и 0,6).

Озернённость колоса – сложный показатель, зависящий от процесса формирования плодоносных колосков в колосе и зёрен в колоске. Этот показатель варьировал у сорта Нива 2 от 18 до 29 шт./колос (в среднем 24,5 шт.), у сорта Пирамида – 14–29 шт. (в

среднем 22,5 шт.), у сорта Юлия – 17–29 шт. (в среднем 23,2 шт.). Причины изменчивости озернённости колоса у пшеницы следует искать в изменчивости этих признаков под влиянием внешней среды. В нашем опыте на количество зёрен в колосе оказывали влияние все изучаемые факторы, особенно норма высева. При этом характер зависимости был в основном сходен с влиянием факторов на количество колосков в колосе. Лучшая озернённость колоса отмечена при норме высева 4 млн./га (в среднем по сортам 24,2–25,7 шт./колос), где формировался наиболее крупный колос. У сортов Пирамида и Юлия влияние нормы высева сильнее проявлялось на естественном фоне плодородия (прибавки составили соответственно 22 и 16%, тогда как на фоне удобрений – 12 и 10%).

Внесение удобрений увеличивало озёрнённость колоса с 20,4–23,4 шт. до 24,5–25,5 шт. (на 8–20%). Поздние сроки посева улучшали озернённость на 1,6–2,0 шт./колос (7–9%). Однако у сорта Нива 2 второй и третий сроки практически не отличались друг от друга по влиянию на озернённость колоса (25 шт./колос), т.е. формирование зачаточного колоса проходило в условиях, схожих по характеру распределения питательных веществ, тепла и влаги. У всех сортов влияние сроков посева было значительно меньше, чем совместное влияние сроков и фонов питания.

У сорта Нива 2 влияние удобрений на озернённость колоса в наибольшей степени сказалось при раннем сроке посева – озернённость увеличилась на 14%. Минимальное число зёрен (20 шт.) получено на неудобренном фоне в первом сроке посева при норме высева 6 млн./га.

У сорта Пирамида влияние фактора «минеральные удобрения» проявлялось в зависимости от условий года. Наибольшее влияние удобрения оказали в 2002 и 2004 гг. – показатель озернённости колоса увеличился на 24 и 23% соответственно. В 2003 г. озернённость колоса на удобренных вариантах была выше на 13% по сравнению с неудобренными.

У сорта Юлия в среднем за три года при сочетании третьего срока посева с удобрениями количество зёрен в колосе увеличилось на 22%. При этом эффективность удобрений по сравнению с первым сроком снизилась (прибавка составила 6% против 18%). Влияние удобрений наиболее значительным было в 2002 г. на первом и третьем сроках – озернённость на удобренном фоне по сравнению с естественным была соответственно на 5 зёрен (22%) и на 4 зерна (17%) выше, в условиях 2003 г. – на третьем сроке (11%). При позднем посеве даже без изменения фона плодородия число зёрен в колосе возросло на 3,9 шт. (19%) по сравнению с первым сроком. В 2004 г. при первом сроке посева на естественном фоне отмечена самая низкая озернённость колоса (18,1 зёрен). Второй срок посева

без применения удобрений способствовал увеличению числа зёрен в колосе на 17%, а сочетание удобрений и второго срока посева увеличивало этот показатель на 30%. Сочетание удобрений и третьего срока посева повышало озернённость колоса на 42%.

На признак озернённости большое влияние оказывает озернённость колоска. В колосе пшеницы закладывается по 3–4 и даже по 5 цветков, но зерна завязываются не во всех. У сорта Нива 2 количество зёрен в колоске оказалось очень устойчивым признаком. В среднем за три года при всех нормах высева и сроках посева, с применением удобрений и без них, плодовитость колоска составила 1,8 зёрен. У сорта Юлия на озернённость колоска (в среднем 1,9 шт.) изучаемые факторы также не влияли, т.е. общее число зёрен в колосе этого сорта зависело не от озернённости колоска, а от количества колосков в колосе. У сорта Пирамида этот показатель изменялся от 1,5 до 2,0 зёрен. Внесение удобрений увеличивало его на 12%, причём эффект усиливался при первом сроке посева (19%).

Нами выявлена сильная прямая связь между показателем озернённости колоса и его длиной (r=0,9 у всех сортов на естественном фоне; 0,7; 0,8 и 0,8 – на удобренном фоне соответственно у сортов Нива 2, Пирамида и Юлия). Близкие значения коэффициентов корреляции получены при выявлении связи между количеством колосков и числом зёрен в колосе. У сорта Пирамида между озернённостью колоса и урожайностью с единицы площади выявлена связь средней силы (r=0,5).

Масса 1000 зёрен – важный признак, именно он в известной степени определяет продуктивность колоса и урожайность. Растения в определёной мере могут компенсировать недоразвитие одних структурных элементов другими в последующих фазах развития. Снижение массы 1000 зёрен не может быть компенсировано другими элементами структуры урожая, поэтому всякое её изменение непосредственно влияет на урожайность.

За годы исследований сорт Нива 2 был самым мелкозёрным (масса 1000 зёрен 26,6–42,7 г, в среднем – 34,6 г). Сорт Пирамида формировал наиболее крупное зерно при слабой вариации этого показателя (33,3–46,9 г, в среднем – 40,5 г). Масса 1000 зёрен сорта Юлия составила 36,7 г (29,8–45,9 г).

Наиболее крупное зерно в среднем получено в 2002 и 2003 гг. (в среднем 34,7–39,9 г и 35,6–42,5 г соответственно). Можно отметить тенденцию к снижению крупности зерна у всех сортов в 2004 г., особенно выраженную у сорта Юлия – 33,9 г, на 13% ниже, чем в предыдущие годы. В 2004 г., во время образования и налива зерна у растений всех сроков посева, отмечено повышение температуры воздуха и избыточное увлажнение растений при наличии частых туманов и обильных рос. ГТК по срокам посева составил 2,4; 2,1;

2,1. Сумма осадков за июль–август превысила среднее многолетнее значение почти в два раза. Такие условия способствовали возникновению энзимо-микозного истощения семян (ЭМИС).

ЭМИС представляет собой сложный процесс, проявляющийся в результате действия комплекса абиотических и биотических факторов [3]. В наших экспериментах первая, энзимная (неинфекционная) стадия была обусловлена сложившимися гидротермическими условиями. Впоследствии, на второй (микозной) стадии, это усугубилось наличием на растениях грибов рода *Fusarium* [4]. Прямое следствие потери сухого вещества от ЭМИС – снижение массы 1000 зёрен.

Влияния изучаемых факторов на массу 1000 зёрен не установлено. Однако выявлены отдельные варианты с высокой и низкой массой 1000 зёрен. Самые высокие значения (37,9–42,7 г) этого показателя у сорта Нива 2 получены в 2002 г. при втором сроке посева на удобренных вариантах.

У сорта Пирамида можно отметить тенденцию повышения (на 3%) массы 1000 зёрен при втором сроке посева и её незначительное повышение при норме высева 6 млн./га. При этом проявилась компенсационная способность сорта – повышать массу зерновок при меньшем количестве зёрен в колосе.

У сорта Юлия в 2002 г. на втором сроке посева крупность зерна на 23% повысилась по сравнению с первым сроком. Масса 1000 зёрен повышалась на удобренном фоне только в 2002 г. на втором и третьем сроке посева.

Существует мнение, что при завязывании большого числа зёрен в колосе снижается масса зерновки. В наших исследованиях связь между этими показателями была слабой (r=-0,12). Выявлена прямая зависимость средней силы урожайности от массы 1000 зёрен у сорта Юлия (r=0,6) и слабая связь – у сорта Пирамида (r=0,3).

Масса зерна с колоса является сложным показателем и он зависит от количества зёрен в колосе и массы 1000 зёрен.

Масса зерна с колоса в среднем по сортам составила: в 2002 г. – 0,83–0,95 г, в 2003 г. – 0,86–0,95 г, в 2004 г. – 0,75–0,87 г. Наименьшей продуктивностью колоса отличался сорт Нива 2 (0,63–1,03 г, в среднем 0,84 г), масса зерна с колоса сорта Пирамида составила 0,91 г (0,58–1,21 г), Юлия – 0,85 г (0,50–1,23 г).

Так как в среднем за три года масса 1000 зёрен в зависимости от изучаемых факторов варьировала гораздо слабее, чем озернённость колоса, то изменение массы зерна с колоса напрямую зависело от изменения количества в нем зёрен. Общая для всех сортов тенденция совпадает с таковой для озернённости колоса: увеличение при отодвигании срока посева (на 0,05–0,10 г, или 7–13%), при-

менении удобрений (0,05–0,16, или 7–19%), снижении нормы высева до 4 млн./га (на 0,06–0,12, или 7–14%).

Особенно сильное влияние оказали удобрения на сорта Пирамида и Юлия в 2002 г. на первом сроке посева – улучшение пищевого режима почвы вызвало увеличение массы зерна с колоса на 45 и 25% соответственно и на сорте Юлия на втором сроке посева (на 36%).

В 2003 г. на массу зерна с колоса у сорта Юлия значительное влияние удобрения оказали только на первом сроке посева. В 2004 г. оказывали влияние как изучаемые факторы, так и их взаимодействие. Независимо от фона удобрений, нормы высева при сочетании со сроком посева оказали положительное влияние. Самая большая прибавка массы зерна с колоса (35%) получена при норме высева 4 млн./га второго срока посева. Снижение нормы высева до 4 млн./га на естественном фоне повышало массу зерна на 33%, на удобренном фоне – на 9%. Сочетание удобрений и второго срока посева повышало массу зерна на 28%, взаимодействие удобрений и третьего срока повышало этот показатель на 45%. Влияние срока посева проявилось в увеличении массы зерна с колоса на 27% при третьем сроке.

В нашем эксперименте установлена тесная связь между продуктивностью колоса и его озернённостью у сорта Пирамида на естественном фоне и у сорта Нива 2 (r=0,9 и 0,8), связь средней силы у сорта Пирамида на удобренном фоне и у сорта Юлия (r=0,6).

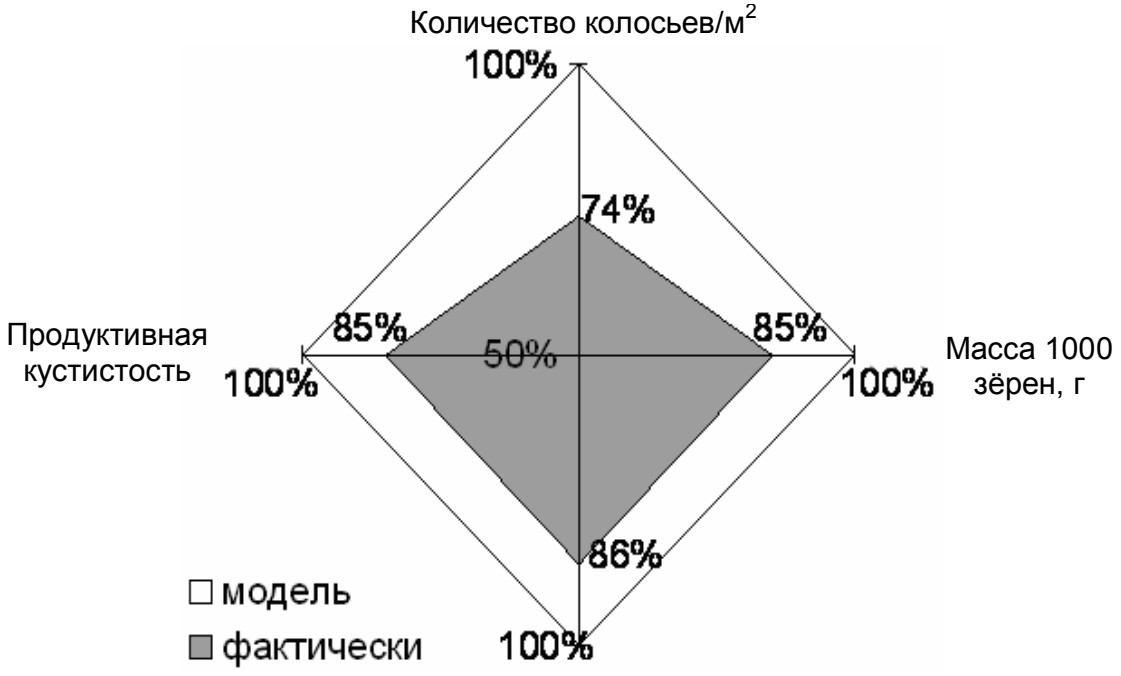


Рисунок 1 – Относительные отклонения реализованных параметров структуры урожая от их потенциальных показателей у сорта Нива 2 (2002–2004 гг.)

Масса зерна с колоса у сорта Юлия также связана с массой 1000 зёрен (r=0,7). На рисунках 1–3 показана реализация возможного сочетания элементов структуры урожая в опыте. За 100% приняты максимальные полученные на различных вариантах значения элементов структуры («модель») и показано отклонение от них

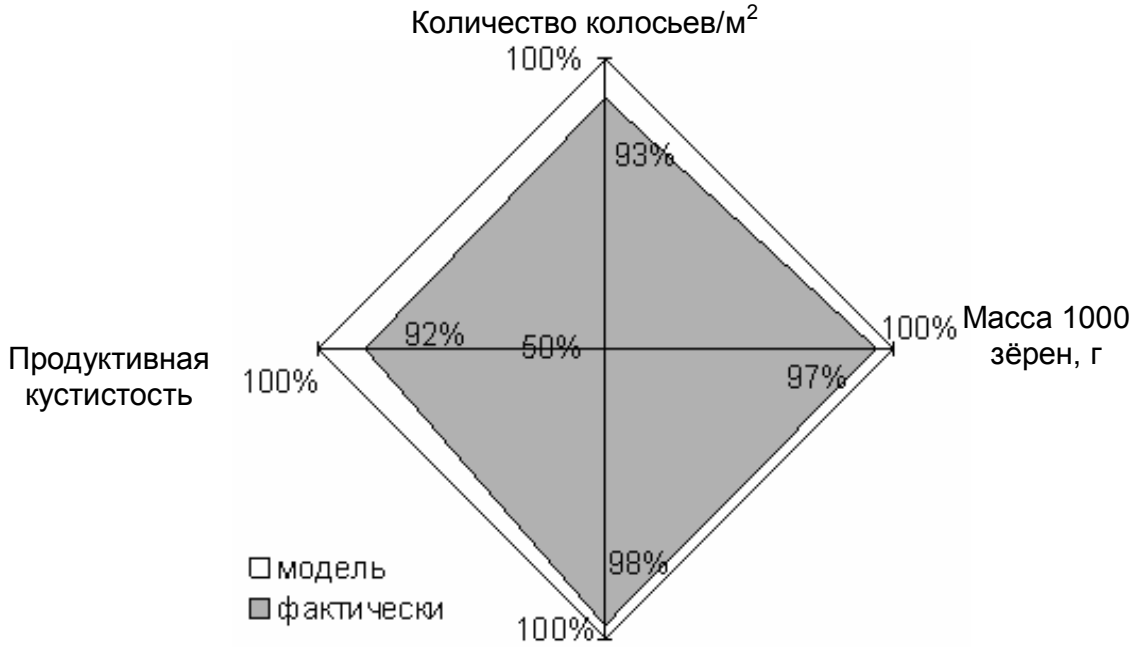


Рисунок 2 – Относительные отклонения реализованных параметров структуры урожая от их потенциальных показателей у сорта Пирамида (2002–2004 гг.)

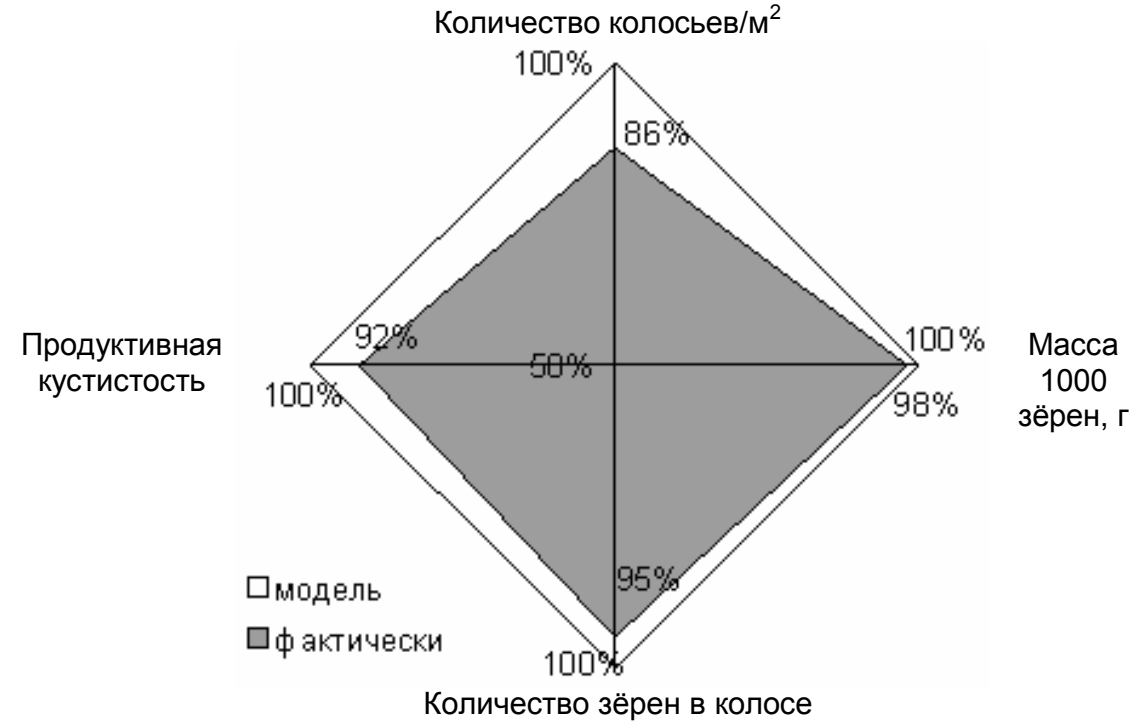


Рисунок 3 – Относительные отклонения реализованных параметров структуры урожая от их потенциальных показателей у сорта Юлия (2002–2004 гг.)

фактически полученных значений на варианте с максимально полученной урожайностью.

Для сортов Нива 2 и Пирамида вариант с максимальной урожайностью (3,49 и 3,52 т/га) – второй срок посева, удобренный фон, норма высева 4 млн./га. Абсолютные значения элементов структуры, полученные на этом варианте: Нива 2 – продуктивная кустистость 1,2, масса 1000 зёрен 33,2 г, количество колосьев 341 шт./м^2; Пирамида – 1,1; 25,7 шт./колос, 41,1 г и 345 шт./м^2 соответственно.

Максимальный урожай сорта Юлия (3,07 т/га – первый срок посева, удобренный фон, 4 млн./га) получена при следующих значениях элементов структуры: продуктивная кустистость – 1,1; число зёрен в колосе – 25 шт.; масса 1000 зёрен – 36,4 г; продуктивный стеблестой – 358 шт./м^2.

На рисунках показано, что при максимальной урожайности у всех сортов полностью на 100% не реализован ни один признак, однако у сорта Юлия показатели массы 1000 зёрен и озернённости колоса приближались к параметрам модели, а сорт Пирамида почти по всем показателям был близок к ним. Отсюда можно сделать вывод, что условия, сложившиеся в годы исследований, не давали проявиться потенциалу урожайности сорта Нива 2, напротив, сорт Пирамида реализует свой потенциал урожайности за счёт адаптивности к условиям зоны возделывания.

Литература

1. Пшеницы мира / Под ред. В.Ф. Дорофеева – Л.: Агропромиздат, 1987. – 559 с.

2. Натрова, З. Продуктивность колоса зерновых культур / З. Натрова, Я. Смочек. – М.: Колос, 1983. – 45 с.

3. Темирбекова, С.К. О некоторых итогах исследований энзимомикозного истощения семян (ЭМИС) / С.К. Темирбекова , Э.В. Попова , С.Л. Тютерев и др. // Культурные растения для устойчивого сельского хозяйства в XXI веке. – М., 2002. – С. 117–135.

4. Кобыльская, Г.В. Отчет о результатах микологических обследований полей / Г.В. Кобыльская. – Лунино, 2004. – 3 с.

УДК 633.11«324»:631.5(470.40)

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ПОВОЛЖЬЯ

И.В. Бакулова

В статье дан анализ влияния отдельных агроприёмов возделывания сортов озимой пшеницы (сроки посева, нормы высева, минеральные удобрения) на зимостойкость и урожайность. Разработаны научные основы совершенствования технологии возделывания озимой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Озимая пшеница – важнейшая продовольственная культура, занимающая значительный удельный вес в структуре зернового клина Средневолжского региона Российской Федерации. Научно обоснованный и практический подход к изучению агротехнических приёмов возделывания озимой пшеницы может значительно увеличить её урожайность и качество зерна, пригодного на хлебопекарные и технологические цели.

В комплексе агротехнических приёмов возделывания озимой пшеницы большое значение имеют оптимальные сроки посева. Своевременный посев озимых в значительной мере определяет получение дружных всходов, хорошую закалку и развитие их с осени, обеспечивая тем самым успешную перезимовку и высокую продуктивность растений. Ранние сроки посева ведут к перерастанию посевов, поражению их снежной плесенью. При сухой весне такие посевы резко снижают продуктивность. Поздние посевы даже при хорошей перезимовке дают меньший урожай из-за меньшей кустистости и формирования менее продуктивного колоса.

В Пензенской области сроки посева изучались на Петровской селекционной станции с 1926 по 1935 г. В среднем за 10 лет лучшим сроком посева оказался период от 15 до 29 августа. В опытах кафедры растениеводства Пензенской ГСХА в среднем за 1964–1966 гг. лучший результат дал посев 25 августа. На основании этих исследований до сих пор в Пензенской области рекомендуется оптимальный срок посева озимой пшеницы с 20 по 30 августа.

Экспериментальная работа выполнена в 2003–2005 гг. на опытном поле ПензНИИСХ. Почва опытного участка – чернозём слабовыщелоченный с pH 6,2, содержанием гидролизуемого азота – 85 мг/1 кг почвы, подвижного фосфора 166 мг/1 кг, калия – 180 мг/1 кг. Дозы удобрений рассчитывали балансовым методом с учётом требования культуры и содержания элементов питания в почве. Фосфорные и калийные удобрения вносили под культивацию, азотные вносили дробно: 60 кг/га под культивацию, 30 кг/га в подкормку рано весной. Посев проводили в три срока с нормами высева в ка-

ждом сроке 4; 5; 6 млн. всхожих семян на гектар. Первый срок посева в годы исследований соответствовал датам с 30 августа по 10 сентября, второй срок – с 11 по 20 сентября, третий срок – с 21 по 30 сентября. Площадь делянок 50 м^2, повторность четырёхкратная. Объектом исследования в опыте являлись сорта озимой мягкой пшеницы Безенчукская 380, Золушка, Московская 39.

Безенчукская 380 – полуинтенсивный сорт селекции Самарского НИИСХ им. Н. М. Тулайкова (генеалогия: Лютенсценс 246 F_1 (Мироновская 808 × Северокубанка) × Мироновская 808). Разновидность лютесценс. Масса 1000 зёрен – 35–45 г. Сорт среднеспелый. Вегетационный период – 296–330 дней. Зимостойкость высокая. Устойчивость к полеганию высокая. Устойчив к мучнистой росе, средневосприимчив к бурой ржавчине, септориозу, снежной плесени. Сорт включён в Госреестр селекционных достижений по Средневолжскому региону с 1994 г., внесён в список сильных пшениц.

Золушка – полуинтенсивный сорт, созданный в ПензНИИСХ методом индивидуального отбора из сорта-популяции Богарная 56 (к-40234 Юбилейная Осетии/к-41707/к 33 пшенично-ржаной амфидиплоид ЛВ-1/Безостая). Разновидность пиротрикс. Масса 1000 зёрен 35–45 г. Вегетационный период 300–325 дней. Сорт имеет среднюю зимостойкость, высокую засухоустойчивость. Высокоустойчив к полеганию. Хлебопекарные качества хорошие (сильная пшеница).

Московская 39 – сорт интенсивного типа селекции НИИСХ ЦРНЗ (Обрий × Янтарная 50). Разновидность – эритроспермум. Масса 1000 зёрен 40–45 г. Высота растений 90–105 см. Сорт зимостоек, устойчив к твердой головне, слабо поражается мучнистой росой, а ржавчинными заболеваниями и септориозом – на уровне стандарта. Сорт имеет хорошие хлебопекарные качества, отнесён к категории сильных пшениц. В Госреестре с 1999 г., допущен к использованию по Средневолжскому региону с 2006 г.

В среднем за три года более высокая урожайность получена при посеве озимой пшеницы во второй декаде сентября (средний срок посева): 3,13 т/га у сорта Безенчукская 380; 3,10 т/га у сорта Золушка; 3,59 т/га у сорта Московская 39 (табл. 1).

Отклонение сроков посева в обе стороны приводило к снижению урожайности. Однако в 2004 г. лучшим сроком посева озимой пшеницы сортов Безенчукская 308 и Золушка оказался наиболее поздний срок, а для сорта Московская 39 посев в начале второй и в начале третьей декады сентября дал почти одинаковый урожай зерна.

Переросшие с осени растения ранних и оптимальных сроков посева частично выпрели под снегом и сильно поразились снежной плесенью, что привело к изреживанию и снижению продуктивности.

Таблица 1 – Влияние сроков посева на урожайность сортов озимой пшеницы, (ПензНИИСХ), 2003–2005 гг.

Сроки посева	Урожайность зерна по годам, т/га											
	Безенчукская 380				Золушка				Московская 39			
	2003	2004	2005	ср.	2003	2004	2005	ср.	2003	2004	2005	ср.
ранний	2,07	3,36	3,10	2,84	2,15	3,54	3,46	3,05	2,21	4,35	4,17	3,58
средний	2,35	4,40	2,63	3,13	2,37	4,37	2,55	3,10	2,31	4,97	3,48	3,59
поздний	1,89	4,58	2,08	2,85	1,89	4,55	2,13	2,86	2,59	4,88	3,04	3,50
$НСР_{05}$	0,06	0,05	0,12	-	0,10	0,11	0,11	-	0,09	0,09	0,12	-

Озимая пшеница – одна из наиболее требовательных к плодородию почвы культур, что обуславливается слабой способностью её корневой системы усваивать элементы питания из труднодоступных соединений и относительно большим выносом их из почвы. На 1 т зерна с соответствующим количеством соломы озимая пшеница на чернозёмах в среднем выносит из почвы: азота 30–35 кг; фосфора 10–13 кг и калия 20–30 кг. Озимая пшеница отзывчива на удобрения. Средняя расчётная норма удобрений на планируемую урожайность 6,0 т/га при возделывании на полях Пензенского НИИСХ (чернозём выщелоченный) составляет $N_{90}P_{40}K_{50}$. Азотные удобрения эффективны при дробном их внесении: одновременно с посевом в составе сложных туков и в виде ранневесенней подкормки. Как правило, весной запас влаги в почве под озимыми бывает достаточным, и влияние подкормок на формирующиеся элементы структуры урожая (сохранность, кустистость, число колосков в колосе, число цветков в колосе) существенно.

Реакция на улучшение пищевого режима почвы была сортоспецифичной. При посеве в 1 декаде сентября на естественном фоне урожайность зерна сорта Безенчукская 380 составила 2,71 т/га; Золушки – 2,89 т/га; Московской 39 – 3,38 т/га. При внесении минеральных удобрений урожайность увеличивалась на 0,26–0,45 т/га. При втором сроке посева урожайность при добавлении минеральных удобрений повысилась на 0,52; 0,28; 0,24 т/га, соответственно. При третьем сроке посева – на 0,19; 0,06; 0,14 т/га, соответственно (табл. 2).

Эффективность минеральных удобрений зависит от сроков посева озимой пшеницы, поскольку разновозрастные растения одни и те же фазы развития проходят при разных температурных условиях. Поздние посевы развиваются при более низких температурах, когда интенсивность физиологических процессов снижается и, следовательно, уменьшается потребность в удобрении, уменьшается вынос азота из почвы осенью, благодаря чему сохраняется его запас на весенне-летний период следующего года, и тем самым увеличивается содержание клейковины в зерне.

Таблица 2 – Влияние удобрений на урожайность сортов озимой пшеницы при разных сроках посева (2003–2005 гг.)

Факторы		Урожайность, т/га					
		Безенчукская 380		Золушка		Московская 39	
срок посева	фон питания	средняя	± к контролю	средняя	± к контролю	средняя	± к контролю
ранний	естественный	2,71	контроль	2,89	контроль	3,38	контроль
	удобренный	2,97	+0,26	3,21	+0,32	3,83	+0,45
средний	естественный	3,02	+0,31	3,03	+0,14	3,55	+0,17
	удобренный	3,23	+0,52	3,17	+0,28	3,62	+0,24
поздний	естественный	2,79	+0,08	2,76	-0,13	3,49	+0,11
	удобренный	2,90	+0,19	2,95	+0,06	3,52	+0,14
$НСР_{05}$		0,10		0,09		0,09	

Норма высева озимых тесно связана с агроэкологическими условиями. Чем они хуже, тем меньше норма высева, и наоборот. В загущенных посевах пшеница слабо кустится и укореняется, летом в засушливые годы она больше поддаётся запалу во время налива, а во влажные годы полегает. Загущенность растений сказывается также на величине колоса, выполненности и массе зерна. При разреженном стоянии растений увеличивается кустистость с большим количеством подгона, в результате чего повышается разнокачественность семян и растягивается период созревания. Всё это приводит к снижению урожайности.

При посеве с нормой высева 6 млн./га озимая пшеница сорта Безенчукская 380 до конца вегетации полностью использовала экологические ресурсы на формирование урожая, о чем свидетельствует урожайность зерна посева: прибавка относительно нормы высева 4 млн./га составила 0,34 т/га. При посеве с нормой высева 4 млн./га продуктивность отдельно взятого растения выше, однако это не свидетельствует о большем урожае, который зависит от степени снижения продуктивности отдельных растений по мере загущения стеблестоя. Оптимальная норма высева для сорта Золушка 5 млн./га, так как она способствует большей устойчивости к полеганию. У озимой пшеницы сорта Московская 39 показатели урожайности по нормам высева 5 и 6 млн./га существенно не отличались и составляли 3,61 и 3,62 т/га.

На вариантах с использованием минеральных удобрений, загущение до 6 млн./га приводило к падению урожая у сорта озимой пшеницы Московская 39. Увеличение нормы высева у сортов Золушка и Безенчукская 380 выводит кривую урожая на плато, где проявляется взаимная компенсация между реальной продуктивностью и числом растений. Экологическая ниша при этом используется с максимальной полнотой, доступной данному генотипу (рис. 1).

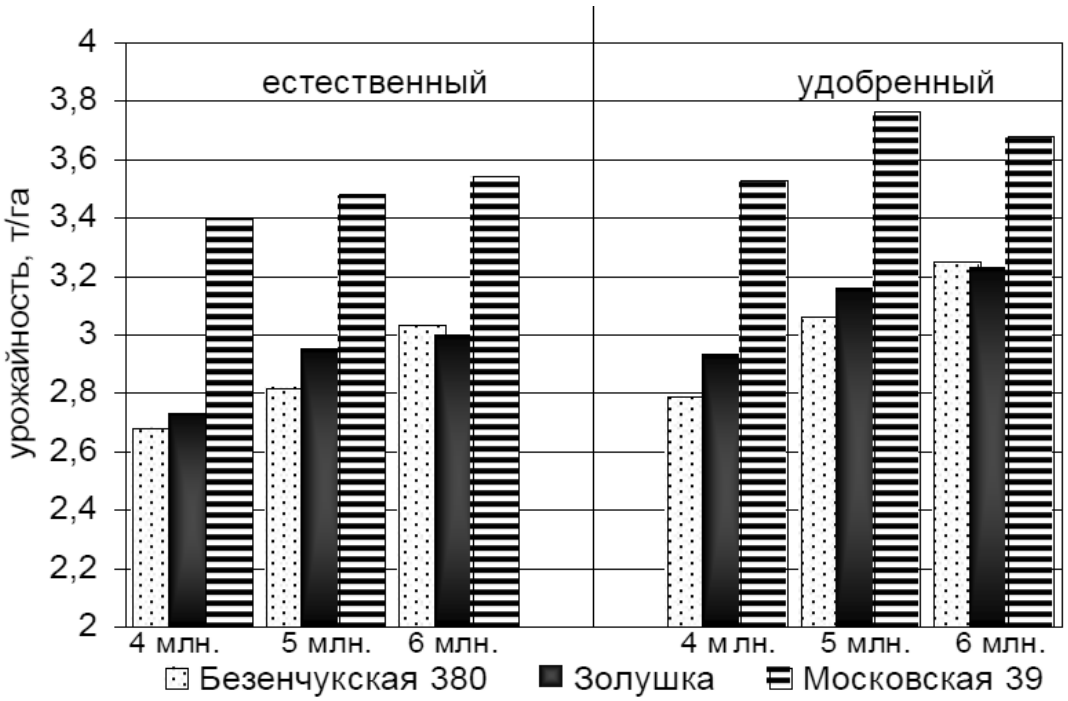


Рис. 1. Относительные отклонения урожайности сортов озимой пшеницы в зависимости от изменения норм высева на разных фонах минерального питания, 2003–2005 гг.

Таким образом, в каждом хозяйстве и на каждом поле (с учётом плодородия, рельефа, предшественников) норма высева уточняется и изменяется в зависимости от сроков и способов посева, влагообеспеченности и других факторов.

При оптимальных условиях для роста и развития растений фактором, лимитирующим получение высоких урожаев, является полегание, которое может возникать как при обильных осадках с ветром, так и при возделывании пшеницы на высоком агрофоне, в загущенных посевах. Существенная потеря устойчивости к полеганию появляется обычно на границе высоты растений 90–100 см. Полегание пшеницы наносит существенный ущерб урожайности. В нашей стране эти потери в отдельные годы достигают 15–56% [1]. В Нечернозёмной зоне зерновые полегают в 5–7 годах из 10 [2]. Установлена тесная корреляционную зависимость между недобором урожая и полеганием (r=0,50…0,70) [3]. Таким образом, полегание – один из главных факторов, тормозящих рост урожайности зерновых культур в современных условиях подъёма культуры земледелия.

Гидротермические условия периода вегетации 2004 г. способствовали высокорослости растений, и в этот же год проявилось самое сильное за годы исследований полегание. В большей степени полегли и снизили зерновую продуктивность растения озимой пшеницы при посеве в первой декаде сентября. В ранневесенний период при влажной погоде создались благоприятные условия для роста вегетативной массы озимой пшеницы, что способствовало сни-

жению устойчивости к полеганию. При недостатке света к нижним междоузлиям соломины при густом хлебостое произошло их этиолирование (вытягивание клеток и уменьшение толщины их стенок). При этом нижние ослабленные междоузлия не смогли выдержать тяжести надземной массы и растения полегли. У сортов Безенчукская 380 и Золушка устойчивость к полеганию оценивалась в 3 балла по девятибальной шкале (наклон на 15–30°) (табл. 3).

Таблица 3 – Высота растений и устойчивость к полеганию озимой пшеницы в зависимости от изучаемых факторов

Факторы			Безенчукская 380			Золушка			Московская 39		
срок посева	фон	норма высева, млн./га	2003 год	2004 год		2003 год	2004 год		2003 год	2004 год	
				высота, см	устойч. к полеганию, балл		высота, см	устойч. к полеганию, балл		высота, см	устойч. к полеганию, балл
1	естественный	4	75	133	5	79	140	5	65	122	5
		5	78	137	5	82	139	5	69	120	5
		5	80	129	5	84	135	5	70	117	5
	удобренный	4	79	132	3	85	140	3	69	120	5
		5	84	138	3	84	138	3	69	113	5
		5	83	130	3	88	129	3	72	110	3
2	естественный	4	86	126	7	89	126	5	73	106	9
		5	89	123	7	91	126	5	78	106	9
		5	87	128	7	86	122	5	75	104	9
	удобренный	4	87	125	7	89	122	5	76	99	9
		5	90	123	7	90	124	5	79	102	9
		5	88	126	7	90	116	5	75	100	9
3	естественный	4	82	125	9	82	124	9	69	100	9
		5	84	121	9	80	121	9	67	99	9
		5	84	122	9	83	121	9	72	104	9
	удобренный	4	82	124	9	84	118	9	71	95	9
		5	85	120	9	83	117	9	72	98	9
		5	88	118	9	88	119	9	74	97	9

Полегание в большей степени проявилось на высоком агрофоне, в результате урожайность сорта Безенчукская 380 снизилась на 0,22 т/га относительно варианта без применения удобрений, урожайность сорта Золушка – на 0,33 т/га. Сорт Московская 39 низкорослый, имеет прочные нижние междоузлия (4,1–4,4 мм), что повышает устойчивость данного сорта к полеганию и более полной реализации потенциала урожайности.

Среди агротехнических приёмов, направленных на повышение устойчивости озимой пшеницы к полеганию, особое место принадлежит режиму азотного питания. Его следует регулировать, исходя из запасов азота в почве, предшественников, общего плодородия

почвы. Особенно осторожно надо подходить к внесению азотных удобрений на чистых парах.

Таким образом, при возделывании озимой пшеницы необходим научно обоснованный подход к срокам посева, нормам высева, срокам и способам внесения удобрений. Технология возделывания способствует раскрытию потенциала продуктивности сорта, качества зерна, компенсирует негативные свойства, которые не удалось устранить в ходе селекции. Сортовая агротехника в значительной мере стирает границы природных зон, выбором оптимальных сроков посева ставит растения в более выгодные термические условия, изменяет характер почвенного питания, то есть уменьшается зависимость культурных растений от неблагоприятных естественных факторов.

Литература

1. Дорофеев, В.Ф. Пшеница в Нечерноземье / В.Ф. Дорофеев, К.И. Саранин, А.И. Степанов. – Л.; Колос, 1983. – 189 с.

2. Дмитриенко, В.П. О динамичности элементов урожайности / В.П. Дмитриенко // Труды УкрНИИ Госкомгидромета. – 1980. – Вып. 182. – С. 22–35.

3. Дмитриенко, В.П. Об учёте неблагоприятных явлений в модели урожайности В.П. Дмитриенко // Труды УкрНИИ Госкомгидромета. – 1979. – Вып. 173. – С. 3–10.

———

УДК 631.5:633.11«324»(470.40)

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЁМОВ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

И.В. Бакулова, З.А. Кирасиров

Основными моментами обеспечения устойчивости урожая являются сорт и технология. Чтобы ежегодно получать стабильный урожай зерна высокого качества, необходимо совершенствование приёмов агротехники, в частности, оптимизация сроков посева, норм высева на разных фонах минерального питания, которые оказывают определяющее влияние на рост и развитие растений.

Одним из факторов, обеспечивающих стабильное производство высококачественного зерна озимой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья, является разработка адаптивных элементов технологии новых сортов применительно к почвенно-климатическим ресурсам региона. При этом особую важность приобретают сроки по-

сева, нормы высева и режимы минерального питания, которые главным образом определяют величину и стабильность урожаев.

Экспериментальная работа выполнена в 2003–2005 гг. на опытном поле ПензНИИСХ. Почва опытного участка – чернозём слабовыщелоченный, с содержанием гидролизуемого азота – 8,5, подвижного фосфора 16,6 и калия – 18,0 мг/100 г почвы.

Посев сеялкой СН-16 проводили на естественном фоне минерального питания и на фоне $N_{90}P_{40}K_{50}$ с нормами высева 4; 5 и 6 млн. всхожих зёрен на 1 га в три срока. Первый срок посева в годы исследований соответствовал датам с 30 августа по 10 сентября, второй срок – с 11 по 20 сентября, третий срок – с 21 по 30 сентября. Удобрения вносили перед посевом вручную с последующей заделкой культиватором, при этом вносили N_{60}, а N_{30} вносили весной в качестве подкормки.

Гидротермические условия за период вегетации озимой пшеницы по годам исследований и срокам посева представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика периода вегетации по величине ГТК

Срок посева	Дата посева			ГТК за вегетацию		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005
ранний	30 августа	10 сентября	31 августа	1,70	1,40	1,23
средний	13 сентября	20 сентября	11 сентября	1,80	1,40	1,25
поздний	30 сентября	30 сентября	21 сентября	1,60	1,44	1,30

Формирование урожая озимой пшеницы и его структурных элементов (продуктивной кустистости, озернённости и массы зерна с колоса) зависит от биологических особенностей сорта, обеспеченности растений влагой и элементами питания, температуры воздуха и почвы, а также от технологических приёмов выращивания [1,2].

Структура урожая показывает при анализе, из чего складывается величина урожая, а при синтезе – за счёт каких элементов и при какой доле их участия формируется высокий урожай. Критерием оптимальной густоты продуктивного стеблестоя на 1 м^2, обеспечивающего наивысший урожай, является сочетание оптимальной нормы посева и соответствующей ей продуктивной кустистости. Расчленение комплексного количественного признака урожайности на слагаемые его элементы позволяет также установить, какие элементы играют ведущую роль в формировании урожайности в конкретных почвенно-климатических условиях. Выявление связи между урожайностью и отдельными её элементами позволяет наметить основные пути создания новых более продуктивных сортов.

Считается, что урожайность на 50% определяется плотностью продуктивного стеблестоя, на 25% – числом зёрен в колосе и на 25% – массой 1000 зёрен [3].

Продуктивная кустистость изучаемых сортов за годы исследований в среднем по вариантам составила 1,1–1,4. В 2003 г. коэффициент кущения у всех сортов был низкий и составил 1,03–1,15. Основная причина низкого коэффициента продуктивного кущения растений на посевах – недостаток тёплых дней в осенний период вегетации. В условиях 2004 г. растения озимой пшеницы, посеянные в разные сроки, проявили различия по побегообразованию на конец вегетации. Растения раннего срока посева имели по 2,6–3,0 побега у сорта Безенчукская 380, 2,6–3,2 побега у сорта Золушка, 3,0–3,8 побега у сорта Московская 39. Растения к концу осенней вегетации переходили к III этапу органогенеза с максимальной кустистостью. Растения второго срока посева характеризовались наличием 2,0–2,4 побега у всех изучаемых сортов. При позднем сроке посева у всех сортов растения ушли в зиму нераскустившимися, с очень малым числом узловых корней или их отсутствием. Лучшие показатели кустистости получены при норме высева 4 млн./га – 1,35–1,5. По мере увеличения нормы высева до 6 млн./га продуктивная кустистость снижается до 1,33. В условиях 2005 г. отмечено положительное влияние раннего срока посева на продуктивную кустистость: увеличение относительно среднего срока по сортам составило 8–22%, позднего срока посева – 25% у сорта Безенчукская 380, 35% у сорта Золушка, 4% у сорта Московская 39.

Таким образом, продуктивная кустистость у озимой пшеницы к уборке в местных условиях составляет 1,2–1,3 независимо от сорта.

Количество колосков в колосе определяет число развившихся цветков и, тем самым, продуктивность колоса. При формировании колоса растения озимой пшеницы чувствительны к дефициту элементов питания, освещённости и воды. Высокая температура и низкая влажность воздуха способствуют стерилизации пыльцы, уменьшению числа оплодотворенных зародышей и числа зёрен. Особенно сильное отрицательное влияние эти факторы оказывают, если они воздействуют в период от образования пыльцы до цветения, вызывая интенсивную редукцию цветков. Острая нехватка влаги в период цветения приводит к резкому ухудшению озернённости колоса.

В среднем за три года у сортов Безенчукская 380, Золушка и Московская 39 наибольшее количество колосков в колосе было заложено при третьем сроке посева – 14,2; 15,9; 15,2 шт. соответственно. Данный показатель несколько увеличивался на фоне минерального питания (в среднем на 2,7%). Снижение нормы высева до 4 млн./га положительно влияло на формирование числа колосков. У

всех сортов отмечена тесная положительная связь между длиной колоса и количеством колосков колосе (r = 0,65; 0,85 и 0,93 у сортов Безенчукская 380, Золушка и Московская 39 соответственно).

Число зёрен в колосе – более консервативный элемент урожайности. Консерватизм проявляется в том, что озернённость главного колоса является наследственным свойством сорта. Она формируется на определённом, сравнительно коротком этапе и дальше не меняется. Известно, что число колосков в колосе образуется главным образом в период «возобновление вегетации–трубкование» (IV этап органогенеза), а число зёрен в колоске – в период «трубкование–колошение» (V–VIII этапы органогенеза). Поэтому изменчивость указанных элементов урожайности определяется условиями жизнедеятельности на этих этапах развития. Недостаток влаги в этот период вызывает значительное уменьшение числа зёрен в колосе и образование череззерницы, ведущих к снижению урожая.

Озернённость колоса варьировала у сорта Безенчукская 380 от 25 до 28,2 (в среднем 26,6 зёрен/колос); у сорта Золушка – от 24,5 до 28,8 (в среднем 26,7); у сорта Московская 39 – от 23,5 до 30,5 (в среднем 27,0). Количество зёрен в колосе у всех сортов озимой пшеницы мало отличалось по срокам посева: 25,6–26,1 при первом сроке, 26,5–27,5 при втором, 27,2–27,4 при третьем.

Наиболее озернённый колос у сортов Безенчукская 380 и Золушка формировался на вариантах с нормой высева 4 млн./га (в среднем по сортам 27,0–27,5), у сорта Московская 39 изменение нормы высева не влияло на число зёрен в колосе.

Выявлена прямая связь средней силы между показателем озернённости колоса и его длиной: (r=0,40 у сорта Золушка, r=0,50 у сорта Московская 39. Коэффициент корреляции между количеством колосков в колосе и озернённостью колоса у сорта Золушка составил 0,40, у сорта Московская 39 – 0,44. Низкая сопряжённость этих показателей говорит о недостаточной реализованности показателей озернённости у всех трех сортов. У сорта Безенчукская 380 между озернённостью колоса и урожаем с единицы площади выявлена связь средней силы (r=0,40).

Масса зерна с одного растения – сложный признак, зависящий от числа продуктивных стеблей, числа зёрен в колосе и крупности зерна [4]. Она варьировала в пределах 0,82–1,00 г у сорта Безенчукская 380; 0,80–1,05 г у сорта Золушка; 0,92–1,19 г у сорта Московская 39.

Масса зерна с колоса у всех сортов озимой пшеницы увеличивалась от раннего к позднему сроку (прибавка 7,3–13,1%). Снижение нормы высева до 4 млн./га повышало массу зерна на 4,3% у сорта Безенчукская 380, на 6,1% у сорта Золушка, на 2,9% у сорта

Московская 39. Прибавка от использования минеральных удобрений (3,1%) отмечена только у сорта Золушка.

Установлена тесная корреляционная связь массы зерна с колоса с массой 1000 семян и озернённостью колоса у сортов Безенчукская 380 и Золушка (r от 0,83 до 0,89). Связь между продуктивностью колоса и его озернённостью у сорта Московская 39 была ещё теснее, близка к функциональной (r=0,96).

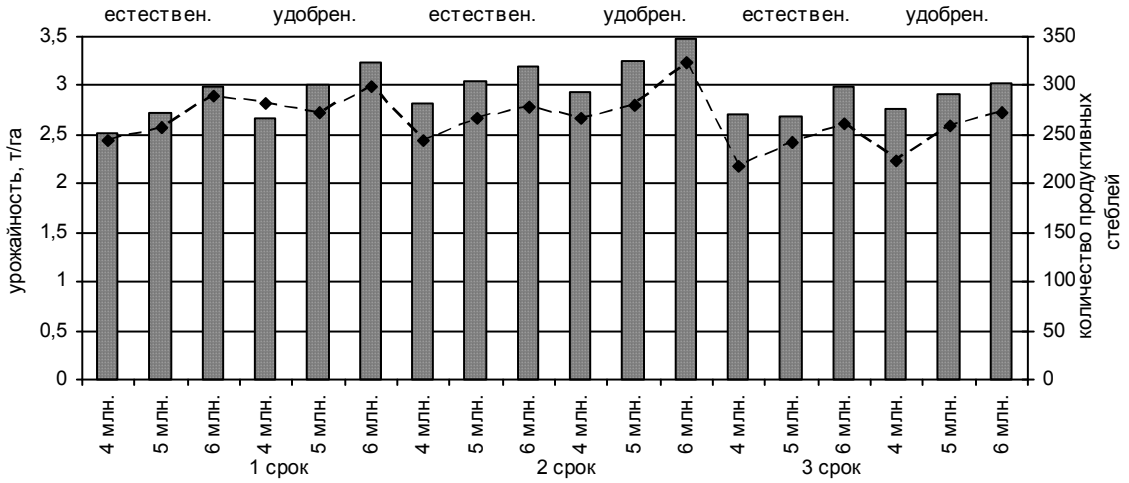
Итак, итоговыми величинами, определяющими уровень урожайности озимой пшеницы, являются густота продуктивного стеблестоя, озернённость колоса и крупность зерна. На рисунке 1 представлена динамика изменения урожайности от плотности продуктивного стеблестоя у сортов озимой пшеницы в зависимости от изучаемых факторов.

Как видно, в среднем за годы исследований именно изменение количества растений на 1 м^2 вносит основной вклад в варьирование урожайности сортов. Поэтому стабильность урожайности сорта в большей степени определяется стабильным уровнем продуктивного стеблестоя. Кривая величины урожайности у всех сортов озимой пшеницы сопряжена с плотностью продуктивного стеблестоя (r=0,742–0,782 в зависимости от сорта). С другой стороны, устойчивый и достаточно высокий уровень стеблестоя обусловливает лабильность поведения сортов, при котором на последующих этапах органогенеза сорт реализует свой потенциал в той мере, в которой на предыдущих этапах этот потенциал не был реализован из-за ограниченности ресурсов среды.

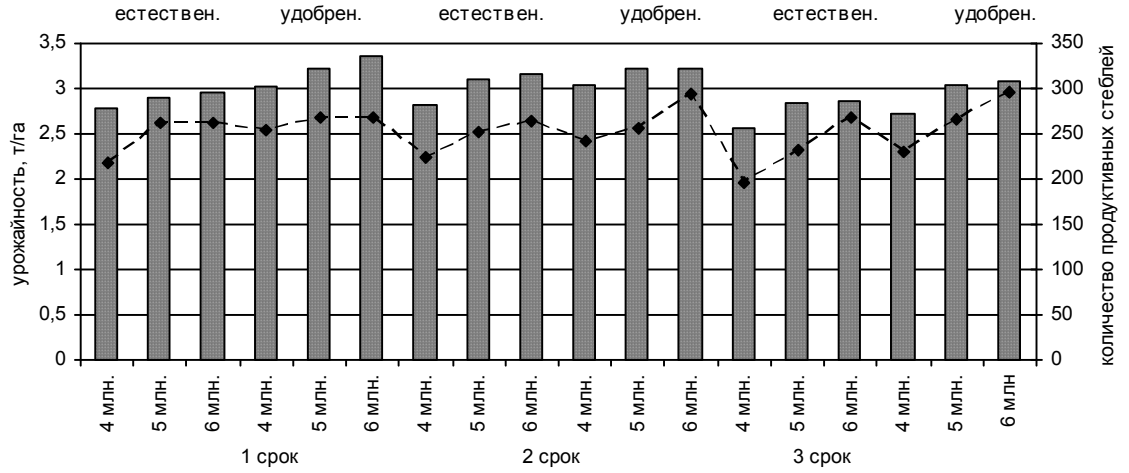
Урожайность – основной критерий оценки сорта и эффективности того или иного агроприёма. Сорта озимой пшеницы поразному реагировали на изучаемые факторы. Установлено, что ведущая роль в формировании урожая этих сортов принадлежит срокам посева. При посеве в рекомендуемый срок (1-я декада сентября) изучаемые сорта имели разный уровень урожайности: Безенчукская 380 – 2,84 т/га, Золушка – 3,05 т/га, Московская 39 – 3,61 т/га.

При втором сроке посева сорт Безенчукская 380 дал достоверную прибавку (+0,28 т/га, или 10%), сорта Золушка и Московская 39 были на уровне рекомендуемого срока посева (+0,05 и -0,02 т/га соответственно). Объясняется отсутствие преимущества раннего срока тем, что при посеве озимой пшеницы в 1-ю декаду сентября происходит перерастание растений, частичная гибель в период зимовки.

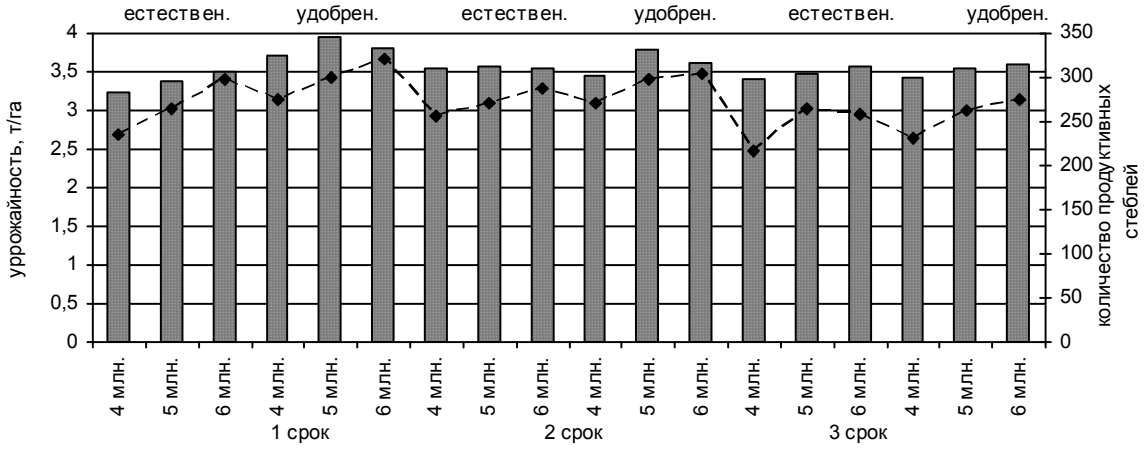
При посеве в третий срок урожайность сорта Безенчукская 380 была на уровне урожайности рекомендуемого срока посева, а у сортов Золушка и Московская 39 достоверно снизилась – в среднем на 6% и 3% соответственно.



А. Безенчукская 380



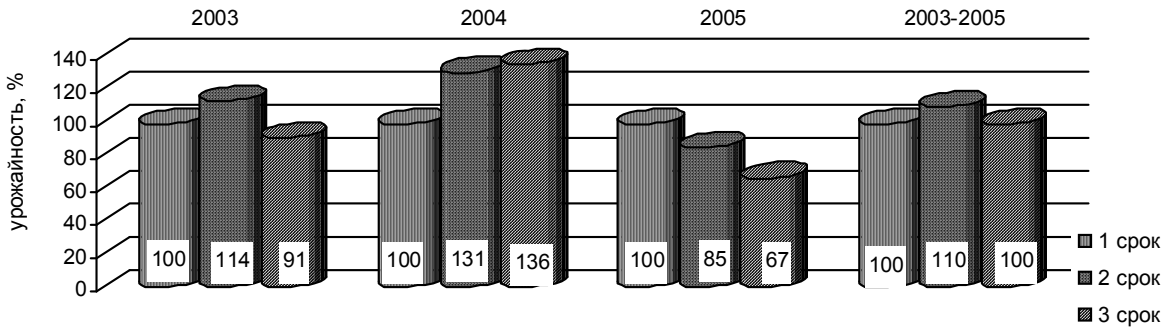
Б. Золушка



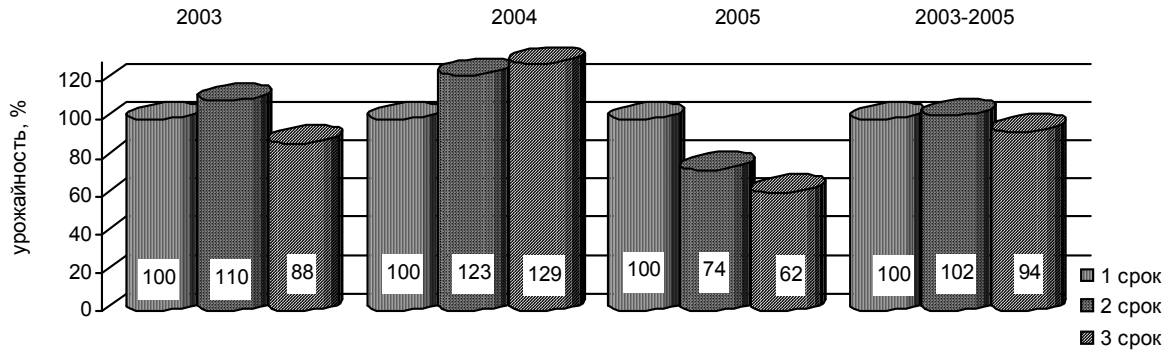
В. Московская 39

Рис.1. Зависимость урожайности сортов озимой пшеницы от плотности продуктивного стеблестоя

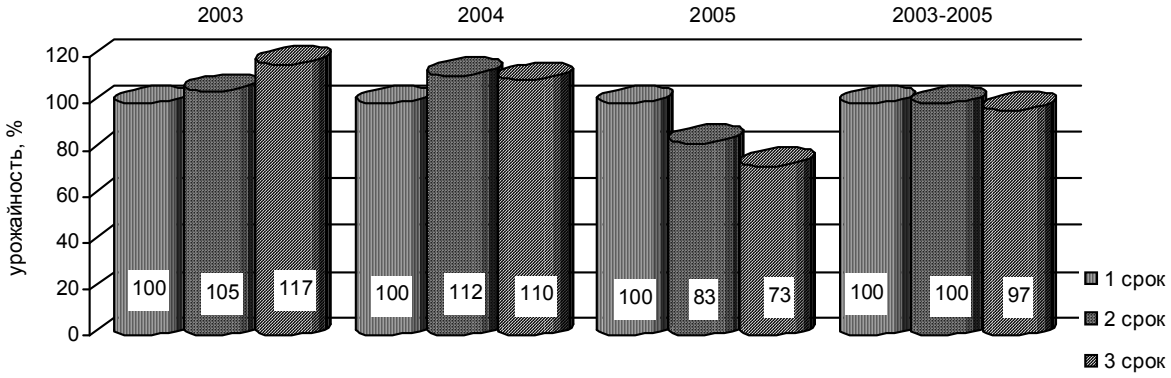
урожайность — количество продуктивных стеблей



А. Безенчукская 380



Б. Золушка



В. Московская 39

Рис.2. Относительное изменение урожайности озимой пшеницы (%)

Сравнительная оценка сроков посева по величине сформировавшегося урожая по годам приведена на рисунке 2, где урожайность зерна при раннем сроке принята за 100%.

Таким образом, посев озимой пшеницы в условиях Пензенской области целесообразно проводить в 1-й декаде и начале 2-й декады сентября.

Сортовая реакция проявилась и в условиях улучшения пищевого режима почвы. Прибавка от применения удобрений составила у сорта Безенчукская 380 – 0,19 т/га, у сорта Золушка – 0,22 т/га, у сорта Московская 39 – 0,19 т/га. При посеве в 1-й декаде сентября на естественном фоне урожайность составила соответственно по

сортам 2,71; 2,78; и 3,38 т/га. При внесении минеральных удобрений урожайность увеличивалась на 0,26–0,53 т/га. При втором сроке посева урожайность при применении минеральных удобрений повысилась на 0,52; 0,38 и 0,31 т/га соответственно, при третьем – на 0,19; 0,17 и 0,20 т/га.

При посеве с нормой высева 6 млн. всхожих семян на гектар озимая пшеница сорта Безенчукская 380 до конца вегетации полностью использовала экологические ресурсы на формирование урожая, о чём свидетельствует количество собранного зерна с единицы площади – прибавка относительно нормы высева 4 млн./га составила 0,34 т/га. При посеве с нормой высева 4 млн./га продуктивность отдельно взятого растения была выше, однако это не свидетельствует о большем урожае, который зависит от степени снижения продуктивности отдельных растений по мере загущения стеблестоя. Оптимальная норма высева для сорта Золушка 5 млн./га, так как она способствует большей устойчивости к полеганию. У озимой пшеницы сорта Московская 39 показатели урожайности по нормам высева 5 и 6 млн./га существенно не отличались и составляли 3,61 и 3,62 т/га. Таким образом, рекомендуемая для сорта Московская 39 норма высева семян – 5 млн./га, при этом значительно сокращается расход семенного материала и понижаются общие затраты, а зерно, как правило, имеет более высокое качество.

Стабилизация урожайности озимой пшеницы является основной задачей земледельцев, при этом немаловажное значение имеет повышение качества получаемой продукции. Понятие качество зерна складывается из многих признаков, которые определяются сортовыми особенностями, условиями возделывания, уборки, хранения и переработки зерна пшеницы.

Пшеница – основная и очень ценная продовольственная культура во всём мире. Зерно мягкой пшеницы по своему химическому составу и высокой калорийности является превосходным сырьем для производства муки и приготовления из него печеного хлеба [5]. За счёт хлебопродуктов удовлетворяется до 40% потребности человека в пище, от 40 до 50% в белке и углеводах, а с учётом доли зерна в кормах зернопродукты в калорийности питания населения достигают уже 60%, в белках – не менее 80%, в углеводах – более 60% [6].

Белки – наиболее ценная часть пшеничного зерна. Поэтому содержание и состав белка в пшенице являются важнейшими показателями его качества. Белок не только представляет собой основную часть клейковины, но он, прежде всего, является важнейшим конституционным веществом каждой клетки растительного и животного организма [7]. Содержание белка в зерне мягкой пшеницы мо-

жет колебаться в пределах от 9,8 до 25,8% [8]. Эти колебания связаны с условиями выращивания и сортовыми особенностями.

Содержание белка в зерне в среднем за три года составило у сортов озимой пшеницы Безенчукская 380 и Золушка по 15,7%, Московская 39 –16,9% с колебаниями по годам 13,7–18,7%, 13,9–18,5%, 13,7–20,9% соответственно (табл. 2).

Таблица 2 – Содержание белка в зерне озимой пшеницы в зависимости от изучаемых факторов (2003–2005 гг.)

Факторы			Содержание белка, %		
срок посева	фон удобрений	норма высева, млн./га	Безенчукская 380	Золушка	Московская 39
1	естественный	4	15,4	15,2	16,3
		5	15,7	15,4	16,5
		6	14,9	15,3	16,5
	удобренный	4	15,3	15,0	16,4
		5	15,0	15,3	16,3
		6	15,6	14,7	16,6
2	естественный	4	15,9	16,0	17,8
		5	15,6	15,9	16,7
		6	15,2	15,3	17,4
	удобренный	4	16,1	16,0	16,7
		5	15,4	15,3	16,4
		6	15,4	15,3	17,5
3	естественный	4	16,0	16,3	17,5
		5	15,6	16,5	16,9
		6	15,7	16,2	16,6
	удобренный	4	16,4	16,7	17,4
		5	16,1	16,0	17,0
		6	16,1	16,9	17,2
Среднее по сорту			15,6	15,7	16,9

Содержание белка в зерне изменялось в зависимости от сроков посева, нормы высева и фона минерального питания. У всех сортов наивысшая белковость зерна получена при третьем сроке посева. Повышение нормы высева до 6 млн./га снижало содержание белка на 0,2–0,8% у сорта Безенчукская 380, на 0,2–1,0% у сорта Золушка, на 0,2–0,6% у сорта Московская 39.

Содержание белка показывает лишь питательную ценность зерна, но часто не характеризует его мукомольное и хлебопекарное качество. Более точное представление о технологических свойствах зерна пшеницы даёт определение количества и качества клейковины зерна.

Клейковина – особого рода белковый комплекс, который содержится в зерне пшеницы. Содержание клейковины в зерне – ре-

шающий показатель хлебопекарной оценки сорта, так как именно клейковина обеспечивает возможность формирования из муки полноценного теста и тем самым позволяет выпекать употребляемый нами в пищу хлеб. Достоинство пшеничного хлеба зависит, в первую очередь, от количества и качества содержащейся в зерне клейковины. Содержанием клейковины и её качеством в основном определяется товарная ценность тех или иных партий зерна пшеницы, а, следовательно, и уровень рентабельности производства пшеницы – основной нашей товарной и продовольственной культуры.

Содержание клейковины в зерне пшеницы и её качество зависят от факторов окружающей среды в период вегетации, а также от сортовых особенностей. Принято считать, что количество клейковины в зерне на 70% зависит от условий произрастания, а качество её – на 70% от генетических особенностей сорта и на 30% от экологических и других экзогенных факторов [9].

Полученные данные говорят о том, что влияние изучаемых факторов на количество и качество клейковины зависело от гидротермических условий, складывающихся в основные периоды развития растений. Больше всего клейковины в зерне сформировалось в условиях 2003 г.: от 29,1 до 33,5% у сорта Безенчукская 380, от 29,5 до 33,4% у сорта Золушка, от 29,9 до 35,3% у сорта Московская 39. Содержание сырой клейковины в зерне увеличивалось параллельно с увеличением ГТК за май-июль с 0,7 до 3,2 (r=0,74).

Высокое содержание клейковины в 2003 г. объясняется еще и тем, что повышенные температуры неизбежно вели к преждевременному прекращению ассимиляции. Урожай в этом случае бывает невысоким или даже низким, однако пластических веществ, поступивших в растительные ткани до момента прекращения ассимиляции, может оказаться вполне достаточными для формирования высокобелкового зерна. Кроме того, зерно, формирующееся при таком сценарии, обычно мелкое и щуплое, а из литературы известно об отрицательной корреляции между крупностью зерна и содержанием клейковины [7].

Улучшение пищевого режима почвы при применении удобрений способствовало накоплению большего количества клейковины у всех сортов. При этом содержание клейковины увеличивалось у сорта Безенчукская 380 на 1,3%, сорта Золушка на 2,5%, сорта Московская 39 на 2,4%.При повышении нормы высева до 6 млн./га содержание клейковины уменьшалось у сорта Безенчукская 380 на 7,0%, сорта Золушка на 4,6%, сорта Московская 39 на 4,2%.

В 2004 г. положительное влияние атмосферных осадков во 2-й декаде после колошения на содержание клейковины объясняется тем, что именно в этот период снижается доступность азота из-за уменьшения к этому времени влажности почвы. Выпавшие на этом

отрезке вегетации осадки растворяют нитраты, переводя их в почвенный раствор, что и даёт возможность поступления азота в растение, а затем азотистых веществ в зерно с образованием в нем белка. В связи с этим наиболее высокое содержание клейковины у всех сортов получено при первом сроке посева: 29,9% у сорта Безенчукская 380, 30,1% у сорта Золушка, 31,1% у сорта Московская 39. Более поздний срок посева привёл к снижению содержания клейковины на 2,7% у сорта Безенчукская 380, на 1,5% у сорта Золушка. Московская 39 выдерживает и более поздние сроки посева без ущерба качеству (снижение относительно раннего срока посева 0,3%). Необходимо отметить, что применение минеральных удобрений повысило содержание клейковины на 1,0–1,1% у сортов Безенчукская 380 и Золушка, на 1,9% у сорта Московская 39.

Влияния норм высева на содержание клейковины у сорта Безенчукская 380 не выявлено. У сорта Золушка максимальные показатели (29,0–31,1%) получены при посеве с нормой высева семян 5 млн./га, у сорта Московская 39 (31,3%) – 4 млн./га.

В 2005 г. высоким содержанием клейковины отличалось зерно с третьего срока посева: 31,4% у сорта Золушка и 33,3% у сорта Московская 39. Применение минеральных удобрений повышало содержание клейковины в зерне на 0,7% у сорта Безенчукская 380, на 0,9% у сортов Золушка и Московская 39.

Таким образом, зерно озимой пшеницы сортов Безенчукская 380 и Золушка по содержанию клейковины соответствовало требованиям хорошего улучшителя, сорта Московская 39 – отличного улучшителя. В 2003–2004 гг. на всех вариантах качество клейковины соответствовало I группе (62–65 и 71–74 ед. ИДК) в 2005 г. – II группе (82–84 ед. ИДК).

Натура зерна – показатель выполненности, полновесности зерна. ГОСТ 9353-90 определяет, что зерно сильных пшениц должно иметь натуру не менее 750 г/л, ценных – не ниже 710 г/л. Есть мнение, что натурный вес даёт некоторое представление о качестве зерна и является вспомогательным признаком для определения его мукомольных достоинств: при высокой натуре выше выход чистой муки [10]. Между натурным весом, массой 1000 зёрен и выходом муки существует прямая зависимость [11]. Из зерна с большим натурным весом получается больший выход муки, так как в таком зерне больше эндосперма и соответственно меньше оболочек. Исследования В.Г. Минеева [12] показали, что снижение натуры на 100 г приводит к недобору почти половины урожая, а на 50 г даёт лишь ⅔ урожая, который получился бы с нормальной натурой. В наших исследованиях самое высоконатурное зерно было получено в наиболее урожайный 2004 г.

У сорта Безенчукская 380 определяющее влияние на натуру оказали условия года. В 2003 г. задержка с уборкой, сопровождаемая дождями, привела к снижению натуры по всем вариантам опыта на 4,2–10,0% по сравнению с 2004 г. Натура зерна урожая 2004 г. изменялась от 725 до 785 г/л в зависимости от факторов воздействия. При этом сроки посева оказали на натуру существенное влияние, самой высокой (774 г/л) она была при третьем сроке посева. За три года натура сорта Безенчукская 380 в среднем по вариантам опыта составила 729 г/л, при этом отклонения не превысили 3%.

Высокий показатель натуры у сорта Золушка (763 г/л) получен в 2004 г. при третьем сроке посева. В условиях избыточного увлажнения натура зерна урожая 2003 г. изменялась от 657 до 710 г/л по вариантам. В 2005 г. показатель натуры варьировал от 714 до 749 г/л.

Сорт Московская 39 в 2004 г. сформировал зерно с натурой 741– 783 г/л, в 2005 г. – 733–754 г/л, в условиях 2003 г. натура по всем вариантам опыта была низкой. За годы исследований данный показатель изменялся по вариантам от 727 до 743 г/л, лучшие данные получены при третьем сроке посева на естественном фоне.

В среднем за три года озимая пшеница сорта Безенчукская 380 при максимальной в опыте урожайности 3,48 т/га формировала зерно с натурой 729 г/л, сорт Золушка при урожайности 3,42 т/га – 720 г/л., сорт Московская 39 при урожайности 3,96 т/га – 731 г/л.

Стекловидность является косвенным критерием оценки упругости теста и силы муки [13] и содержания белка [12]. Тесная положительная связь стекловидности с содержанием белка связана с тем, что в процессе налива зерна поступающие в него в жидком виде белки и углеводы уплотняются, переходят в нерастворимое состояние, т.е. затвердевают, причём при повышенной температуре воздуха с низкой абсолютной влажностью зерно созревает быстрее и, как правило, белковых веществ в нем накапливается больше [10].

Стекловидность изменялась у сорта Безенчукская 380 от 46,4% в 2003 г. до 51,2% в 2004 г., у сорта Золушка от 44,4 до 48,2% и у сорта Московская 39 от 52,2 до 54,2% в те же годы. Изучаемые агроприёмы на стекловидность зерна не влияли. В среднем за три года лучшие показатели стекловидности, отвечающие требованиям хорошего филлера (50%) получены у сорта Безенчукская 380. Сорт Золушка по данному показателю соответствовал удовлетворительному филлеру (40%).

Масса 1000 зёрен – показатель, характеризующий выполненность зерна. Масса 1000 зёрен в годы исследований варьировала у сорта Безенчукская 380 от 33,4 до 35,6 г, у сорта Золушка от 33,7 до 36,5 г, у сорта Московская 39 от 34,1 до 39,3 г. Причём самый высокий показатель получен в 2005 г., когда условия вегетации растений

благоприятно складывались для формирования высокой массы 1000 зёрен.

В 2003 г., в условиях высокой влажности и невысоких температур воздуха, у озимой пшеницы всех сортов наблюдалось так называемое истекание зерна, что привело к убыли массы 1000 зёрен. По данным В.М. Макаровой [14] после колошения (цветения) около 50 дней идет увеличение массы зерновки, а затем начинается её убыль. Поступление пластических веществ в зерно прекращается в середине восковой спелости при влажности зерна 24–30%. Если зерно сохраняет высокую влажность, то начинается как бы обратный процесс – истекание, т.е. убыль массы зерна.

В 2004 г. на массу зерновки влияли сроки посева. Наиболее крупное зерно у всех сортов было получено при третьем сроке посева: у Безенчукской 380 – 37,3 г, у Золушки – 37,8 г, у Московской 39 – 41,0 г. Снижение массы 1000 зёрен ранних сроков посева объясняется полеганием растений в условиях избыточного увлажнения. Наклон стебля при полегании нарушает аттракцию и тормозит транспорт веществ, значительная доля которых не перетекает в колос, а остаётся в стебле.

В 2005 г. наиболее крупное зерно было получено при первом сроке посева: 38,1 г у сорта Безенчукская 380, 39,5 г у сорта Золушка, 42,5 г у Московской 39. При применении удобрений отмечена тенденция повышения массы зерновки у сортов Безенчукская 380 и Золушка; у сорта Московская 39 масса 1000 зёрен была на одном уровне (41,6 г). У сортов Безенчукская 380 и Московская 39 отмечено повышение массы зерна при норме высева 4 млн./га, сорт Золушка более полновесное зерно формировал при норме высева 6 млн./га.

Приведённый выше анализ результатов исследования физико-химических свойств озимой пшеницы показывает, что комплекс агротехнических приёмов позволяет получать зерно озимой пшеницы с высоким содержанием белка и клейковины. Получение сильного зерна лимитируется в основном физическими показателями качества, которые в значительной степени зависят от погодных условий заключительной фазы вегетации, фитосанитарного состояния посевов.

Литература

1. Ермолаева, Т.Я. Селекция озимой ржи на качество зерна в Поволжье / Ермолаева Т.Я. // Автореф. дис. … канд. с.-х. наук. – Саратов, 2001.

2. Михайлов, В.И. Влияние норм высева и биологически активных веществ на урожайность мягкой и тургидной озимых пшениц на светло-каштановых почвах Волгоградской области / Михайлов В.И. // Автореф. дис. … канд. с.-х. наук. – Волгоград, 2004.

3. Ковтун, И.И. Оптимизация условий возделывания озимой пшеницы по интенсивной технологии / Ковтун И.И., Гойса Н.И., Митрофанов Б.А. // Ленинград: Гидрометеоиздат, 1990.

4. Абдуллаев, А.М. К изучению некоторых вопросов селекции озимой мягкой пшеницы / А.М. Абдуллаев, А.Д. Мусаев, Ф.Ш. Махмудов // Пшеница и тритикале. – Краснодар, 2001. – С. 281–287.

5. Занина, М.А. Изменение продуктивности озимой пшеницы и плодородия чернозёма обыкновенного под влиянием микроудобрений в условиях степной зоны Поволжья / Занина М. А. // Автореф. дис. … канд. с.-х. наук. – Пенза, 2002.

6. Вишневская, О.М. Состояние производства и качество зерна пшеницы в Удмуртской республике / О.М. Вишневская, С.Г. Карижская, А.М. Ленточкин // Зерновое хозяйство. – 2002. – № 6. – С. 13.

7. Петров, Г.И. О естественных причинах непостоянства содержания клейковины в зерне озимой пшеницы в сухостепной полосе Ставрополья / Г.И. Петров. – Будённовск: «Прикумье», 2000.

8. Княгичев, М.И. Содержание белка в пшеницах Советского Союза / М.И. Княгичев // Тр. Томского мукомольно-элеваторного ин-та. – 1939. – Т. 4, Вып. 2.

9. Казаков, Е.Д. Пути совершенствования качества зерна / Е.Д. Казаков, Г. Карпиленко // Научно-технический прогресс в перерабатываемых отраслях АПК: Материалы международной конференции. – М.: МГАПП, 1995. – С. 25–27.

10. Марушев, А.И. Качество зерна пшениц Поволжья / А.И. Марушев. – Саратов, Приволж. кн. изд., 1968. – 212 с.

11. Минеев, В.Г. Удобрение и качество продукции / В.Г. Минеев. – М., Знание, 1980. – 64 с.

12. Минеев, В.Г. Удобрение озимой пшеницы / В.Г. Минеев. – М., Колос, 1973. – 206 с.

13. Крючков, А.Г. Главные показатели оценки сорта / А.Г. Крючков, Г.Н. Сандакова // Зерновое хозяйство. – 2003. – № 6. – С. 16–20.

14. Макарова, В.М. Основные направления повышения урожайности и качества зерна яровой пшеницы в Уральском регионе Нечернозёмной зоны / Макарова В.М // Автореф. дис. … доктора с.-х. наук. – Пермь. – 1978. – 40 с.

УДК 631.5:633.11«324»:[631.559+58.036.5]

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЁМОВ НА ПЕРЕЗИМОВКУ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМЫХ ХЛЕБОВ

И.В. Бакулова, З.А. Кирасиров

Одним из резервов увеличения производства продовольственного зерна в Пензенской области является возделывание озимой пшеницы. Однако в неблагоприятные по перезимовке годы потенциал озимой пшеницы не реализуется, её урожайность существенно снижается, а иногда на значительных площадях она гибнет. Это выдвигает проблему выбора оптимального для производственных условий набора сортов и подбора соответствующих технологий их возделывания.

Возделываемые сорта озимой пшеницы должны обладать комплексом хозяйственно-полезных признаков и биологических свойств, хорошими технологическими качествами зерна, устойчивостью к заболеваниям и вредителям, полеганию, а главное – отличаться высокой морозо- и зимостойкостью. Наиболее отрицательное влияние на растения озимых культур оказывают морозы, продолжительность бесснежного (малоснежного) периода, выпревание, снежная плесень и другие неблагоприятные факторы в течение осенне-зимнего и особенно ранневесеннего периодов. Бывают годы, когда озимые посевы на значительных площадях сильно изреживаются и гибнут от неблагоприятных условий зимовки. Следовательно, при возделывании озимой пшеницы необходимо оптимизировать комплекс технологических мероприятий, чтобы обеспечить прохождение растениями в осенний период тех этапов органогенеза, от которых в дальнейшем будет зависеть уровень жизнеспособности агробиоценоза и его продуктивность. Такими важнейшими технологическими мероприятиями являются правильный выбор срока сева, нормы высева и фона минерального питания.

Экспериментальная работа выполнена в 2003–2005 гг. на опытном поле ПензНИИСХ на чернозёме слабовыщелоченном с содержанием гидролизуемого азота – 8,5, подвижного фосфора 16,6 и калия – 18,0 мг/100 г почвы.

Посев проводили сеялкой СН-16 на естественном фоне минерального питания и на фоне $N_{90}P_{40}K_{50}$ с нормами высева 4; 5 и 6 млн. всхожих зёрен на 1 га в три срока. Первый срок посева в годы исследований соответствовал датам с 30 августа по 10 сентября, второй срок – с 11 по 20 сентября, третий срок – с 21 по 30 сентября. Удобрения вносили перед посевом вручную с последующей заделкой культиватором, при этом вносили N_{60}, а N_{30} вносили весной в качестве подкормки.

Озимая пшеница – биологически очень сложная культура. Довольно продолжительная вегетация влечёт за собой сильную зависимость урожайности от погодных условий. Метеорологические условия в годы проведения исследований отличались от среднемноголетних по сумме осадков и температурному режиму. 2003 г. характеризовался избытком влаги и недостатком тепла летом (ГТК 1,6–1,8). Бесснежье в зимний период в сочетании с низкой отрицательной температурой привели к выпадам растений озимой пшеницы. Вегетационный период 2004 г. характеризовался оптимальными гидротермическими условиями для перезимовки и реализации потенциала урожая зерна. 2005 г. отличался тёплой осенью и суровой зимой с понижением температуры в феврале и марте ниже среднемноголетней, что неблагоприятно сказалось на перезимовке озимых. Таким образом, в 2003 и 2005 гг. растения погибали от вымерзания, причём в большей степени повреждались растения позднего срока посева. В 2004 г. гибель озимых культур была связана с выпреванием, поэтому большему изреживанию подвергались посевы раннего срока, сформировавшиеся в условиях повышенного температурного режима и развившие большую листостебельную массу. Следовательно, в условиях лесостепи Среднего Поволжья, факторов, влияющих на сохранность растений и посевов озимых довольно много, и они нередко проявляются по годам. Однако сплошная гибель вследствие вымерзания происходила только при комплексном действие многих неблагоприятных факторов.

Первоначальный этап начала вегетации любой культуры определяется периодом «посев–полные всходы». Однако важную роль в полноте и скорости появления всходов играет допосевной период. Допосевной период 1 и 2 срока посева в 2002 г. характеризовался низким значением ГТК (0,6), содержание продуктивной влаги в верхнем горизонте почвы (0–30 см) составило 5,6 в первый срок и 10,2 мм во второй срок. Следует отметить, что даже осадки, выпавшие в канун посева (12,2 и 23,1 мм соответственно), не способствовали увеличению запасов влаги верхнего слоя, поэтому число взошедших растений на дату полных всходов было далеко от расчётного. В среднем взошло 81,4% у сорта Безенчукская 380, 75,3% у сорта Золушка и 75,6% у сорта Московская 39. Дополнительные всходы появлялись на протяжении всей осени. К третьему сроку сева выпало 82,4 мм осадков, что обеспечило достаточное увлажнение пахотного слоя почвы. В слое 0–30 см накопилось 62,0 мм влаги, что обеспечило получение дружных всходов озимых (табл. 1).

Погодные условия летне-осеннего периода 2003 г. складывались благоприятно для развития озимых культур. Несмотря на незначительные осадки 2 и 3 срока посева, запасы продуктивной вла-

ги при посеве в слое 0–30 см составляли 36,0–52,6 мм, что обеспечило получение своевременных и дружных всходов в течение 9–10 дней.

Высокую полноту всходов (84–91% в зависимости от сорта) в 2004 г. обеспечили осадки, выпавшие до посева (22,8–25,8 мм), они пополнили запасы продуктивной влаги в верхних горизонтах пахотного слоя почвы до 45,7 мм.

Полевая всхожесть имела максимальные значения (86–91%) при посеве с нормой высева 4 млн. всхожих семян на гектар независимо от срока сева. При повышении нормы высева до 6 млн./га всхожесть снижалась на 13,9; 18,6 и 6,8% соответственно у сортов Безенчукская 380, Золушка, и Московская 39. Это можно объяснить тем, что при тесном расположении семян идет их взаимное угнетение, в результате происходит изреживание и снижается полевая всхожесть [1–4].

Растения проявили различия по морфофизиологическим признакам на конец вегетации в зависимости от срока посева. Растения первого срока характеризовались наличием побегов кущения не только первого, но и второго порядка, имели больше листьев в расчёте на одно растение. Растения второго срока посева формировали 2,0–2,4 побега. При позднем сроке посева 2003 и 2004 гг. растения всех сортов уходили в зиму нераскустившимися, тогда как в 2005 г. в условиях продолжительного периода осенней вегетации растения сформировали по одному побегу (табл. 2).

В условиях Украины установлено, что увеличение числа побегов на растение от 1 до 2 способствует сильному росту урожайности (примерно на 2,0 т/га). При дальнейшем увеличении кущения от 2 до 3 побегов на растение прирост урожайности существенно (почти в 4 раза) повышается. При коэффициенте кущения 3,5 урожайность снижается сначала медленно (около 0,1 т/га), а затем (при кущении более 5) – более быстро (до 0,3–0,4 т/га на 1 побег). Изложенное свидетельствует, что осеннее кущение в значительной степени (на 20–30%) определяет будущий урожай [5]. В связи с этим, существенную роль играют агротехнические мероприятия, позволяющие обеспечить формирование перед зимовкой посевов с оптимальной кустистостью [6,7]. В наших исследованиях мы пришли к выводу, что преобладание в посеве растений с продуктивной кустистостью больше двух является лидирующим фактором реализации потенциала урожайности. Таким растениям свойственна наилучшая выраженность всех морфофизиологических признаков, которые определяют потенциальные и реализованные способности сорта. К числу их следует отнести растения первого и второго сроков посева 2003–2004 гг. и второго срока 2004–2005 гг.

Таблица 1 – Гидротермические условия допосевного периода озимой пшеницы, 2002–2004 гг.

Год	Срок посева	Количество осадков, мм*	Среднесуточная температура,°С*	Продуктивная влага на дату посева, мм	
				0-30	0-100
2002	1 срок	12,2	13,1	5,6	17,1
	2 срок	23,1	14,5	10,2	68,4
	3 срок	82,4	9,7	62,0	132,6
2003	1 срок	33,4	15,3	52,6	158,4
	2 срок	5,00	12,9	51,4	175,7
	3 срок	0,00	13,9	36,0	120,7
2004	1 срок	25,8	20,3	42,3	153,7
	2 срок	22,8	18,7	45,7	162,3
	3 срок	15,3	14,2	41,1	152,5

** – за две декады до посева*

Таблица 2 – Морфофизиологические показатели у растений озимой пшеницы на конец вегетации осенью, 2003–2004 гг.

Год посева	Срок посева	Число побегов на растении	Число листьев на растении	высота растения, см	конус нарастания, см
2003 2004	1 срок	2,8–3,0	8,4–9,0	17,8–19,7	0,6
	2 срок	2,4	4,6–5,2	13,7–17,6	0,4–0,5
	3 срок	0	2,0–3,0	11,7–14,5	0,2–0,3
2004 2005	1 срок	3,0–4,5	11,0–12,4	18,6–21,4	0,7–0,8
	2 срок	2,0–2,3	6,8–7,8	18,3–19,4	0,4–0,6
	3 срок	1,0	4,5–5,0	13,2–14,8	0,3-0,5

Продуктивный стеблестой озимой пшеницы является итогом динамики густоты растений в посеве и процесса образования и редукции побегов. В отношении динамики густоты стояния растений весь вегетационный период озимой пшеницы можно разделить на две разновеликие части: первая – от сева до полных всходов, когда густота растений возрастает и достигает максимума, и вторая – от полных всходов до спелости, когда по тем или иным причинам происходит выпадение (отмирание) части растений и уменьшение их густоты [8].

Изреженность посевов происходит вследствие воздействия на агробиоценоз внешних и внутренних системообразующих факторов. К внешним факторам изреженности относятся неблагоприятные агрометеорологические условия, в результате которых происходит вымерзание, выпревание, поражение снежной плесенью. К внутренним факторам относится конкуренция культурных растений между собой за элементы почвенного питания, влагу и свет, в процес-

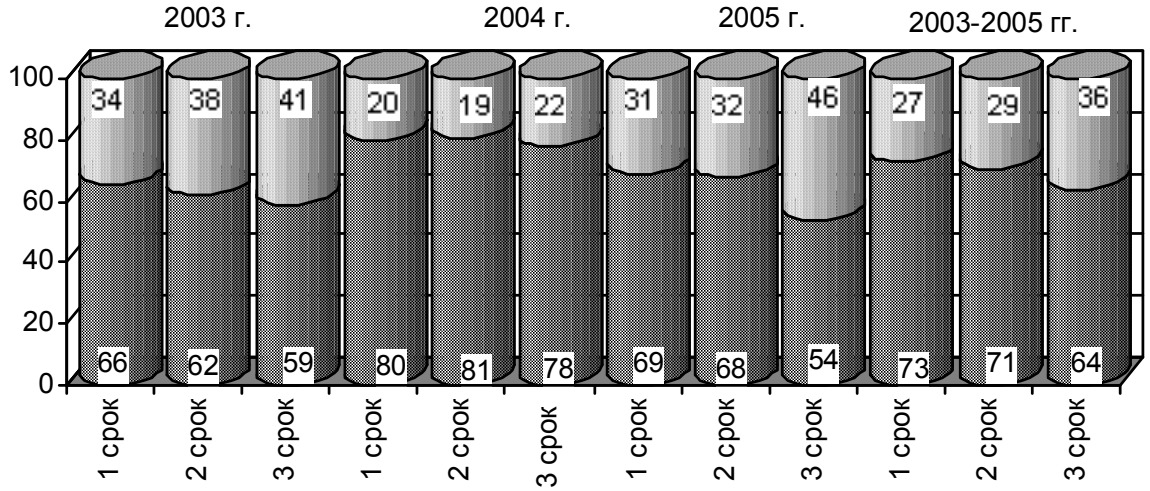
се которой наиболее слабые, поздно взошедшие, а также переросшие с осени растения гибнут, уступая свое жизненное пространство более сильным.

В среднем за три года число растений в фазе кущения (осенью) составило в зависимости от сорта от 402 до 410 шт/м^2. После перезимовки число растений на единице площади сократилось в среднем по вариантам до 270–285 шт/м^2. При применении минеральных удобрений возрос процент перезимовавших растений сорта Безенчукская 380 на 4,1%, сорта Золушка на 7,0%, сорта Московская 39 на 6,4%. С увеличением нормы высева увеличивается количество перезимовавших растений, но не пропорционально количеству взошедших семян, а в меньшем соотношении. У сорта Безенчукская 380 загущение посева до 6 млн. всхожих семян на гектар понизило количество растений на 1 м^2 (относительно 4 млн.) на 6,2%; сорта Золушка на 12,3%; у Московской-39 на 15,9%. Неравномерность осеннего развития растений озимой пшеницы, высеваемой в разные сроки, обусловило различное количество перезимовавших растений (рисунок). Так, при первом и втором сроках посева сохранность растений после перезимовки составила 69–74%. По мере отодвигания сроков посева отмечено снижение количества перезимовавших растений при третьем сроке до 64–66%. Применение минеральных удобрений способствовало лучшей перезимовке растений на 4,9–5,4% по сортам. Увеличение нормы высева до 6 млн./га повышало число перезимовавших растений на 42–83 шт/м^2.

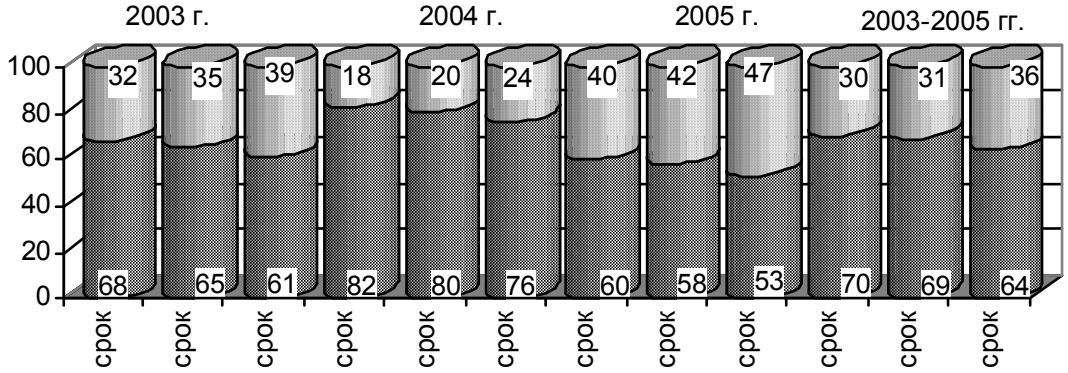
Существенное значение имеет процесс самоизреживания растений. Чешские исследователи установили, что только 50% высеянных семян озимой пшеницы участвует в формировании урожая; часть не реализуется при формировании всходов (38,2%), а остальные (12–13%) гибнут в процессе развития посева. Во Франции максимальные потери имеют место от посева до всходов (10–50%), причём наиболее отрицательное влияние оказывает избыток влаги, а потери в зимний период составляют около 10%. Для условий Украины осенняя изреженность посевов в зависимости от зоны выращивания колеблется в среднем от 12% (степь) до 14% (Полесье). В отдельные неблагоприятные годы она достигает 20–23% [5].

По нашим данным, значительная часть высеянных семян пшеницы не участвует в формировании урожая: 9,4–23,8% (в среднем 16,6%) семян не дают всходов, 10,3–14,0% (в среднем 12,2%) уже взошедших растений погибают в ходе перезимовки и 3,6–5,1% – во время весенне-летней вегетации.

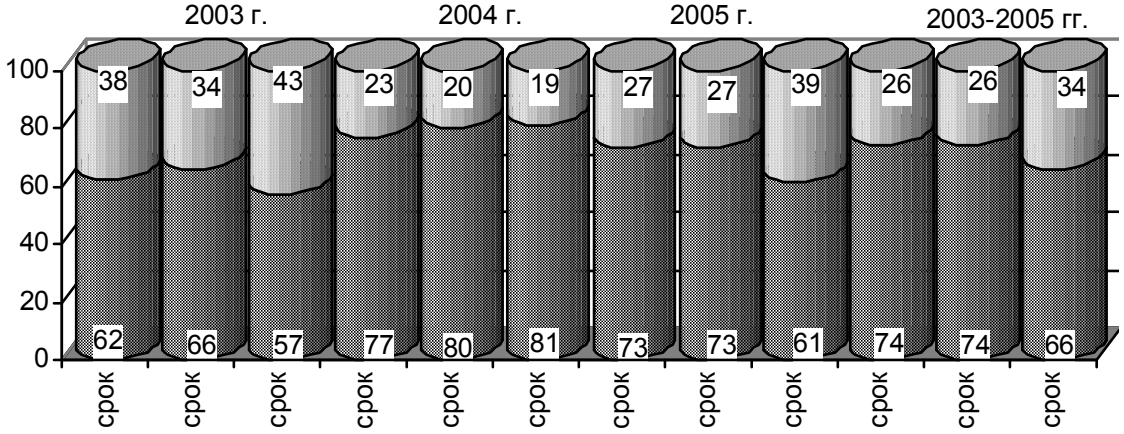
Таким образом, путём оптимизации сроков посева, нормы высева и применения минеральных удобрений можно управлять формированием устойчивого агроценоза.



А. Безенчукская 380



Б. Золушка



В. Московская 39

Процент перезимовавших растений озимой пшеницы при разных сроках посева

Как и следовало ожидать, перезимовка посевов оказала решающее влияние на урожайность озимой пшеницы. В наших исследованиях средняя урожайность сортов озимой пшеницы колебалась от 1,32 до 4,86 т/га у сорта Безенчукская 380, от 1,59 до 4,99 т/га у

сорта Золушка, от 1,69 до 5,19 т/га у сорта Московская 39 (табл. 3,4). Наибольшей она была в благоприятном по гидротермическим условиям периода вегетации 2004 г., при втором и третьем сроках сева, составив 4,37–4,97 т/га. Снижение уровня урожайности озимой пшеницы при посеве в первой декаде сентября связано с уменьшением количества растений, зёрен в колосе и массы зерна с колоса вследствие полегания сортов озимой пшеницы в условиях переувлажнения.

Неблагоприятные условия перезимовки 2002/03 и 2004/05 гг. привели к частичной гибели озимых хлебов, что явилось следствием меньшей сохранности растений к уборке. В таких условиях больше всего пострадала пшеница позднего срока посева, так как растения ушли в зиму в фазе двух листьев – начала кущения. Кроме того, опытным путём установлена зависимость урожая озимой пшеницы от фазы, в которой она находилась перед уходом в зиму: при перезимовке в фазе второго листа урожайность составляла 30–50% от максимально возможной, а в фазе кущения – 100%. Таким образом, необходимо подчеркнуть, что, несмотря на очень неблагоприятное сочетание метеорологических факторов, действовавших на растения озимой пшеницы зимой в перечисленные выше годы, перезимовка посевов зависела в основном от состояния растений перед уходом в зиму. Гибель растений и сильное изреживание их отмечено преимущественно на тех посевах, которые слабыми ушли в зиму.

На основании приведенных выше данных можно заключить, что посев семенами районированных сортов в начале первой, второй декады сентября, в хорошо подготовленную почву в значительной мере гарантирует получение высоких и стабильных урожаев на уровне 3,10–3,59 т/га с качеством зерна, пригодного на хлебопекарные и технологические цели.

Литература

1. Цепенко, А.А. Влияние норм высева и сроков посева на урожайность и качество зерна яровой пшеницы / А.А. Цепенко // Земледелие и растениеводство. – 1969. – Т. 5, Вып. 3. – С. 117–133.

2. Иодко, Л.Н. Норма высева и урожай яровой твердой пшеницы // Л.Н. Иодко // Тр. Северо-Казахстанской СХОС. – 1971. – Т. 5. С. 72–76.

3. Сулейменов, М.К. Теоретические основы оптимальных площадей питания яровой пшеницы в северном Казахстане / Сулейменов М.К. // Автореф. дис. … канд. с.-х. наук. – Шортанды, 1980.

4. Турбеков, С.О. влияние некоторых агротехнических приёмов на формирование урожая озимой пшеницы и качество зерна / Турбеков С.О. // Автореф. дис. … канд. с.-х. наук. – Москва, 1986.

Таблица 3 – Урожайность озимой пшеницы в зависимости от приёмов возделывания, т/га

Срок посева	Фон минераль-ного питания	Норма высева, млн./га	Безенчукская 380			Золушка			Московская 39		
			2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
1 срок	естественный	4	1,32	3,51	2,72	1,68	3,74	2,96	1,69	4,13	3,90
		5	1,80	3,56	2,82	1,64	3,77	3,30	2,00	4,10	4,09
		6	2,05	3,33	3,29	2,13	3,58	3,21	2,25	4,06	4,20
	удобренный	4	1,82	3,31	2,87	2,21	3,35	3,52	2,10	4,94	4,11
		5	2,50	3,22	3,31	2,49	3,34	3,82	2,60	4,96	4,33
		6	2,90	3,22	3,60	2,73	3,43	3,96	2,60	4,46	4,39
2 срок	естественный	4	2,04	4,12	2,31	1,95	4,28	2,22	2,20	4,76	3,65
		5	2,42	4,38	2,33	2,30	4,35	2,67	2,50	4,84	3,36
		6	2,02	4,30	3,25	2,50	4,36	2,61	2,23	5,06	3,33
	удобренный	4	2,23	4,31	2,29	2,21	4,45	2,47	2,10	4,89	3,40
		5	2,70	4,54	2,55	2,63	4,40	2,63	2,34	5,19	3,82
		6	2,70	4,73	3,02	2,60	4,40	2,70	2,50	5,10	3,30
3 срок	естественный	4	1,62	4,67	1,82	1,61	4,20	1,89	2,40	4,86	2,98
		5	1,82	4,37	1,89	1,88	4,66	2,02	2,60	4,80	3,01
		6	2,13	4,51	2,34	2,11	4,28	2,18	2,70	4,91	3,12
	удобренный	4	1,54	4,86	1,91	1,59	4,58	2,00	2,50	4,86	2,90
		5	2,12	4,51	2,12	1,90	4,99	2,24	2,64	4,92	3,08
		6	2,13	4,53	2,40	2,22	4,58	2,47	2,70	4,92	3,16

Таблица 4 – Влияние изучаемых факторов на урожайность озимой пшеницы (среднее за 2003–2005 гг.)

Факторы, взаимодействие		Безенчукская 380			Золушка			Московская 39		
		урожайность, т/га	± к контролю, т/га	$НСР_{05}$, т/га	урожайность, т/га	± к контролю, т/га	$НСР_{05}$, т/га	урожайность, т/га	± к контролю, т/га	$НСР_{05}$, т/га
A срок посева	ранний	2,84	контр.	0,07	3,05	контр.	0,07	3,61	контр.	0,06
	средний	3,12	+0,28		3,10	+0,05		3,59	-0,02	
	поздний	2,85	+0,01		2,86	-0,19		3,50	-0,08	
B фон удобрения	естественный	2,84	контр.	0,06	2,89	контр.	0,06	3,47	контр.	0,05
	$N_{90}P_{40}K_{50}$	3,03	+0,19		3,11	+0,22		3,66	+0,19	
C норма высева	4 млн./га	2,74	-0,40	-	2,83	-0,29	-	3,47	-0,14	-
	5 млн./га	2,94	-0,20		3,06	-0,06		3,62	+0,01	
	6 млн./га	3,14	контр.		3,12	контр.		3,61	контр.	
AB	1 срок × ест.	2,71	контр.	0,12	2,89	контр.	0,10	3,38	контр.	0,09
	1 срок × NPK	2,97	+0,26		3,21	+0,32		3,83	+0,45	
	2 срок × ест.	3,02	+0,31		3,03	+0,14		3,55	+0,23	
	2 срок × NPK	3,23	+0,52		3,17	+0,28		3,62	+0,31	
	3 срок × ест.	2,79	+0,08		2,76	-0,13		3,49	+0,17	
	3 срок × NPK	2,90	+0,19		2,95	+0,06		3,52	+0,20	
BC	ест. × 4 млн.	2,68	-0,34	-	2,73	-0,27	-	3,40	-0,14	-
	ест. × 5 млн.	2,82	-0,20		2,95	-0,05		3,48	-0,12	
	ест. × 6 млн.	3,02	контр.		3,00	Контр.		3,54	контр.	
	NPK × 4 млн.	2,79	-0,23		2,93	-0,07		3,53	-0,01	
	NPK × 5 млн.	3,06	+0,04		3,16	+0,16		3,76	+0,22	
	NPK × 6 млн.	3,25	+0,23		3,23	+0,23		3,68	+0,14	

5. Ковтун, И.И. Оптимизация условий возделывания озимой пшеницы по интенсивной технологии / И.И. Ковтун, Н.И. Гойса, Б.А. Митрофанов. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1990. – С. 49.

6. Ниловская, Н.Т. Методические указания по проведению морфофизиологического контроля за состоянием пшеницы при возделывании её по интенсивной технологии / Н.Т. Ниловская, Т.А. Разоренова, Н.В. Остапенко. – Москва, 1989. – 37 с.

7. Чельцова, Л.П. Учёт осенне-весеннего развития злаков в селекции на зимостойкость / Л.П. Чельцова // Селекция и семеноводство. – 1989. – № 2. – С. 2–5.

8. Дмитриенко, В.П. О динамичности элементов урожайности / В.П. Дмитриенко // Труды УкрНИИ Госкомгидромета. – 1980. – Вып. 182. – С. 22–35.

———

УДК 631.5:633.11«324»

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ПОСЕВА, НОРМ ВЫСЕВА И УДОБРЕНИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА

И.В. Бакулова

В статье приводятся результаты исследований по влиянию норм высева, различных сроков посева и расчётных норм минеральных удобрений на фотосинтетическую деятельность посева озимой пшеницы. Выявлено влияние изучаемых факторов на величину фотосинтетического потенциала и окупаемость его зерном в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Важнейшие агротехнические факторы, влияющие на рост, развитие и продуктивность озимой пшеницы – срок посева и норма высева на разных фонах минерального питания. Мы изучали комплексное воздействие этих факторов на опытном поле Пензенского НИИСХ в 2003–2005 гг. Почва опытного участка – чернозём слабовыщелоченный с pH 6,2, содержанием гидролизуемого азота – 85 мг/кг почвы, подвижного фосфора – 166 мг/кг, калия – 180 мг/кг почвы. На основании данных химического анализа почвы были рассчитаны нормы внесения минеральных удобрений на планируемый урожай 6 т/га. Посев проводили в три срока с нормами высева в каждом сроке 4, 5, 6 млн. всхожих зёрен на гектар. Первый срок посева в годы исследований соответствовал датам с 30 августа по 10 сентября, второй срок – с 11 по 20 сентября, третий срок – с 21 по 30 сентября. Объектом исследования в опыте являлись сорта озимой мягкой пшеницы Безенчукская 380, Золушка, Московская 39.

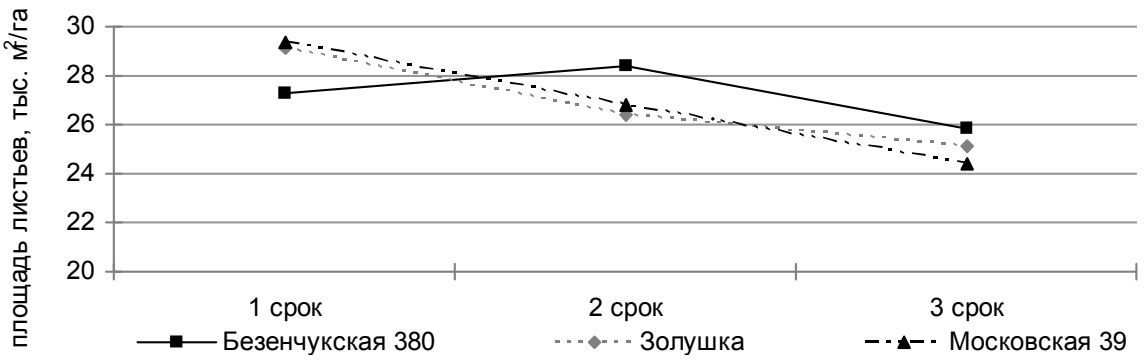
Важная роль в создании урожая принадлежит фотосинтезу, так как продуктивность растений определяется в основном активностью фотосинтетического аппарата. В процессе фотосинтеза создаётся 95% массы растений, не случайно теоретическую основу учения об урожае составляет учение о фотосинтезе. Поверхность листьев – основной показатель, характеризующий состояние посевов с точки зрения их фотосинтетической деятельности. Ведущая роль в процессе фотосинтеза принадлежит листьям [1]. Показатели роста площади листьев могут характеризовать степень обеспеченности посевов влагой, минеральным питанием, а также реакцию растений на условия выращивания.

Посевами с оптимальным ходом развития следует считать такие, в которых относительная площадь листьев быстро достигает размеров примерно 4,0–4,5 $м^2/м^2$ и как можно дольше (в зависимости от длительности вегетационного периода) сохраняется в активном состоянии на этом уровне и, наконец, значительно уменьшается или листья полностью отмирают, отдавая пластические вещества на формирование репродуктивных или запасающих органов. Увеличение листовой поверхности выше 5 $м^2/м^2$ является отрицательным фактором, так как при этом ухудшаются условия освещённости нижних ярусов, снижается их фотосинтез, начинается отмирание листьев, вытягивание стеблей, «жирование» и полегание растений [2,3].

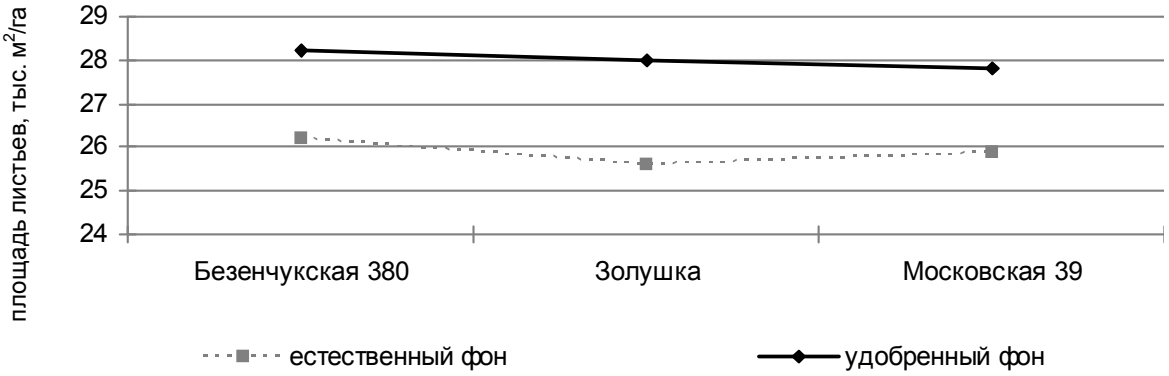
По гидротермическим показателям 2004 г. был наиболее благоприятным, что способствовало формированию большей площади листовой поверхности на единице площади посева, тогда как площадь листьев одного растения была больше в 2005 г., что явилось следствием меньшей сохранности растений в зимне-весенний период.

Сравнивая листовую поверхность растений озимой пшеницы разных сроков сева, следует отметить, что ранние посевы формировали большую листовую поверхность, которая в фазу колошения достигала максимальных размеров и находилась в пределах 27,7–33,3 тыс. $м^2$/га у сорта Московская 39, 23,7–31,8 тыс. $м^2$/га у сорта Золушка. Растения сорта Безенчукская 380 наибольшую листовую поверхность образовывали при втором сроке посева: 24,9–34,2 тыс. $м^2$/га. Растения поздних сроков сева имели несколько меньшую листовую поверхность (25,8 тыс. $м^2$/га у сорта Безенчукская 380, 25,1 тыс. $м^2$/га у сорта Золушка, 24,4 тыс. $м^2$/га у сорта Московская 39) (рис. 1а).

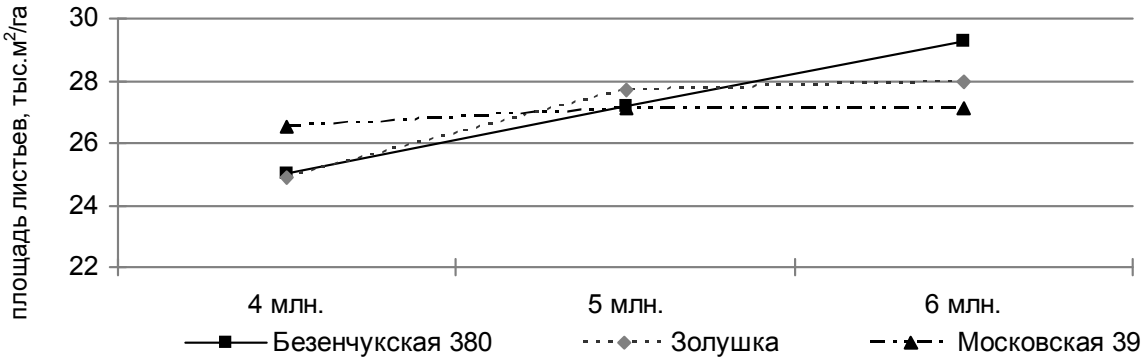
Значительно большего размера площадь листьев достигала при внесении расчётной дозы минерального удобрения – прибавка составила в среднем 2 тыс. $м^2$/га у сорта Безенчукская 380, 2,4 тыс. $м^2$ у сорта Золушка, 1,9 тыс. $м^2$/га у сорта Московская 39 (рис. 1б).



А. Срок посева



Б. Внесение удобрений



В. Норма высева

Рис. 1. Формирование листовой поверхности в зависимости от приёмов агротехники (2004–2005 гг.)

Снижение нормы высева до 4 млн./га увеличивало площадь листьев растения, но уменьшало суммарную листовую поверхность посева. Так, на варианте с нормой высева 4 млн./га площадь листьев, относительно варианта 6 млн./га, снижается на 4,3 тыс. м^2/га у сорта Безенчукская 380, на 3,1 тыс. м^2/га у сорта Золушка, на 0,6 тыс. м^2/га у сорта Московская 39; на варианте 5 млн./га – на 2,1; 0,3; 0,6 тыс. м^2/га соответственно (рис. 1в).

Максимум площади листьев является хорошим показателем условий для формирования урожая зерна озимой пшеницы. Но, поскольку продуктивность фотосинтеза характеризует работу площади листьев, а не площади посева, где может быть разное количество растений и листьев, то данные фотосинтеза не всегда коррелируют с величиной урожая [4]. В наших исследованиях урожайность находится в тесной связи с площадью листьев (r=0,766; 0,722; 0,550 соответственно у сортов Безенчукская 380, Золушка и Московская 39).

Нами рассчитаны листовые индексы озимой пшеницы. Интересно, что у всех сортов они не обнаруживают существенного различия в общей надземной массе при более поздних сроках посева. Основные различия проявились при первом сроке посева: если у сортов Безенчукская 380 и Золушка высокие показатели получены при норме высева 6 млн./га, то у сорта Московская 39 – при 4 млн./га (рис. 2).

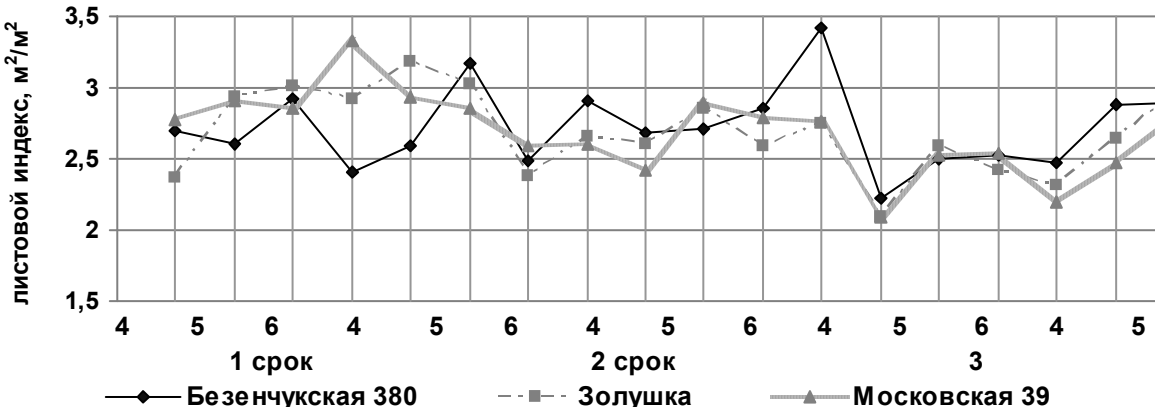


Рис. 2. Листовой индекс у сортов озимой мягкой пшеницы (2003–2005 гг.)

Таким образом, у исследуемых сортов озимой пшеницы имеется оптимальный размер листового аппарата. Согласно А.А. Ничипоровичу [4], площадь листьев в фазе колошения, необходимая для нормального роста и развития озимой пшеницы, составляет 20–40 тыс. м^2/га. В наших исследованиях площадь листьев озимой пшеницы при всех сроках посева превышает 20 тыс. м^2/га. Это свидетельствует о возможности растений в посеве использовать достаточное количество ФАР и давать высокую урожайность.

Итоговым показателем фотосинтетической деятельности растений является урожай биомассы. Надземная биомасса – интегральный показатель состояния посева, отражающий агрометеорологические условия произрастания, биологические особенности сорта, уровень агротехники и др. Кроме того, величина урожая био-

массы определяется уровнем влагообеспеченности растений в течение вегетации [5].

Накопление сухого вещества озимой пшеницы проходило пропорционально формированию площади листьев и увеличивалось с возрастом растений. Однако в отличие от площади листьев, его прирост не прекращался в фазу колошения и достигал максимума в фазу молочной спелости зерна. В среднем за три года исследований накопление сухого вещества варьировало от 5,33 до 7,93 т/га у сорта Безенчукская 380, от 5,87 до 8,96 т/га – у сорта Золушка, от 6,42 до 9,06 т/га – у сорта Московская 39.

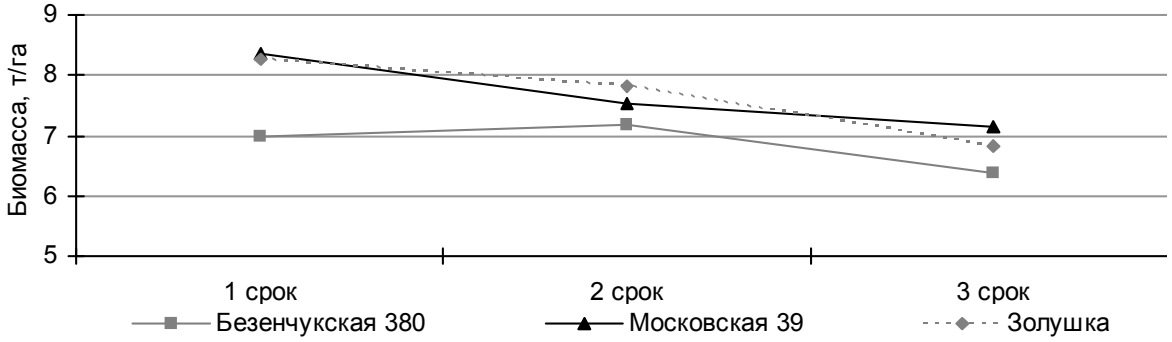
Величина урожая биомассы озимой пшеницы определялась гидротермическими условиями периода вегетации. Наибольшее количество биомассы сформировали растения озимой пшеницы при повышенных условиях увлажнения периода вегетации в 2004 г. (ГТК 1,4–1,8) – 6,9–11,0 т/га у сорта Безенчукская 380, 6,3–13,9 т/га у сорта Золушка, 6,0–12,1 т/га у сорта Московская 39. В 2005 г. (ГТК 1,2–1,3) количество биомассы находилось в пределах 4,6–7,20 т/га; 5,9–7,35 т/га; 5,9–7,08 т/га соответственно. Примерно на таком же уровне продуктивности были растения озимой пшеницы и в 2003 г. Неблагоприятные условия перезимовки 2002/03 гг. привели к гибели озимых хлебов, поэтому сбор сухой биомассы был низким, несмотря на то, что осадков в этот год выпало больше чем в 2004 и 2005 гг. Сбор сухого вещества по вариантам опыта составил 4,09–8,9 т/га у сорта Безенчукская 380, 5,4–8,9 т/га у сорта Золушка, 6,25–8,8 т/га у сорта Московская 39.

В среднем за годы исследований наибольшее накопление сухого вещества сортами Золушка и Московская 39 отмечено при посеве в первый срок – 8,26 и 8,36 т/га соответственно. Сорт Безенчукская 380 сформировал больший урожай биомассы при втором сроке посева – 7,19 т/га, что выше, чем при первом и третьем сроке на 0,19 и 0,83 т/га соответственно (рис. 3а).

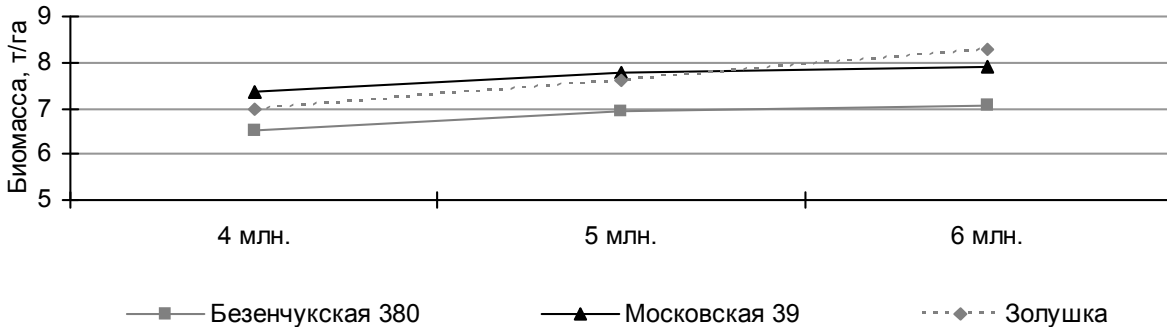
Наибольший сбор сухого вещества на протяжении трёх лет исследований формировался на варианте с нормой высева 6 млн./га, за счёт большего числа растений на единице площади, поэтому уменьшение нормы высева приводило к снижению данного показателя. Так, на варианте с нормой высева 4 млн./га сбор сухого вещества, относительно варианта 6 млн./га, снижается на 7,8% у сорта Безенчукская 380, на 15,7% у сорта Золушка, на 7,1% у сорта Московская 39, на варианте 5 млн./га – на 6%, 8,3%, 2% соответственно (рис. 3б).

Большое влияние на накопление сухой биомассы оказали минеральные удобрения: на фоне NPK количество биомассы увеличивалось на 0,83 т/га (или 11,4%) у сорта Безенчукская 380, на 0,43

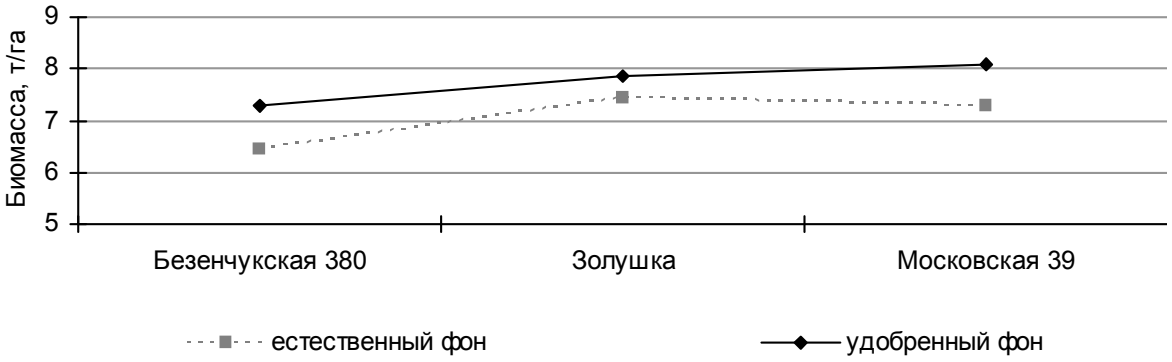
т/га (6%) у сорта Золушка, на 0,84 т/га (10,2%) у сорта Московская 39 (рис. 3в).



А. Срок посева



Б. Норма высева



В. Внесение удобрений

Рис. 3. Накопление сухого вещества сортами озимой пшеницы в зависимости от элементов агротехники (2003–2005 гг.)

Нами установлена тесная корреляционная связь между урожайностью зерна и накоплением сухого вещества: r=0,68; 0,80 и 0,56 у сортов Безенчукская 380, Золушка и Московская 39 соответственно. Это согласуется с результатами ряда других исследователей, также отмечавших наличие тесной связи урожайности с величиной надземной биомассы [5–9]. Таким образом, надземная биомасса может служить достаточно надёжным прогностическим признаком при прогнозировании урожайности озимой пшеницы.

Согласно Ничипоровичу А.А. [4], для нормального роста и развития озимой пшеницы накопление сухого вещества в конце вегетации должно составлять 7--17 т/га. В наших исследованиях накопление сухого вещества озимой пшеницы при разных сроках сева варьировало в пределах 5,33–7,93 т/га у сорта Безенчукская 380; 5,87–8,96 т/га у сорта Золушка; 6,42–9,06 т/га у сорта Московская 39.

Основные показатели фотосинтеза – это фотосинтетический потенциал (ФП), отражающий мощность ассимиляционного аппарата за вегетацию, и чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), характеризующая способность растений накапливать сухое вещество за сутки в расчёте на 1 м^2 листьев. Эти показатели подвержены изменчивости под влиянием агротехнических приёмов, условий вегетационного сезона, а также в процессе онтогенеза.

Основное влияние на ФП озимой пшеницы оказали сроки посева. С опозданием срока посева ФП у сортов Золушка и Московская 39 уменьшается на 169 и 225 тыс.м^2-суток/га. У сорта Безенчукская 380 максимальный показатель получен при втором сроке посева – 1595 тыс.м^2-суток/га. Между ранним и поздним сроком посева разницы несущественна – 1489 и 1460 тыс.м^2-суток/га (таблица).

Наибольший ФП отмечен на варианте с нормой высева 6 млн./га у всех сортов: Безенчукская 380 – 1633 тыс.м^2-суток/га, Золушка – 1529 тыс.м^2-суток/га, Московская 39 – 1505 тыс.м^2-суток/га. Снижение ФП, относительно лучшего варианта, при норме высева 4 млн./га составило соответственно 14,6, 11,0 и 2,2%. На варианте 5 млн./га снижение составило 7,1% у сорта Безенчукская 380; 1,1% у сорта Золушка, а у сорта Московская 39 ФП не отличался от лучшего варианта.

Минеральные удобрения не только повышают продуктивность фотосинтетических процессов растений, но и являются стабилизирующим фактором продуктивности по годам [5]. Превышение ФП относительно неудобренного варианта составляло 7,1–8,6% в зависимости от сорта

ЧПФ у сорта Безенчукская 380 возрастала при первом сроке посева (5,1 против 4,3–4,4 г/м^2 сутки), на фоне минерального питания (4,7 против 4,5 г/м^2 сутки), при посеве с нормой высева 4 млн./га (4,8 против 4,3–4,7 г/м^2 сутки).

У сорта Золушка при первом сроке посева показатель ЧПФ составил 5,8 г/м^2 сутки, при отодвигании срока посева отмечалось снижение продуктивности листового аппарата и значения ЧПФ составило 5,3–5,2 г/м^2 сутки. Исследованиями установлено, что преимущество в развитии листовой поверхности при норме высева 6 млн./га положительно сказалось и на формировании ЧПФ, в резуль-

тате чего данный показатель составил 5,7 г/м^2 сутки. Вследствие увеличения площади листьев при внесении удобрения несколько снизилась отдача с единицы её площади, в результате чего ЧПФ на удобренных вариантах снизилась до 5,2 г/м^2 сутки против 5,6 г/м^2 сутки на вариантах без применения удобрений.

Фотосинтетическая деятельность посевов озимой пшеницы (2004–2005 гг.)

Факторы			Безенчукская 380		Золушка		Московская 39	
срок посева	фон питания	норма высева	ФП, тыс м^2/га× сут.	ЧПФ, г/м^2× сут.	ФП, тыс м^2/га× сут.	ЧПФ, г/м^2× сут.	ФП, тыс м^2/га× сут.	ЧПФ, г/м^2× сут.
1	естественный	4 млн.	1472,3	4,0	1269,0	5,8	1508,6	5,3
		5 млн.	1418,8	5,6	1575,7	5,6	1586,5	5,4
		6 млн.	1588,3	5,0	1613,5	6,5	1549,5	5,6
	удобренный	4 млн.	1315,4	6,3	1562,3	5,3	1815,4	4,9
		5 млн.	1410,0	5,3	1704,6	5,3	1598,5	5,8
		6 млн.	1728,3	4,3	1624,1	6,0	1555,7	6,2
2	естественный	4 млн.	1399,9	4,2	1314,4	5,4	1449,7	4,4
		5 млн.	1632,9	4,0	1464,2	4,9	1460,0	4,8
		6 млн.	1499,1	4,3	1435,6	6,1	1359,5	6,0
	удобренный	4 млн.	1520,9	4,7	1571,7	4,6	1630,6	4,1
		5 млн.	1598,5	5,1	1427,3	5,3	1563,6	4,9
		6 млн.	1919,0	3,7	1512,0	5,7	1545,0	5,0
3	естественный	4 млн.	1257,2	5,0	1161,8	5,3	1180,6	5,1
		5 млн.	1414,6	4,3	1436,5	5,4	1423,5	5,0
		6 млн.	1426,5	4,2	1341,9	5,7	1434,9	4,4
	удобренный	4 млн.	1398,2	4,4	1280,5	5,1	1245,6	5,9
		5 млн.	1628,4	4,0	1464,4	5,2	1397,2	5,7
		6 млн.	1634,4	4,2	1647,7	4,4	1584,6	4,7
Среднее по вариантам			1514,6	4,3	1467,1	5,4	1493,8	5,2

У сорта Московская 39 при первом сроке посева ЧПФ составила 5,5 г/м^2 сутки, при втором сроке посева – 4,9 г/м^2 сутки, при третьем сроке посева – 5,1 г/м^2 сутки. При посеве с нормой высева 5 и 6 млн./га ЧПФ составила 5,3 г/м^2 сутки. Применение минеральных удобрений несколько повысили продуктивность фотосинтеза растения, и ЧПФ составил 5,2 против 5,1 г/м^2 сутки.

Особенно важно отметить, что существует связь между чистой продуктивностью фотосинтеза и ассимиляционной поверхностью растений. В наших исследованиях коэффициент корреляции между площадью листьев растений озимой пшеницы и фотосинтетическим

потенциалом составил 0,988 у сорта Безенчукская 380 и 0,991 у сортов Золушка и Московская 39.

Изучение продуктивности фотосинтезирующей системы растения и взаимосвязи её с показателями урожая приобретают в физиологических исследованиях всё большее значение [3,10,11]. В наших исследованиях отмечается положительная корреляция между урожайностью озимой пшеницы и продуктивностью фотосинтеза (0,565–0,789 в зависимости от сорта).

Таким образом, показатели фотосинтетической деятельности растений озимой пшеницы зависят от агротехнических приёмов возделывания, прихода ФАР и генетических особенностей сортов озимой пшеницы. Обеспечение растений минеральным питанием, подбором оптимального срока посева и нормы высева позволяет наиболее полно раскрыть фотосинтетический потенциал, от которого зависит окончательный уровень урожайности озимой пшеницы.

Литература

1. Росс, Ю.К. Радиационный режим и архитектоника Растительного покрова / Ю.К. Рос. – Л.: Гидрометеоиздат, 1975.

2. Ничипорович, А.А. Теоретические основы повышения продуктивности растений / А.А. Ничипорович. – М.: ВИНИТИ, 1977. – 134 с.

3. Кумаков, В.А. Фотосинтетическая деятельность растений в аспекте селекции / В.А. Кумаков // Физиология фотосинтеза. – М., 1982. – С. 283–293.

4. Ничипорович, А.А. Фотосинтез и урожай / А.А. Ничипорович. – М.: Знание, 1966. – 148 с.

5. Шнайдер, В.В. Влияние минеральных удобрений на фотосинтетическую деятельность и урожайность ярового ячменя / В.В. Шнайдер / Проблемы интенсификации почвозащитного земледелия: Сб. научных трудов. – Целиноград, 1992. – С. 78–85.

6. Гаценко, Р.В. Об использовании элементов продуктивности озимой пшеницы при прогнозировании её урожайности / Р.В. Гаценко, В.С. Антоненко // Труды УкрНИИ Госкомгидромета. – 1985. – Вып. 213. – С. 68–72.

7. Горелько, Н.М. Зависимость зерновой продуктивности ячменя от накопления сухой биомассы в различных агрометусловиях / Н.М. Горелько // Резервы повышения плодородия почв и эффективности удобрений. – 1985. – С. 64–69.

8. Джубатырова, С.О. О формировании листовой поверхности у твердой пшеницы в условиях Западного Казахстана / С.О. Джубатырова // Селекция и семеноводство. – 2001. – № 1–2. – С. 54–56.

9. Исайчев, В.А. Фотосинтетическая деятельность растений озимой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян пектином и микроэлементами. / В.А. Исайчев, Ф.А. Мударисов // Зерновое хозяйство. – 2003. – № 7. – С. 19–21.

10. Беденко, В.П. Фотосинтез и продуктивность пшеницы на юго-востоке Казахстана / В.П. Беденко. – Алма-Ата, 1980. – С. 54–63.

11. Быков, О.Д. Сравнительный физиологический анализ некоторых сортов яровой пшеницы современной и стародавней селекции / О.Д. Быков, О.В. Сахарова, В.Г. Вержук // Физиолого-генетические основы интенсификации селекционного процесса. – Саратов. – 1984. – С. 54–55.

———

УДК 633.13: 661.152.3 (470.40)

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО УДОБРЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОВСА ГОЛОЗЁРНОГО В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

В.А. Самодуров

В статье научно обоснованы элементы технологии выращивания голозёрного овса в условиях лесостепи Среднего Поволжья, позволяющие получать устойчивые урожаи зерна – ценного сырья для производства диетической и детской продукции.

Увеличение производства и расширение ассортимента продуктов диетического, детского питания и кормов для молодняка в животноводстве и птицы – важная задача агропромышленного комплекса России. Известно, что высококачественным сырьём для этой отрасли может служить овёс. Легкоусвояемые белки овса, их аминокислотный состав, наличие значительного количества пищевых волокон давно сделали эту культуру незаменимой составляющей диетических рационов. С давних времен овёс использовался для кормления лошадей, производителей и молодняка продуктивного скота, а также птицы. Голозёрный овёс превышает плёнчатый по содержанию жира, витаминов, белка и микроэлементов.

Максимальное снижение энергетических затрат при возделывании зерновых культур обуславливает возрастающий интерес исследователей и практических работников к голозёрным формам овса. Кроме того, получение сырья для диетических продуктов из голозёрного овса облегчено благодаря отсутствию плёнок цветковых чешуй, что на 20–30% снижает затраты на производство ядрицы. Однако голозёрные формы овса пока мало распространены в связи с недостаточно разработанной технологией выращивания, поэтому необходимо обосновать возможность их использования и разработать технологические приёмы возделывания, что актуально для расширения посевных площадей данной культуры.

Цель исследований: изучить особенности формирования продуктивности голозёрного овса и обосновать приёмы получения ус-

тойчивой урожайности с оптимальными показателями качества зерна.

Схема опыта:

Фактор А – сорта

1 – Аллюр – (контроль)

2 – Тюменский голозёрный

3 – Красноярский местный.

Фактор В – удобрения (внесение перед культивацией)

1 – естественное плодородие, (контроль)

2 – бактериальное удобрение (Ризоагрин 600 г на гектарную норму семян)

3 – бак. + $N_{30}P_{30}K_{30}$

4 – бак. + $N_{60}P_{60}K_{60}$

Фактор С – нормы высева семян

1 – НВ – 3,5 млн. всхожих семян на 1га (контроль)

2 – НВ – 4,0 млн. всхожих семян на 1га

3 – НВ – 4,5 млн. всхожих семян на 1га

4 – НВ – 5,0 млн. всхожих семян на 1га

За контрольный вариант сочетания приёмов технологии возделывания принят: естественное плодородие, сорт плёнчатого овса Аллюр и норма высева семян 3,5 млн.шт. всхожих зёрен на гектар.

Исследования проведены в 2003–2005 гг. на опытном поле ГНУ Пензенский НИИСХ. Почва опытного участка – чернозём выщелоченный, тяжелосуглинистый с содержанием гумуса 6,4–7,5%, легкогидролизуемого азота – 52–70 мг/кг, подвижного фосфора – 150–210, обменного калия – 115–160 мг/кг почвы, pHKCl – 5,2.

Объектом исследования являлись сорта голозёрного овса Тюменский голозёрный, Красноярский местный и плёнчатый овёс Аллюр. Изучение их проводили по общепринятым методикам. Предшественник в опытах – озимая пшеница. Обработка почвы состояла из зяблевой вспашки на глубину 20–22см, ранневесеннего боронования и двух культиваций. Удобрения ($N_{30}P_{30}K_{30}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$) вносили под культивацию. В качестве бактериального удобрения использовали ризоагрин в дозе 400 г на гектарную норму высева семян перед посевом. Посев проводили сеялкой СН-10Ц, уборку – комбайном «Hege-125». Учётная площадь делянок – 10м^2.

В качестве минеральных удобрений использовали азофоску (16:16:16). Ризоагрин представляет собой штамм бактерий Agrobacterium radiobacter 200, вырабатываемый Кузнецкой фабрикой бактериальных препаратов.

Годы исследований характеризовались различными гидротермическими условиями периода вегетации (рис. 1 и 2).

Погодные условия периода вегетации овса в годы исследований были относительно благоприятными для роста и развития рас-

тений, за исключением 2003 г.: сумма осадков превысила среднемноголетние показатели на 247 мм, 128 мм, 71 мм в 2003, 2004, 2005 гг. соответственно при превышении суммы эффективных температур на 288–450°С. Однако распределение метеофакторов по периодам вегетации было различным (табл. 1).

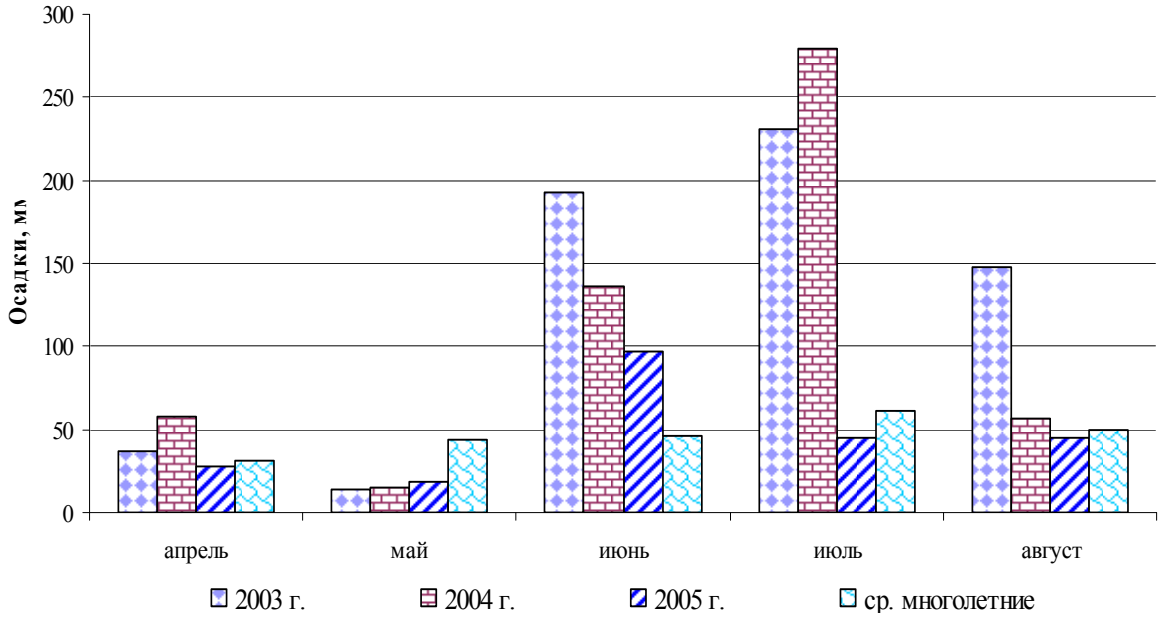


Рис. 1. Количество осадков за вегетационный период овса (по данным Лунинского АМП)

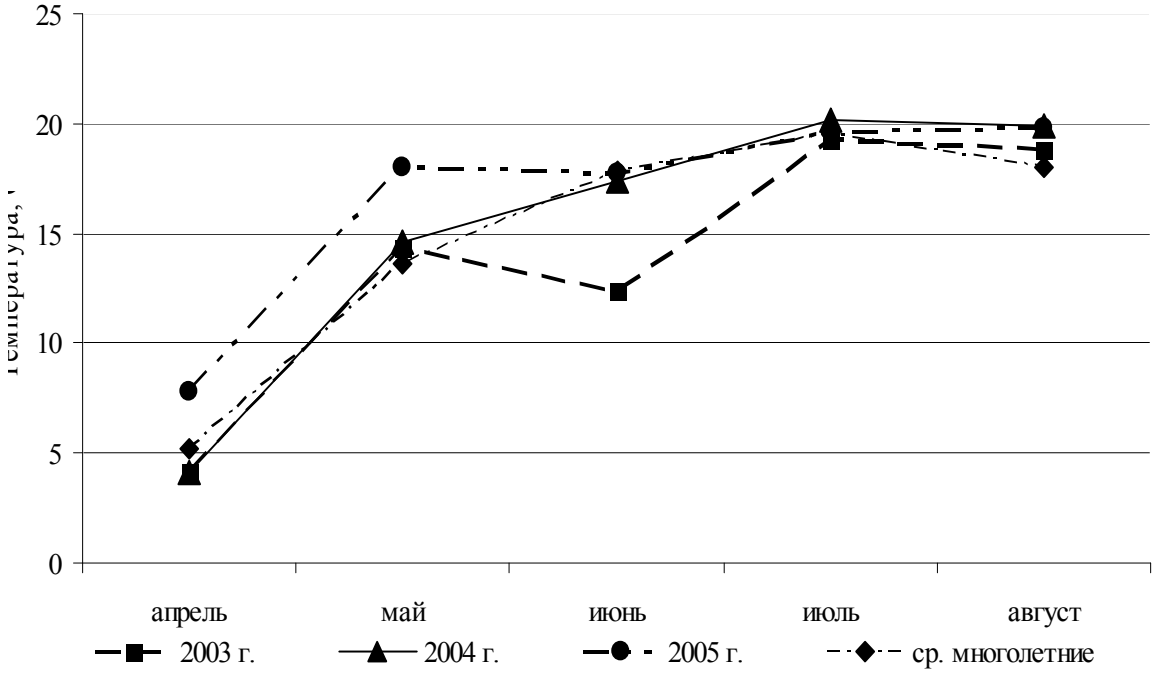


Рис. 2. Среднесуточная температура вегетационного периода овса (по данным Лунинского АМП)

Таблица 1 – Агрометеорологические показатели по межфазным периодам развития голозёрного овса

Показатель	Межфазные периоды					
	посев – всходы	всходы – кущение	кущение – вымётывание	вымётывание – восковая спелость	всходы – вымётывание	всходы – восковая спелость
2003 год						
∑ актив. t (>10°С)	119,4	233,3	846,9	384,9	1080,2	1465,1
Осадки, мм	4,3	48,1	250,8	80,5	298,9	374,4
ГТК	0,4	2,1	3,0	2,1	2,8	2,6
2004 год						
∑ актив. t (>10°С)	120,2	235,9	504,9	552,9	815,0	1367,9
Осадки, мм	4,3	13,5	80,2	161,7	93,7	255,4
ГТК	0,4	0,6	1,6	2,9	1,1	1,9
2005 год						
∑ актив. t (>10°С)	135,1	345,5	561,6	685,8	907,1	1592,9
Осадки, мм	27,3	60,7	91,1	45,8	151,8	197,9
ГТК	2,0	1,8	1,6	0,7	1,7	1,2
Среднемноголетние величины						
∑ актив. t (>10°С)	244,8	219,8	309,4	551,0	529,2	1080,2
Осадки, мм	23,8	20,7	28,0	78,2	48,7	126,9
ГТК	0,9	0,9	1,3	1,4	0,9	1,2

В период максимального потребления влаги в межфазный период «выход в трубку–вымётывание» в 2003 г. выпало избыточное количество осадков (ГТК=3,0) (табл. 1). Прошедший 9 июля ливневый с ветром дождь (67,2 мм) вызвал полегание на удобренных вариантах с нормой высева 4,5 и 5,0 млн. шт./га. Налив и созревание зерна в 2004 г. в относительно лучших условиях, но также имело место переувлажнение (ГТК=2,1). 2005 год характеризуется более благоприятными условиями для роста и развития растений овса. Межфазный период всходы – выметывания метёлки проходил при повышенной влажности (сумма осадков составила 151,8 мм, что на 103,1 мм выше среднемноголетних значений). Сумма активных температур превышала среднемноголетние данные на 378°С. Уборка проходила при сухой погоде, ГТК составил 0,7, что в 2 раза ниже среднемноголетнего показателя. гидротермического коэффициента 1,4.

Продолжительность межфазных периодов. Вегетационный период овса колеблется в больших пределах в зависимости от сорта и погодных условий. Различные метеорологические условия в

годы проведения исследований сказались на продолжительности межфазных периодов и всего периода вегетации.

Продолжительность периода вегетации овса сорта Аллюр составила в зависимости от года и нормы высева 84–99 суток, Тюменский голозёрный 73–98, Красноярский местный – 84–99 суток.

Наиболее заметна связь между тепловым режимом среды и потребностями растений проявляется в изменении продолжительности периода «посев–всходы». При достаточных запасах влаги существует положительная связь продолжительности периода посев – всходы со среднесуточной температурой за этот период. Продолжительность периода «всходы–вымётывание» также связана с температурой воздуха: чем она ниже, тем длиннее период.

Определена тесная зависимость урожайности от количества осадков за период «всходы–вымётывание». Менее тесная связь отмечается между урожайностью и количеством осадков в период «вымётывание–созревание» в меньшей степени.

Внесение удобрений и нормы высева не оказали значительного влияния на продолжительность межфазных и вегетационного периодов голозёрного овса.

Высота растений и устойчивость к полеганию в годы исследований, на различных вариантах у разных сортов также различались. Минимальная высота растений получена в 2004 г.: у сорта Аллюр – 105 см, Тюменский голозёрный – 96 см, Красноярский местный – 106 см, максимальная – в 2005 г. у голозёрных сортов – 129 и 134 см соответственно.

Удобрения способствовали увеличению высоты с 111 до 134 см у сорта Аллюр; с 95 до 107 см у сорта Тюменский голозёрный, с 119 до 137 см у сорта Красноярский местный.

Нами установлена тесная корреляционная зависимость между высотой растений и урожайностью сортов Аллюр и Тюменский голозёрный. Коэффициенты корреляции составили на фоне естественного плодородия r=0,89 и 0,80, на удобренном фоне r= -0,99 и r= -0,90 соответственно. Полегание привело к изменению взаимосвязей на удобренном фоне у сорта Красноярский местный: наличие длинной тонкой соломины привело к полеганию растений (наклон 60–80°) на удобренных вариантах с нормой высева 4,5–5,0 млн./га.

У сортов голозёрного овса отмечена обратная зависимость устойчивости от высоты растений и длины первого междоузлия. Для большей информативности нами были использованы и другие показатели, связанные с устойчивостью к полеганию – отношение диаметра первого междоузлия к его длине (d_1/l) и длины соломины к диаметру второго междоузлия (h/d_2) и коэффициент повышения устойчивости. Коэффициент корреляции устойчивости к полеганию с отношением d_1/l составил 0,64. Это отношение снижается при при-

менении минеральных удобрений и повышении нормы высева овса. У сорта Красноярский местный получены относительно низкие отношения обоих индексов, чем можно объяснить большую его склонность к полеганию.

В период вегетации 2003 г. наблюдалось самое сильное полегание за годы исследований. Это дало возможность оценить влияние элементов агротехники на данный признак. Установлено, что на устойчивость голозёрного овса к полеганию оказывали влияние все изучаемые факторы. Применение ризоагрина на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ и повышенные нормы высева семян вызывали полегание растений. У сорта Красноярский местный при норме высева 4,5 и 5,0 млн./га коэффициент устойчивости составляет 0,82, на пониженных нормах высева 3,5 и 4,0 млн./га 0,93.

В условиях 2004 г. отмечалось в основном прикорневое полегание растений, как последствия частых ливней, которые размывали верхний слой почвы, ослабляя сцепление корней с почвой.

2005 год характеризуется более благоприятными условиями для роста и развития растений овса. У сортов Аллюр и Тюменский голозёрный КПУ= 1, посевы практически не полегали.

Продукционный процесс. Возможность управления формированием урожая тесно связана с фотосинтетической деятельностью растений, которая зависит от площади листьев и времени их функционирования.

В зависимости от изучаемых факторов листовая поверхность растений сорта Аллюр изменялась от 29 тыс. $м^2$/га на контрольном варианте и до 33 тыс. $м^2$/га на удобренном варианте при норме высева 4 млн./га. Влияние фактора «удобрения» увеличивало площадь листьев одного растения от естественного фона до варианта с инокуляцией семян ризоагрином и внесением $N_{60}P_{60}K_{60}$ на 15%, общую листовую поверхность на гектар – на 12%.

Фотосинтетический потенциал возрастал с 1681 до 1938 тыс. $м^2$×сутки/га по вариантам. Чистая продуктивность фотосинтеза достигала максимального значения (4,15 г/$м^2$×сутки) на варианте ризоагрин + $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Уменьшение нормы высева с 5,0 до 3,5 млн./га увеличивало площадь листьев одного растения на 5% на естественном и на 13% – на удобренных фонах. Однако общая площадь листовой поверхности была выше на 20% при наибольшей норме высева за счёт увеличения количества растений на единице площади. При этом чистая продуктивность фотосинтеза составила при норме высева 3,5 млн./га на естественном фоне 2,9 г/$м^2$×сутки, при норме 4 млн./га – 3,0 г/$м^2$×сут., при 4,5 млн./га – 3,5 г/$м^2$×сут., при 5 млн./га – 2,8 г/ $м^2$×сут. Снижение этого показателя при 5 млн./га можно объяснить взаимным затенением растений при загущении.

Сорт Тюменский голозёрный формирует наиболее развитый ассимиляционный аппарат в значительной мере благодаря большим размерам флагового листа. Площадь листьев растения в фазу вымётывания составила в среднем 94,8 см^2, что на 0,4 см^2 больше, чем у сорта Аллюр. Величина площади листьев у сорта Тюменский голозёрный в зависимости от фона изменялась от 26,6 тыс. м^2/га на естественном фоне до 31,7 тыс. м^2/га на фоне ризоагрин +$N_{60}P_{60}K_{60}$. При снижении нормы высева площадь листьев уменьшалась с 30,0 до 29,1 тыс. м^2/га.

Посевы овса сорта Красноярский местный имели площадь листьев на уровне сорта Тюменский голозёрный (в среднем 31,7 тыс.м.^{2}/га). С применением удобрений площадь листьев увеличивалась на 8,8% по сравнению с не удобренными вариантами.

При норме высева семян 5,0 млн./га площадь листьев на всех вариантах снижалась на 0,2–2,0% по сравнению с посевами с нормой высева 3,5 млн./га. Поэтому оптимальная норма высева 4,0 млн./га снижает площадь листьев на 0,9 тыс.м^2/га, а площадь листьев на одном растении увеличивается на 9%.

Накопление растениями надземной биомассы является предпосылкой высокого урожая зерна. Считается что накопление сухого вещества, которое является функцией процесса ассимиляции, определяет продуктивность растений.

Сорта овса не различались по количеству биомассы, но у плёнчатого овса показатель был выше. Сорта распределились следующим образом: Аллюр – 5,6 т/га сухого вещества, Тюменский голозёрный – 4,7 т/га, Красноярский местный – 4,4 т/га. Сильное влияние на формирование биомассы оказали удобрения. Улучшение пищевого режима обеспечивало увеличение надземной биомассы растений овса у сортов: Аллюр – на 2,6 т/га (+49%), Тюменский голозёрный – на 0,47 т/га (+23%), Красноярский местный – на 0,1 т/га (+10%).

У всех сортов выявлена тесная связь между сухой биомассой и урожайностью зерна, связь от средней до тесной – между площадью листовой поверхности и урожайностью. Выявлена также тесная связь между площадью листовой поверхности и сухой биомассой у сортов Тюменский голозёрный и Красноярский местный.

Элементы структуры урожая. Голозёрный овёс кустится сильнее, чем плёнчатый. Поэтому повышенная кустистость голозёрного овса часто компенсирует изреженность его всходов. Изучаемые сорта голозёрного овса характеризовались высоким коэффициентом кущения, варьирующим по годам и вариантам опыта (1,6–2,9) (табл. 2).

Таблица 2 – Структура урожайности овса сортов (2003–2005 гг.)

Фактор		Тюменский голозёрный			Красноярский местный			Аллюр		
фон	норма высева	Масса 1000 зёрен, г	Число зёрен в метёлке	Масса зерна с метелки, г	Масса 1000 зёрен, г	Число зёрен в метёлке	Масса зерна с метелки, г	Масса 1000 зёрен, г	Число зёрен в метёлке	Масса зерна с метелки, г
Естественное плодородие	3,5	18,2	29,0	0,52	17,7	30,5	0,55	32,2	30,1	0,92
	4,0	19,7	34,1	0,69	18,0	33,9	0,64	31,5	31,1	0,87
	4,5	19,5	32,3	0,61	18,7	32,0	0,57	31,5	34,4	1,09
	5,0	18,8	31,8	0,59	18,6	29,1	0,52	30,0	38,0	1,14
Ризоагрин	3,5	18,6	42,6	0,71	17,9	26,2	0,47	32,8	37,4	1,16
	4,0	19,0	43,7	0,84	18,6	34,2	0,54	32,4	38,3	1,23
	4,5	19,5	38,3	0,79	18,7	36,9	0,74	32,2	41,5	1,34
	5,0	18,7	34,7	0,64	18,3	31,2	0,57	30,8	41,9	1,34
Ризоагрин + $N_{30}P_{30}K_{30}$	3,5	18,5	39,3	0,72	18,3	27,9	0,48	33,5	40,2	1,33
	4,0	19,2	43,5	0,74	18,7	33,4	0,58	33,3	44,0	1,48
	4,5	20,3	44,7	0,78	19,3	37,5	0,62	34,4	34,0	1,18
	5,0	19,7	38,4	0,61	18,1	29,7	0,53	34,0	39,3	1,34
Ризоагрин + $N_{60}P_{60}K_{60}$	3,5	19,1	39,0	0,63	17,8	29,7	0,49	30,5	34,8	1,18
	4,0	20,7	39,9	0,78	18,1	31,4	0,55	33,0	43,4	1,60
	4,5	20,6	37,6	0,69	18,3	32,5	0,59	34,5	44,5	1,52
	5,0	20,0	35,2	0,59	18,5	26,7	0,47	32,6	48,1	1,52

За годы исследований у сортов голозёрного овса отмечалась высокая положительная корреляция между продуктивной и общей кустистостью (r=0,97–0,79), продуктивной кустистостью и массой зерна с растения (r=0,88), средняя – между количеством зёрен с метёлки и длиной метёлки (r=0,35–-0,66), количеством зёрен и массой зерна с метёлки растения (r=0,64–0,46). Длина метёлки в опыте варьировала в зависимости от сорта и изучаемых агроприёмов. Наиболее длинной метелкой характеризовались сорта Тюменский голозёрный (14,0–20,9 см) и Красноярский местный – 14,0–20,1 см. Длина метёлки сорта Аллюр составляла 13,0–19,9 см (табл. 2). Озернённость метёлки – сложный показатель, зависящий от процесса формирования плодоносных колосков в метелке и зёрен в метелке. Озернённость метёлки варьировала по годам у сорта Аллюр от 30 до 48 шт. (в среднем 39,0 шт.), у сорта Тюменский голозёрный – 29–45 шт. (в среднем 37,1 шт.), у сорта Красноярский местный – 26–38 шт. (в среднем 32,0 шт.). На количество зёрен в метелке оказывали влияние все изучаемые факторы, особенно норма высева. Лучшая озернённость метелки отмечена при норме высева 4,0–4,5 млн. у голозёрных сортов овса, у сорта Аллюр при норме 4,5–5,0 млн./га (в среднем по сортам 39,5; 34,0; 41,0 шт.).

Внесение удобрений увеличивало у сорта Тюменский голозёрный озернённость метёлки на 21; 24; 17% по вариантам опыта. У сорта Красноярский местный – соответственно 4; 3; 4%. Сорт Аллюр обеспечил прибавку соответственно 16;10;13%. Сопряжённо варьировали признаки длина метёлки, количество колосков и зёрен в метёлке. При этом озернённость метёлки увеличивалась при норме высева 4 млн./га и фона удобрений – на 5–12 шт./метёлку (10–28%).

Аналогично варьировала и масса зерна с метёлки – прибавка составила по сортам 0,1 г (20%), 0,01 г (2%) и 0,27 г (24%) соответственно.

Длина метёлки, количество колосков и зёрен в метёлке варьировали. При этом озернённость метёлки при норме высева 4 млн./га и фона удобрений – на 5–12 шт./метёлку или на 10–28% выше, чем на контрольном варианте. Аналогично варьировала и масса зерна с метёлки – 0,1 г (20%), 0,01 г (2%), 0,27 г (24%) сравнительно с контролем по сортам соответственно.

Масса 1000 зёрен – важный признак, именно он в известной степени определяет продуктивность метёлки и урожайность. За годы исследований сорт Аллюр был самым крупнозёрным (32,4 г), за счёт наличия плёнки на зерне (28–30%). У сорта Тюменский голозёрный масса зёрен 19,4 г, у сорта Красноярский местный – 18,4 г.

Выявлена прямая средняя зависимость урожайности от массы 1000 зёрен у овса сорта Тюменский голозёрный и сильная связь у

сорта Красноярский местный. Сортовые различия проявились при применении удобрений. У сорта Тюменский голозёрный отмечена тенденция повышения массы 1000 зёрен, у сорта Красноярский местный она была слабой, у сорта Аллюр проявилась тенденция повышения на варианте ризоагрин + $N_{60}P_{60}K_{60}$ и норме высева 5,0 млн./га в пределах 13%.

Масса зерна в метёлке в среднем по сортам составляла: в 2003 г. (без сорта Аллюр) – 0,66; 0,58 г; в 2004 г. – 1,54; 0,67; 0,53 г; в 2005 г. – 1,04; 0,62; 0,47 г. Наименьшей продуктивностью метёлки отмечался сорт Красноярский местный (0,26–0,65 г, в среднем 0,47г), масса зерна с метёлки сорта Тюменский голозёрный составила 0,68 (0,43–1,04 г), сорта Аллюр – 1,90 (0,44–1,96 г).

Урожайность зерна. В среднем за три года максимальная урожайность у сорта Тюменский голозёрный – 2,04 т/га – была получена при сочетании элементов: норма высева 4 млн. всхожих зёрен на гектар, фон удобрения ризоагрин + $N_{60}P_{60}K_{60}$, однако при такой же норме высева и фоне удобрений ризоагрин + $N_{30}P_{30}K_{30}$ урожай 2,02 т/га получен при меньших затратах на удобрения. На чистом бактериальном фоне прибавка урожая составила 0,12 т/га (табл. 3).

Таблица 3 – Урожайность овса сорта Тюменский голозёрный

Фон	Норма высева всхожих семян	Урожайность зерна, т/га			
		2003 г.	2004 г.	2005 г.	средняя
Естественный	3,5 млн./га	1,65	1,24	1,59	1,49
	4,0 млн./га	1,77	1,55	1,68	1,67
	4,5 млн./га	1,73	1,72	1,44	1,63
	5,0 млн./га	1,78	1,68	1,40	1,62
Бактериальный	3,5 млн./га	1,75	1,51	1,65	1,64
	4,0 млн./га	1,82	1,74	1,81	1,79
	4,5 млн./га	1,79	1,84	1,69	1,77
	5,0 млн./га	1,81	1,72	1,56	1,70
Бак+ $N_{30}P_{30}K_{30}$	3,5 млн./га	1,84	1,80	1,83	1,82
	4,0 млн./га	1,93	1,94	2,18	2,02
	4,5 млн./га	1,90	2,09	2,00	2,00
	5,0 млн./га	1,81	2,01	1,96	1,94
Бак +$N_{60}P_{60}K_{60}$	3,5 млн./га	1,85	1,81	1,93	1,86
	4,0 млн./га	1,89	2,18	2,04	2,04
	4,5 млн./га	1,83	2,10	1,86	1,93
	5,0 млн./га	1,86	1,88	1,84	1,86
$НСР_{05}$	фактор В	0,033	0,030	0,016	0,081
	фактор С	0,033	0,026	0,036	0,032
	взаимодействие ВС	0,066	0,052	0,053	NS

Урожайность сорта Красноярский местный в зависимости от нормы высева распределялась следующим образом: самая высокая (1,94 т/га) – при норме высева 4,5 млн./га и фоне ризоагрин + $N_{30}P_{30}K_{30}$, ниже (1,86 т/га) – при норме высева 4 млн./га на этом же фоне удобрений, самая низкая (1,77 т/га) – при норме высева 5 млн./га (табл. 4).

Таблица 4 – Урожайность овса сорта Красноярский местный

Фон	Норма высева, всхожих семян	Урожайность зерна, т/га			
		2003 г.	2004 г.	2005 г.	средняя
Естественный	3,5 млн./га	1,77	1,17	1,64	1,53
	4,0 млн./га	1,84	1,48	1,92	1,75
	4,5 млн./га	1,78	1,28	1,87	1,64
	5,0 млн./га	1,83	1,24	1,75	1,61
Бактериальный	3,5 млн./га	1,81	1,31	1,72	1,61
	4,0 млн./га	1,87	1,36	1,82	1,68
	4,5 млн./га	1,86	1,39	1,81	1,69
	5,0 млн./га	1,82	1,41	1,63	1,62
Бак+ $N_{30}P_{30}K_{30}$	3,5 млн./га	1,86	1,63	1,52	1,83
	4,0 млн./га	1,96	1,79	1,83	1,86
	4,5 млн./га	1,94	1,77	2,12	1,94
	5,0 млн./га	1,83	1,68	1,80	1,77
Бак +$N_{60}P_{60}K_{60}$	3,5 млн./га	1,86	1,41	1,71	1,66
	4,0 млн./га	1,89	1,60	1,81	1,77
	4,5 млн./га	1,87	1,61	1,84	1,77
	5,0 млн./га	1,82	1,51	1,80	1,71
$НСР_{05}$	фактор В	1,89	1,51	1,90	1,77
	фактор С	0.033	0.026	0.223	0,69
	взаимодействие ВС	0,066	NS	NS	NS

Применение удобрений способствовало повышению урожайности на 0,3 т/га, чем при этой же норме высева – 4,5млн./га на контроле. с естественным фоном. С улучшением пищевого режима увеличивалась масса зерна с метёлки и количество продуктивных метёлок на квадратном метре.

Наибольшая прибавка урожайности сорта Красноярский местный при норме высева 4,5 млн. отмечена на фоне ризоагрин + $N_{30}P_{30}K_{30}$ и ризоагрин + $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 0,22–0,13 т/га. На бактериальном фоне прибавка в среднем составила 0,05 т/га.

На урожайность зерна плёнчатого сорта Аллюр в большей степени повлияли удобрения, а взаимодействие удобрений и нормы высева – в средней степени. Внесение удобрений существенно повлияло на урожайность, в среднем на 0,18 т/га (табл. 5).

Таблица 5 – Урожайность сорта Аллюр

Фон	Норма высева, всхожих семян	Урожайность зерна, т/га		
		2004 г.	2005 г.	средняя
Естест-венный	3,5 млн./га	3,10	3,04	3,07
	4,0 млн./га	3,19	3,00	3,09
	4,5 млн./га	3,31	3,79	3,55
	5,0 млн./га	3,34	3,71	3,52
Бактери-альный	3,5 млн./га	3,38	3,23	3,30
	4,0 млн./га	3,43	3,93	3,68
	4,5 млн./га	3,52	3,44	3,70
	5,0 млн./га	3,53	3,55	3,54
Бак+ $N_{30}P_{30}K_{30}$	3,5 млн./га	3,61	3,14	3,38
	4,0 млн./га	3,69	3,04	3,36
	4,5 млн./га	3,66	3,67	3,67
	5,0 млн./га	3,71	3,59	3,65
Бак +$N_{60}P_{60}K_{60}$	3,5 млн./га	3,69	3,20	3,44
	4,0 млн./га	3,77	3,27	3,52
	4,5 млн./га	3,89	3,55	3,72
	5,0 млн./га	4,03	3,27	3,65
$НСР_{05}$	фактор В	0.060	0.131	0,080
	фактор С	0.119	0.263	0,172
	взаимодействие ВС	0,052	NS	0,163

Взаимодействие факторов «норма высева» и «ризоагрин + NPK» повлияло на урожайность зерна сорта Аллюр. Прибавка к контролю составила на фоне ризоагрин – 0,18 т/га, на фоне ризоагрин + $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 0,28 т/га и на фоне ризоагрин + $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 0,42 т/га.

Натура зерна – один из важнейших показателей его физического свойства, она определяется однородностью размеров, поверхностью и плотностью зерновок. Голозёрные овсы имеют более выровненное зерно в колоске, чем плёнчатые. Данные по натуре зерна очень хорошо отражают условия, сложившиеся для развития растений овса в период налива и созревания.

В среднем за три года натура сорта Тюменский голозёрный составила 578 г/л, при незначительных отклонениях по вариантам.

Сорт Красноярский местный имел высокий показатель натуры – в среднем 587 г/л. Некоторая тенденция увеличения натуры зерна отмечена при повышении нормы высева семян.

Сорт Аллюр в 2004 г. сформировал зерно с натурой 473–491 г/л. В 2005 г. натура зерна по всем вариантам опыта была низкой.

Химический состав зерна. Голозёрные формы овса *Avena sativa* var. *inermis*, *chinenesis* имеют существенное преимущество перед районированными сортами плёнчатого по ряду биохимиче-

ских показателей – содержанию белка, незаменимых аминокислот, масла.

Содержание белка – один из самых важных показателей качества зерна овса, который определяет не только питательную ценность зерна и продуктов его переработки, но и технологические свойства.

Голозёрные сорта имели высокое содержание протеина в зерне – 15,5–16,2% (в среднем 15,9%), районированный плёнчатый сорта Аллюр – 10,8% (табл. 6).

Таблица 6 – Химический состав зерна плёнчатого и голозёрных сортов овса (2003–2005 гг.)

Фон	Содержание в % на сухое вещество								
	сырой протеин	жир	клетчатка	зола	Ca	P_2O_5	K_2O	N	БЭВ
Аллюр									
Естественный	10,88	2,54	8,88	3,53	0,12	0,59	0,64	1,74	0,71
Бактериальный	11,43	2,66	8,89	3,50	0,14	0,58	0,66	1,83	0,87
Бак+$(NPK)_{30}$	12,12	2,97	8,97	3,48	0,16	0,58	0,72	1,94	0,69
Бак+$(NPK)_{60}$	11,75	2,85	8,95	3,50	0,13	0,53	0,68	1,88	0,69
Тюменский голозёрный									
Естественный	13,88	5,26	1,52	2,72	0,05	0,60	0,60	2,22	0,71
Бактериальный	16,00	5,50	1,52	2,36	0,04	0,65	0,56	2,56	0,71
Бак+$(NPK)_{30}$	16,12	6,10	1,52	2,33	0,04	0,66	0,57	2,58	0,72
Бак+$(NPK)_{60}$	15,62	6,14	1,54	2,43	0,06	0,66	0,56	2,50	0,69
Красноярский местный									
Естественный	13,50	5,21	1,52	2,84	0,04	0,70	0,60	2,16	0,70
Бактериальный	15,62	5,18	1,53	2,58	0,07	0,64	0,56	2,50	0,71
Бак+$(NPK)_{30}$	16,12	6,95	1,52	2,47	0,06	0,70	0,57	2,58	0,67
Бак+$(NPK)_{60}$	16,50	7,26	1,52	2,58	0,06	0,70	0,54	2,64	0,66

В среднем за три года содержание жира в зерне овса было наиболее высоким у голозёрных сортов (5,8–6,2%). Высокий процент жира у сорта Аллюр 3,0% сформировался на удобренном фоне и норме высева 4,0 (ризоагрин + $N_{30}P_{30}K_{30}$).

Содержание кальция в зерне плёнчатого овса Аллюр увеличивается за счёт наличия плёнки и составляет 0,14% (у сортов Тюменский голозёрный и Красноярский местный – 0,048 и 0,058% соответственно). Азота в зерне сорта Аллюр содержится на 0,46% меньше, чем у голозёрных сортов, фосфора и калия – примерно одинаковые количества.

Микроэлементы, содержащиеся в зерне голозёрного овса можно расположить по убыванию их концентрации в следующий ряд: железо, марганец, цинк, медь, йод, кобальт.

В среднем по годам применение удобрений обеспечивало получение урожая с повышенным содержанием микроэлементов в зерне голозёрного овса за счёт лучшего развития растений на этих вариантах. Низкое содержание меди отмечается на всех вариантах опыта: от 6,0 до 6,7 мг/кг, зерно богато цинком – 18,5–28,5 мг/кг. Концентрация марганца высокая, максимальное содержание у голозёрных сортов 65 мг/кг. По содержанию свинца сорт Аллюр превышает голозёрные сорта овса на 0,218мг/кг, кадмия на 0,0299мг/кг, ртуть голозёрные сорта не содержат.

Полученные нами данные не превышали значений ПДК микроэлементов в зерне, которые составляют: для ртути – 0,03; кадмия – 0,1; свинца – 0,5; меди – 10,0; цинка – 50,0; мышьяка – 0,2 мг/кг.

Установлены различия в содержании витаминов у голозёрных и плёнчатых сортов овса. Наибольшее содержание витаминов выявлено у голозёрных сортов на удобренных фонах. Так, содержание витамина А составило 2,7 м. ед., витамин D обнаруживался в следовых количествах, витамина Е – 18,5–22,0 мг/кг, витамина B_1, B_2, B_3, B_5, B_6 – от 3,2 мг/кг сухого вещества, витамина B_4 – 1500–1900 мг/кг. У плёнчатого сорта Аллюр содержание витамина А в зерне было следовым, витамин D – отсутствовал, витамин Е содержался в количестве 13,0 мг/кг, витамины B_1 B_2, B_3, B_5, B_6 от 1,3 до 15,5 мг/кг, B_4 – 990–1150 мг/кг.

Анализ экономической эффективности показал, что увеличение производственных затрат при использовании удобрений окупается прибавочной стоимостью продукции. Применение бактериальных удобрений на сортах Аллюр, Тюменский голозёрный и Красноярский местный способствовало получению чистого дохода 13,87; 14,86 и 13,96 тыс. руб., при этом рентабельность составила 203; 254 и 239% соответственно. Наибольший условный чистый доход составил на варианте с обработкой семян ризоагрином 13,87 тыс. руб. у сорта Аллюр, у сортов Тюменский голозёрный и Красноярский местный на варианте ризоагрин + $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 16,39 и 14,89 тыс. руб. (цена реализации голозёрного овса – 12 руб.).

Таким образом, с учётом химического состава и экономики голозёрные сорта овса существенно превышают плёнчатый овёс, лучший вариант при норме высева 4,0 млн.шт./га у сорта Тюменский голозёрный и 4,5млн.шт./га у сорта Красноярский местный с обработкой семян ризоагрином и совместным применением удобрений, а максимальный чистый доход на 13,99 тыс.руб. и на 4,37 тыс.руб. уровень рентабельности получены на этих же вариантах на 236% и на 132%, соответственно.

УДК 631.5:631.559.2:633.31/.37:631.526.32

ПРИЁМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ НОВЫХ СОРТОВ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ

В.С. Епифанов, И.В. Епифанова, О.А. Тимошкин

Установлены приёмы технологии возделывания (нормы высева, способ посева, фон минерального питания, срок применения удобрений) многолетних бобовых трав – люцерны, клевера лугового, козлятника восточного, эспарцета песчаного, способствующие повышению семенной продуктивности на 16–48%.

Важнейшее значение в повышении плодородия чернозёма выщелоченного лесостепной зоны Поволжья имеет возделывание многолетних бобовых трав. 8 сортов селекции Пензенского НИИСХ: клевер луговой Пензенский 1, Пеликан и Присурский; люцерна: Большевъясская улучшенная, Лунинская 1 и Камелия; эспарцет Петушок и козлятник восточный Магистр за счёт азотфиксации накапливают в почве от 120 до 280 кг/га биологического азота, что равноценно внесению в почву 0,6–0,8 т/га аммиачной селитры. Поэтому, являясь источником самых дешёвых и полноценных кормов для животноводства, они служат лучшими предшественниками для других культур в полевых и прифермских севооборотах.

Основой энергосберегающей технологии возделывания любой сельскохозяйственной культуры является, безусловно, насыщение севооборотов посевами бобовых трав. Самой уязвимым местом адаптивной технологии остается, по-прежнему, неустойчивое семеноводство многолетних бобовых трав, многие их которых опыляются дикими пчелами и зависит от складывающихся погодных условий в течение вегетации. Таким образом, совершенствование сортовой агротехники возделывания новых сортов многолетних бобовых трав является в настоящее время весьма актуальным.

Опыты по совершенствованию технологии возделывания на семена районированного в Средневолжском регионе сорта клевера лугового Пензенский 1 проведены в 1971–1972 гг. на посевах элиты Центрального ОПХ. Сравнивали эффективность различных доз минеральных удобрений при разных сроках подкормки клевера: после уборки покровной культуры овса – осенью в 1-ой декаде сентября и весной во 2-ой декаде апреля – в начале отрастания. Удобрения вносили с учётом плодородия почвы и выноса питательных веществ на планируемый урожай семян.

Данные таблицы 1 показывают, что существенную прибавку урожая семян – 16% при весенней подкормке получили при применении суперфосфата P_{60}, но при осенней подкормке он был эффективнее – прибавка урожая семян составила – 24%.

Таблица 1 – Сравнительная эффективность различных доз минеральных удобрений при разных сроках подкормки клевера (1971–1972 гг.)

Вариант опыта		Средняя урожайность	
срок подкормки	доза внесения	кг	%
контроль	без подкормки	177	100
II декада апреля	$N_{30}P_{60}$	178	101
	$P_{60}K_{30}$	183	103
	$N_{30}P_{60}K_{30}$	185	105
	P_{60}	205	116
I декада сентября	$N_{30}P_{60}$	185	105
	$P_{60}K_{30}$	208	118
	$N_{30}P_{60}K_{30}$	198	112
	P_{60}	220	124

Следующим по эффективности при осенней подкормке было фосфорно-калийное удобрение – 18%. Азотно-фосфорное удобрение не оказало существенного влияния на урожай семян (прибавка в пределах ошибки опыта). При подкормке семенных посевов клевера за 2–3 недели до наступления осенних заморозков, растения используют часть внесённых удобрений, хорошо развиваются с осени, более устойчиво перезимовывают и быстрее отрастают весной.

На старовозрастных посевах (5-лет пользования) сорта люцерны Большевьясская улучшенная в Михайловском ОПХ проводили исследования (1971–1973 гг.) по влиянию осенней подкормки суперфосфатом P_{50} и дискованию бороной БДТ-2,2. В опыте изучали густоту люцерны и сорняков (однолетних и многолетних) на контроле (без подкормки и дискования почвы) в сравнении с изучаемыми вариантами и проводили структурный анализ урожая семян по всем вариантам (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние подкормки и дискования на урожай семян старовозрастной люцерны (1971–1973 гг.)

Вариант	Густота люцерны, шт./м^2	Засоренность, шт./м^2		Урожай семян	
		однолетние	многолетние	кг/га	%
контроль	60	10	8	98	100
подкормка, P_{50}	62	12	10	110	112
дискование в 2 следа	40	7	12	132	135
P_{50}+дискование	43	8	13	145	148
$НСР_{05}$				12	

Как показывают данные, дискование старовозрастной люцерны в 1-ой декаде сентября в 1,5 раза снижало густоту травостоя и

засоренность посевов однолетними сорняками, прибавка семян составила – 35%. Более эффективным оказалось сочетание двукратного дискования с осенней подкормкой посевов суперфосфатом P_{50}: урожайность семян повысилась на 48%. После дискования возросла засоренность посевов многолетними сорняками. Целесообразность проведения осеннего дискования зависит от погодных условий. При сырой и холодной погоде подрезание растений люцерны приводит к поражению грибными заболеваниями. Поэтому обработку посевов лучше проводить в 1-ой декаде сентября, когда стоит теплая и сухая погода. Ранневесеннее дискование старовозрастных посевов люцерны до отрастания более эффективно в борьбе с вредителями, но ограничено во времени. Дискование отрастающей люцерны весной даёт обратный эффект: способствует массовому поражению ослабленных растений вредителями, которые более активны в этот период.

С районированием новых, более урожайных сортов многолетних бобовых трав: эспарцета песчаного Петушок (1995 г.), люцерны изменчивой Камелия (1999 г.) и козлятника восточного Магистр (2000 г.) была поставлена цель – разработать комплекс приёмов по совершенствованию сортовой агротехники возделывания при использовании на корм и семена; установить различия норм высева семян и способов посева этих культур при разностороннем использовании.

В связи с изменением климата необходимо также уточнить агротехнические приёмы возделывания ранее районированных сортов многолетних бобовых трав на корм и семена.

Лабораторией селекции и кормопроизводства кормовых трав проведены исследования (1999–2004 гг.) по изучению влияния норм высева бобовых трав при рядовом посеве на урожайность полноценного корма в кормовом севообороте при 3-летнем использовании. Исследования по совершенствованию сортовой агротехники новых сортов проводили по методике Госкомиссии по сортоиспытанию и Методике проведения полевых опытов с кормовыми культурами ВНИИ кормов (1987 г.). Полученные данные подвергнуты математической обработке по Б.А. Доспехову (1985).

Травы высевали навесной сеялкой СН-16 под покров кормовых бобов сорта Пензенские 16. Предшественником были семенные посевы овсяницы луговой Пензенская 1. Контролем была рекомендованная производству норма высева: люцерны – 8 млн. всхожих семян на 1 га, эспарцета и козлятника восточного – по 6 млн./га. Указанные нормы высева увеличивали и уменьшали соответственно на 30% (табл. 3).

Таблица 3 – Урожайность корма многолетних бобовых трав в видосортоиспытании (1999–2004 гг.)

Культура, сорт	Норма высева, млн. шт./га	Высота, см	Облиственность, %	Урожайность, т/га	
				зелёная масса	сухое вещество
люцерна изменчивая Камелия	6	65	54	19	5,6
	8	62	53	21	5,7
	10	66	53	22	6,2
эспарцет песчаный Петушок	4	70	50	16	4,4
	6	71	49	17	5,1
	8	72	49	18	5,2
козлятник восточный Магистр	4	63	62	22	6,2
	6	63	62	23	6,6
	8	65	60	24	6,8
$НСР_{05}$				1,5	0,3

Скашивали травы навесной косилкой КС-2,1 в начале цветения эспарцета и козлятника восточного, в фазу полной бутонизации люцерны. Учётная площадь делянки – 30 $м^2$. Повторность 4-кратная.

Почва – чернозём выщелоченный тяжелосуглинистый имела высокое содержание обменного калия при средней обеспеченности подвижным фосфором и гидролизуемым азотом. Погодные условия в период проведения исследований были различными: 1999–2002 гг. были близкими к средним многолетним данным, 2003–2004 гг. оказались прохладными и влажными, когда только за первые два месяца летнего периода осадков выпало более 230 мм при средней температуре воздуха +16ºС. Поэтому влаголюбивый козлятник восточный дал в эти годы 3 укоса полноценного корма и превзошел по урожайности теплолюбивые виды люцерну и особенно эспарцет. По 3-ей закладке опыта максимальная высота травостоя была на загущенных посевах: козлятника Магистр – 65 см, люцерны Камелия – 66 см и эспарцета Петушок – 72 см. Облиственность бобовых трав была лучшей на разреженных посевах: эспарцет Петушок – 50%, люцерна Камелия – 54 и козлятник Магистр – 62%.

Если превышение урожайности сухого вещества на загущенных посевах эспарцета и козлятника было несущественными по сравнению с контролем, то у интенсивного сорта люцерны изменчивой Камелия оно составило 0,5 т/га, т.е. было максимальным. Зато на разреженных посевах эспарцета и козлятника снижение урожая оказалось весьма существенным, а у люцерны было в пределах ошибки опыта. Значит, при внедрении в кормопроизводство новых сортов бобовых трав нельзя допускать снижения нормы высева эспарцета до 4 млн. всхожих семян на 1 га, как это делается на се-

менных посевах. Люцерна Камелия лучше отзывается на повышение нормы высева семян – до 10 млн. шт./га.

При переводе норм высева бобовых трав в физический вес с учётом массы 1000 семян окажется, что оптимальной нормой высева на кормовые цели люцерны Камелия является – 20 кг/га, козлятника восточного (после скарификации семян) – 25–30 кг/га и эспарцета Петушок – 100–130 кг/га.

Способ посева многолетних трав на семена во многом определяется биологическими особенностями районированных сортов и задачей быстрого размножения дефицитных семян высокоурожайных культур. Норма высева семян при этом уменьшается, а в семеноводческих целях выгодно использование разреженных посевов перспективных сортов.

В лаборатории селекции и семеноводства кормовых трав проводили исследования (1999–2003 гг.) по совершенствованию сортовой агротехники возделывания новых сортов многолетних бобовых трав при использовании их на семена в течение 3-х лет. Поскольку семенная продуктивность является самым уязвимым недостатком многолетних бобовых трав, в исследованиях изучалось, кроме способов и норм высева семян, также влияние полного минерального удобрения $N_{30}P_{60}K_{60}$ с учётом плодородия чернозёма выщелоченного и планируемой урожайности семян. Изучали способы посева: рядовой и широкорядный с разными нормами высева (табл. 4,5).

Таблица 4 – Урожайность семян эспарцета сорта Петушок, кг/га

Способ посева	НВ, млн. шт./м^2	Годы пользования			среднее
		1-й	2-й	3-й	
Без удобрений					
Рядовой	6	478	411	350	413
Широкорядный	4	614	498	385	449
Широкорядный	2	629	514	477	540
$N_{30}P_{60}K_{60}$					
Рядовой	6	632	568	462	554
Широкорядный	4	776	659	534	656
Широкорядный	2	825	713	624	720
$НСР_{05}$	Фактор А	16,30	13,44	12,21	
	Фактор В	21,70	23,60	20,42	
	Фактор С	22,62	18,65	17,55	

Травы высевали навесной сеялкой СН-16 под покров кормовых бобов (с нормой высева 0,5 млн. всхожих семян на 1 га). В контрольных вариантах бобовые травы высевали рядовым способом нормой высева, рекомендованной для хозяйств Пензенской области. В широкорядных посевах (45 см) использовали норму высева семян, уменьшенную на одну треть по сравнению с рядовым посе-

вом, а также разреженный посев с нормой высева семян эспарцета и козлятника – 2 млн., люцерны – 3 млн. всхожих семян на 1 га.

Таблица 5 – Семенная продуктивность люцерны и козлятника в зависимости от приёмов возделывания (1999–2003 гг.)

Сорт	Способ посева	Норма высева, млн. шт./м^2	Годы пользования			среднее
			1-й	2-й	3-й	
Люцерна Без удобрений						
Лунинская 1	Рядов.	8	173	120	127	140
	Широк.	6	201	125	132	152
	Широк.	3	208	128	138	158
Камелия	Рядов.	8	197	147	149	164
	Широк.	6	230	154	164	182
	Широк.	3	235	157	168	186
N_{30} P_{60} K_{60}						
Лунинская 1	Рядов.	8	231	143	154	176
	Широк.	6	238	148	160	182
	Широк.	3	242	153	164	186
Камелия	Рядов.	8	259	169	186	204
	Широк.	6	275	174	195	205
	Широк.	3	280	183	208	223
	$НСР_{0,5}$	Ф А	7,1	4,8	5,1	
		Ф В	7,1	4,9	6,2	
		Ф С	8,7	5,9	6,3	
Козлятник Без удобрений						
Гале	Рядов.	6	93	212	299	201
	Широк.	4	141	253	351	248
	Широк.	2	152	271	384	269
Магистр	Рядов.	6	116	222	406	248
	Широк.	4	179	266	486	310
	Широк.	2	190	330	522	247
N_{30} P_{60} K_{60}						
Гале	Рядов.	6	130	241	439	270
	Широк.	4	190	347	480	339
	Широк.	2	209	378	516	367
Магистр	Рядов.	6	148	288	527	321
	Широк.	4	220	364	598	394
	Широк.	2	237	399	612	416
	$НСР_{05}$	Ф А	5,1	17,8	19,7	
		Ф В	6,1	14,0	18,8	
		Ф С	6,3	16,9	23,0	

На половине делянок в поперечном направлении вносили полное минеральное удобрение $N_{30}P_{60}K_{60}$ в расчёте на получение урожайности семян: люцерны – 0,2 т/га, козлятника – 0,4 и эспарцета – 0,8 т/га. Семенные посевы убирали комбайном Сампо-130 при побурении 80% бобов эспарцета и 90% – на люцерне и козлятнике. Перед уборкой проводили структурный анализ урожая семян. Для борьбы с сорняками на широкорядных посевах проводили междурядную обработку навесным культиватором КРН-2,8.

Результаты дисперсионного анализа показали существенные различия по изучаемым факторам: у эспарцета песчаного Петушок: фактор А (год исследования), фактор В (норма высева), фактор С (фон минерального питания); у козлятника и люцерны фактор А (сорт), В (норма высева) и С (фон минерального питания).

В условиях 2001 г. был получен низкий урожай семян эспарцета – 545 кг/га. Вегетационный период 2000 г. был самым неблагоприятным для получения семян козлятника и люцерны в первый год пользования, вследствие этого был получен низкий урожай семян: 125 и 184 кг/га соответственно. Оптимальным для получения семян эспарцета и козлятника первого года пользования был 1999 г., а для люцерны 2001 г. Семенная продуктивность составила 694 кг/га у эспарцета и 206 кг/га у козлятника.

Фон минерального питания способствовал росту урожайности семян эспарцета на 26,0–32,2%; козлятника Гале на 37,5–41,3% и сорта Магистр на 24,7–27,6% соответственно. У сорта Лунинская 1 семенная продуктивность возросла на 16,3–33,0%; сорта Камелия на 19,1–31,5%. Возделывание нового сорта козлятника Магистр позволило получить урожайность семян на 25,2–26,9% выше, чем у сорта Гале, сорта Камелия – на 12,9–14,4% выше Лунинской 1.

Снижение нормы высева с 6 до 2 млн. и с 8 до 3 млн. позволило увеличить урожайность семян эспарцета на 31,6%, козлятника – 63,8–65,2%; люцерны – 19,3–20,2%.

Погодные условия 2002 г. были благоприятными для получения семян изучаемых культур. На втором году пользования был получен максимальный урожай семян за годы пользования: эспарцета 617 кг, козлятника 562 кг и люцерны 188 кг.

Семенная продуктивность трав при разреженной норме высева была максимальной и составила 514 кг у эспарцета, 300 кг у козлятника и 142 кг/га у люцерны.

Сорт козлятника Магистр превосходил по урожайности сорт Гале на 28 кг/га. У сорта люцерны Камелия в сравнении с сортом Лунинская 1 урожайность семян была выше на 29 кг. Фон минерального питания способствовал росту семенной продуктивности трав: у эспарцета Петушок на 36,5%, козлятника Гале и Магистра на 31,4% и 28,2%. На люцерне использование минеральных удобре-

ний способствовало увеличению семенной продуктивности на 19,4% у сорта Лунинская 1 и 14,4% у сорта Камелия.

Для трав третьего года пользования условия 2002 г. были наиболее благоприятными. Урожайность семян при этом была 404 кг у эспарцета, 345 кг козлятника, 146 кг люцерны. На вариантах с нормой высева 2 млн. шт./га для эспарцета и козлятника и 3 млн. шт./га у люцерны семенная продуктивность была самой высокой: 477 кг у эспарцета сорта Петушок, сортов козлятника Гале и Магистр 384 и 552 кг/га. Урожайность семян люцерны сорта Лунинская 1 составила 138 кг и у сорта Камелия 168 кг/га.

———

УДК 636.086.2

ОДНОЛЕТНИЕ СМЕСИ В ПОЛЕВОМ КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ

В.С. Епифанов, Л.И. Малышева

В результате продолжительных исследований выявлены наиболее эффективные однолетние смеси для использования на зелёную массу, сенаж, силос с хорошими показателями качества корма.

Важным резервом увеличения производства и повышения качества заготовляемых кормов из однолетних трав в полевом кормопроизводстве является широкое использование смешанных посевов одной из самых урожайных культур – суданской травы Лунинская с зернобобовыми и капустными компонентами. В чистых посевах злаковые травы дают богатую углеводами, но бедную белками (8–10%) массу, бобовые же, наоборот, богаты белком (20–30%), но содержат недостаточное количество углеводов, поэтому их смеси дают полноценные по питательности корма. Для повышения содержания незаменимых аминокислот в бобовых смесях используют также капустные культуры. Чем сложнее смесь, тем лучше!

Качество корма из однолетних смесей зависит от сроков уборки, однако, содержание клетчатки в них не превышало 30%. На Пензенской областной опытной станции проведены исследования (1973–1975 гг.) по сравнительной оценке смесей однолетних культур с использованием зелёной массы для производства сенажа и травяной муки. В зелёной массе и приготовленных из неё кормах определяли содержание протеина, сахара, клетчатки, каротина, фосфора и кальция. Смеси убирали после вымётывания злаков и при цветении бобовых культур. Сенаж после измельчения провяленной массы закладывался в герметические ёмкости. Урожай зе-

лёной массы, сенажа и травяной муки из однолетних смесей представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Урожай зелёной массы и выход полноценных кормов из однолетних смесей (1973–1975 гг.)

Вариант смеси	Норма высева, млн. шт./га	Урожай зелёной массы, т/га	Выход, т/га	
			сенажа	травяной муки
1. Вика + овёс	2,0/1,6	19	10	3,6
2. Овёс + горох	1,6/1,0	18	10	3,4
3. Кукуруза + горох	0,3/1,0	20	11	2,7
4. Овёс + бобы	1,6/0,4	20	11	3,4
5. Подсолнечник + горох	0,16/1,0	30	17	3,5
6. Подсолнечник + овёс + горох	0,16/0,8/1,0	29	17	4,2
7. Суданка + горох	2,0/1,0	29	17	6,2
8. Суданка + соя	2,0/0,2	32	18	7,0
9. Суданка + бобы	2,0/0,4	33	19	5,4
$НСР_{05}$		1,2	0,5	0,21

Результаты исследований показали, что смесь суданской травы с кормовыми бобами сорта Пензенские 16 (9 вариант) в среднем за три года обеспечила самый высокий урожай зелёной массы – 33 т/га, что на 75% выше урожайности традиционной вико-овсяной смеси. Эта смесь превосходила другие по выходу сенажа – 19 т/га. Максимальный выход травяной муки был получен из суданко-соевой смеси (8 вариант) – 7,0 т/га, что на 95% больше, чем у вико-овсяной смеси. Высевать смеси лучше во второй срок (8–12 мая) зернотравяной сеялкой: из переднего ящика семена зернобобовых культур (бобов 130–150 кг/га), а из заднего – суданской травы Лунинская (20–25 кг/га).

Самые дешёвые и полноценные корма – у смеси суданской травы Лунинская с зернобобовыми культурами: они в 2–3 раза дешевле по сравнению с контрольной смесью. В первом укосе можно получать высокий урожай полноценной массы в основном за счёт бобовой культуры, а во втором – хороший урожай отавы суданской травы. Качество заготавливаемых кормов представлено в табл. 2.

Лучший выход кормовых единиц в 1 кг корма имеет суданская трава Лунинская – 0,22. Она же превосходит другие культуры по выходу каротина в корме – 60 мг/кг. По содержанию переваримого протеина в корме преимущество имеет вика – 34 г в 1 корм. ед., по содержанию фосфора в корме – просо (1,4 г/кг). Таким образом, умело сочетая эти смеси, можно ежегодно получать стабильные урожаи полноценного корма с полевых земель, несмотря на коле-

бания погоды, за счёт широкого их набора в сравнении с зерновыми культурами.

Таблица 2 – Химический состав зелёной массы однолетних культур Пензенская ОблСХОС (1973–1975 гг.)

Культура	Содержание корм. ед. в 1 кг	Переваримый протеин, г в 1 корм. ед.	Содержание в 1 кг корма		
			Ca, г	P_2O_5, г	каротин, мг
Овёс	0,13	21	1,8	0,5	35
Просо	0,19	23	1,1	1,4	15
Кормовые бобы	0,16	26	2,0	0,5	20
Вика + овёс	0,16	27	2,1	0,8	45
Вика яровая	0,16	34	2,0	0,7	45
Суданская трава	0,22	28	1,7	0,6	60

В связи с внедрением в полевое кормопроизводство новых культур из семейства капустных и райграса однолетнего, отдел кормовых культур провел исследования (1981–1983 гг.) по их сравнительной эффективности и качеству заготовляемых кормов при ранних сроках посева. В опытах высевались районированные сорта – овёс Укосный 550, кормовые бобы Пензенские 16, вика Льговская 31/292, а также новые кормовые культуры: райграс однолетний Московский 74, рапс Восточно-Сибирский и сурепица Кендл. Все культуры и их смеси высевали рядовым способом одновременно с посевом ранних яровых культур. Данные об урожае и качеству корма приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Урожай и качество корма из различных трав и смесей (1981–1983 гг.)

Культура, норма высева, млн.шт./га	Выход с 1 га, т					Содержание в АСВ, %	
	зелёная масса	сухое вещество	корм. ед	переваримый протеин	клетчатка	P_2O_5	Ca
Овёс (4,5) – контроль	22	5,1	2,7	0,5	33,6	0,51	0,46
Просо (3,5)	13	2,6	1,6	0,4	29,8	0,68	1,79
Райграс (7,0)	14	3,3	2,8	0,3	23,7	0,61	0,56
Рапс (3,5)	15	3,0	2,3	0,6	24,9	0,65	1,98
Овёс (2,7) + бобы (0,4)	24	5,2	4,8	0,6	31,3	0,60	0,88
Овёс (2,7) + вика (1,3)	23	5,3	4,7	0,6	30,6	0,52	0,60
Овёс (2,7) + рапс (2,1)	24	4,9	4,9	0,7	27,5	0,43	0,47
$НСР_{05}$	1,2						

В 1981 г. однолетние культуры попали под сильную засуху и не выделились по урожайности. Наиболее скороспелой была сурепица Кендл: от посева до цветения ей потребовалось 35 дней, однако её травостой был в 2 раза ниже, чем у кормовых бобов – 45 см. Наиболее высокой засорённость была у рапса 12–15%.

Листовая пластинка у райграса сорта Московский 74 узкая и имеет эректоидную форму. Поэтому более важное значение он имеет как покровная культура для многолетних трав. Во всех смесях преобладали злаки: овёс – 60–67%, райграс – 54–60%.

Максимальный урожай зелёной массы в среднем за три года дали смеси овса с рапсом и кормовыми бобами – 24 т/га, что в 1,5–2,0 раза выше урожайности новых культур в чистом виде. По урожайности сухого вещества преимущество было за вико-овсяной смесью – 5,3 т/га, сурепица дала урожай в два раза меньше. По сбору кормовых единиц и выходу сырого протеина выделилась смесь овса с рапсом – 4,9 и 0,7 т соответственно. По содержанию кальция и фосфора в сухом веществе выделялись капустные культуры: рапс и сурепица – 1,98 и 0,68% соответственно. В смеси с овсом рапс меньше повреждался вредителями, и по кормовым достоинствам эта смесь превосходила чистые посевы овса. Поскольку в хозяйствах области имеются трудности с семеноводством вики, заслуживают большего внимания использование рапса в смеси с укосным овсом. Как показали наши исследования, это значительно повышает качество корма и облегчает уборку смеси: она не полегает даже во влажные годы.

Отдел кормовых культур ПензНИИСХ в течение пяти лет (1990–1994 гг.) проводил комплексные исследования по сравнительной эффективности однолетних трав и их смесей с участием традиционных и новых кормовых культур: суданской травы Лунинская, редьки масличной Тамбовчанка и амаранта аргентинского Эльбрус. В последние годы проведения исследований (1992–1994 гг.) отмечались поздневесенние заморозки, которые не благоприятствовали развитию теплолюбивого амаранта. Для холодостойкой редьки масличной погода была более благоприятной.

Все однолетние травы и их смеси высевали в 1-й декаде мая сеялкой СН-16. Парные травосмеси составляли в соотношении 1:1 (по 60% от нормы высева в чистом виде). Контролем был районированный сорт суданской травы Лунинская. Учётная площадь делянки – 30 м^2. Повторность четырёхкратная. Травы скашивали навесной косилкой КС-2,1 в 1-й декаде июля: в начале вымётывания суданской травы, при цветении редьки масличной. Учёт урожая отавы проводили в конце августа (табл. 4). Все исследования проводили по методике ВНИИ кормов (1987).

Таблица 4 – Сравнительная продуктивность однолетних трав и их смесей (1990–1994 гг.)

Вариант опыта, норма высева, млн. шт./га	Высота, см	Ботанический состав, %	Выход с 1 га, т		
			сухое вещество	корм. ед.	сырой протеин
Суданская трава (3,0)	107	93	6,7	4,0	0,9
Амарант аргентинский (2,0)	51	89	3,2	2,2	0,5
Редька масличная (3,0)	80	98	5,2	3,9	0,7
Суданка (1,8) + редька (1,8)	89	34/62	5,3	5,0	0,8
Суданка (1,8) + амарант (1,2)	88	75/21	6,3	4,1	0,9
$НСР_{05}$			0,5		

В среднем за пять лет урожайность сухого вещества суданской травы Лунинская при норме высева семян 3 млн. всхожих семян на 1 га составила 6,7 т/га при выходе кормовых единиц и сырого протеина – 4,0 и 0,6 т/га. Амарант аргентинский Эльбрус уступал ей по всем показателям в 1,8–2,1 раза. Редька масличная Тамбовчанка уступила суданской траве по урожайности сухого вещества и выходу сырого протеина на 28 и 32%. Самый высокий сбор кормовых единиц получили у смеси редьки с суданской травой – 5,0 т/га, что выше урожайности контроля на 26%. Если в смеси с амарантом преобладала суданская трава – 72–78%, то более холодостойкая редька масличная подавляла её во второй смеси – 60–65%. Суданская трава хорошо отрастает в любой год, редька масличная же даёт полноценный урожай отавы лишь во влажные годы.

По результатам многолетних исследований можно рекомендовать хозяйствам области для посева в полевых севооборотах универсальную культуру – суданскую траву сорта Лунинская – и её смеси с редькой масличной во влажные годы и с амарантом – в жаркие и сухие. Последнюю смесь лучше высевать зернотравяной сеялкой: семена суданки из переднего ящика, а мелкие семена амаранта – из заднего ящика через анкерные сошники при минимальных оборотах высевающего аппарата.

Таким образом, продолжительные исследования по многолетним и однолетним смесям показали, что чем сложнее однолетняя смесь (из 2–3 семейств), тем выше качество получаемого корма, в отличие от многолетних травосмесей, где бобовые травы и их простые смеси в полевых и кормовых севооборотах дают более высокий и полноценный урожай корма. Однолетние смеси различных семейств (суданской травы с бобовыми и капустными культурами) повышают не только качество выращенного корма, но и плодородие почвы, являются хорошим предшественниками для других культур в полевых севооборотах.

УДК 636.085.51

ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ РАЗНЫХ СРОКОВ СОЗРЕВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СБАЛАНСИРОВАННЫХ КОРМОВ

В.Б. Беляк, А.Д. Ишмуратова

Установлено, что в условиях лесостепи Среднего Поволжья на выщелоченных чернозёмах при использовании адаптивных культур и их смесей возможно производство сбалансированных высококачественных кормов различного назначения: фуражных, грубых, сочных в специализированных кормовых севооборотах при соблюдении условий эффективности и ресурсосбережения.

Для успешного развития животноводства и обеспечения населения его продукцией необходима прочная кормовая база. Основу кормовой базы составляют разнообразные полноценные сбалансированные корма с круглогодичным поступлением. Проблема кормов стояла перед аграриями в советское время, стоит и поныне.

Современные экономические условия вносят свои нюансы в развитие отрасли кормопроизводства. Одним из лимитирующих факторов продуктивности растениеводства выступает низкое ресурсное обеспечение. В Пензенской области лишь 8% хозяйств могут затратить на 1 га пашни до 40 ГДж совокупной энергии, технологические затраты 23% хозяйств могут достичь 23 ГДж/га, и подавляющее большинство сельскохозяйственных производителей способны затратить на 1 га пашни не более 15 ГДж совокупной энергии.

Современное сельское хозяйство должно строиться на основе эффективности, ресурсосбережения и экологической безопасности [1,2]. Добиться эффективности, минимизации затрат материальных средств и человеческого труда, а также благоприятного воздействия на окружающую среду, как показал многолетний опыт, возможно и необходимо путём биологизации земледелия и кормопроизводства в частности.

Интенсификация кормопроизводства биологическими приёмами основывается на расширении видового состава кормовых культур и создании смешанных агрофитоценозов, совершенствовании севооборотов и системы удобрения. Использование биологических ресурсов растений не исключает использования техногенных факторов повышения продуктивности, их умелое сочетание повышает эффективность деятельности производственников.

В современных условиях аграрная наука должна учитывать экономическую ситуацию и предложить технологии отвечающие нуждам хозяйственников.

Исследования по разработке биологических приёмов интенсификации кормопроизводства в Пензенском НИИСХ проводятся с 1992 г. Параллельно и комплексно изучались новые виды кормовых и нетрадиционных культур для интродукции в лесостепи Среднего Поволжья, вопросы создания смешанных агроценозов из различных групп растений, совершенствовались кормовые специализированные севообороты и применяемая в них система удобрений.

При разработке новых специализированных севооборотов учитывалось, что наиболее рациональными для условий Среднего Поволжья с периодическими засухами являются семипольные севообороты из расчёта, что одно поле под паром (чистым, занятым, сидеральным) должно занимать около 15%. Для повышения плодородия и уменьшения совокупных затрат севооборот должен включать два поля многолетних трав. Получение гарантированных урожаев в разные по метеоусловиям годы обеспечивает введение разных групп растений: озимых, яровых ранних и яровых поздних. И для дополнительного сбора высокобелковых кормов вводится одно поле зернобобовых культур.

Общая схема кормовых специализированных севооборотов приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема кормовых специализированных севооборотов

Поле	Севооборот			
	№ 1 зернофуражный	№ 2 сырьевой «зимний»	№ 3 сырьевой «летний»	№ 4 сырьевой «летний»
	1992-1998 гг.	1992-1998 гг.	1992-1998 гг.	1999-2005 гг.
1	горох	ячмень с подсевом козлятника	вико-овёс	вико-овёс
2	озимая пшеница	козлятник 1 года	озимая рожь + вика	озимая рожь + вика
3	просо	козлятник 2 года	суданка + вика	суданка + вика
4	ячмень с подсевом мн. трав	козлятник 3 года	вико-овёс с подсевом трав	вико-овёс с подсевом трав
5	многолет. травы 1 года	козлятник 4 года	многолет. травы 1 года	многолет. травы 1 года
6	многолет. травы 2 года	кукуруза + бобы + донник	многолет. травы 2 года	многолет. травы 2 года
7	озимая пшеница	суданка + вика + донник	-	суданка + вика

Севооборот № 1 разрабатывался для получения зернофуража. В этом севообороте пары были заняты горохом. Севооборот №2 предназначался для получения кормов, используемых в зимнее время: сено, сенаж, силос. Севообороты 3 и 4 должны были обеспечить полноценный рацион зелёными кормами.

На разных этапах исследования ответственными исполнителями темы по совершенствованию севооборотов являлись: зав. лабораторией Яковлев И.Я., научный сотрудник Курятников В.М., старший научный сотрудник канд. с.-х. наук Ишмуратова А.Д., исполнители: научные сотрудники Новичков В.В., Степанов Н.И., Козин Н.И., Бражникова О.Ф., Епифанова И.В., Бражников В.Н. С 2003 года исследования в севообороте № 4 продолжила аспирант Болахнова В.И.

В настоящее время набор кормовых культур для создания севооборотов велик и может быть адресным для любых почвенно-климатических условий. При выборе кормовых культур в первую очередь учитывают адаптивный потенциал культуры, вид, величину урожая и качество получаемого корма, а так же период его использования.

Для Пензенской области наряду с традиционными кормовыми культурами и смесями: вико-овсом, кострецом, клевером, люцерной, всё больше распространение получают из однолетних культур: суданская трава, вика яровая и мохнатая, из многолетних – козлятник восточный, эспарцет, донник. Одновидовые посевы этих культур и их смеси используются для получения объёмистых кормов и входят в состав сырьевых севооборотов.

Для обеспечения животноводства концентрированными кормами в составе зернофуражного севооборота высевались зерновые (озимая пшеница, ячмень, просо) и зернобобовые (горох) культуры.

Для зернофуража горох является, прежде всего, поставщиком белка, в 1 кг сухого вещества он содержит свыше 200 г сырого протеина и более 16 МДж обменной энергии (табл. 2).

Таблица 2 – Качество корма для приготовления концентрированных и объёмистых кормов в зернофуражном севообороте (среднее 1992–1998 гг.)

Культура	Содержание в 1 кг сухого вещества		
	кормовых единиц	сырого протеина, г	обменной энергии, МДж
Горох	1,30–1,32	213,5–234,6	16,5–16,7
Озимая пшеница	1,31–1,37	146,2–186,6	16,3–16,8
Просо	1,07–1,11	116,0–118,0	13,5–13,7
Ячмень	1,33–1,36	113,9–119,0	16,4–16,8
Многолетние травы 1 года	0,75–0,82	124,4–153,8	9,9–10,3
Многолетние травы 2 года	0,75–0,77	117,0–145,4	9,3–10,2

Варьирование показателей в таблице при характеристике кормов обусловлено использованием данных, полученных на разных фонах удобрения. Несмотря на значительное сокращение площадей под горохом в последние годы, он остается важной кормовой и

продовольственной культурой. Возделывание его возможно как в чистом виде, так и в зернофуражных смесях в сочетании с ячменем и овсом. Для злаковых компонентов смесей горох выступает накопителем биологического азота, который способствует лучшему развитию злаков.

Из числа возделываемых зерновых культур в зернофуражном севообороте высоким содержанием протеина отличается озимая пшеница. Содержание протеина в зерне озимой пшеницы зависит от предшественника и от внесения удобрений. Без внесения минеральных удобрений зерно пшеницы, посеянной по гороху, содержит больше сырого протеина (17,0–17,4%), чем пшеницы, посеянной по пласту многолетних трав (14,6%). При внесении минеральных удобрений под пшеницу ($N_{30}P_{30}K_{30}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$) в зерне пшеницы, посеянной по пласту многолетних трав (17,6–18,7%), содержание протеина выше, чем в пшенице, посеянной по гороху (16,9–17,1%). По содержанию кормовых единиц и обменной энергии зерно пшеницы, посеянной по разным предшественникам и разным фонам удобрений, не имеет значительных отличий.

Ячмень является основной зернофуражной культурой для большинства сельскохозяйственных животных и по урожайности превосходит возделываемые в лесостепной зоне культуры. По содержанию кормовых единиц, сырого протеина, обменной энергии в зерне он отличается от озимой пшеницы лишь меньшим содержанием протеина (113,9–119,5 г/кг) и является ценным сырьем для приготовления комбикормов. Для кормления крупного рогатого скота и овец солома ячменя может использоваться как грубый корм.

Просо в составе зернофуражных культур имеет важное значение, прежде всего благодаря поздним срокам сева, засухоустойчивости и жаростойкости, что повышает устойчивость продуктивности севооборота в неблагоприятные для других культур годы. Одним из преимуществ является возможность использования соломы в качестве хорошего грубого корма.

Зерно проса отличается высокой усвояемостью. По содержанию сырого протеина оно не отличается от ячменя, а по содержанию кормовых единиц и обменной энергии уступает ячменю и пшенице. Но благодаря своей устойчивости (коэффициент вариации продуктивности за годы исследований составил 16,8–20,4%) и переваримости является хорошим сбалансированным кормом, особенно для птицы.

Как уже отмечалось, в отделе кормопроизводства ПензНИИСХ большое внимание уделялось расширению набора возделываемых кормовых культур и выращиванию полноценных кормов в смешанных посевах. Наиболее удачно в искусственных агрофитоценозах сочетаются злаковые (в качестве азотопотребителей) и бобовые

(азотонакопители) культуры. Это свойство агрофитоценозов использовано при создании зернофуражных смесей, сырьевых однолетних смесей, многолетних трав с краткосрочным (2–3 года) и длительным (до 10 лет) периодом использования.

Сырьевые однолетние смеси в кормопроизводстве традиционно состоят из вико-овса. При использовании этой смеси в основных посевах на зелёный корм они заполняют период кормления животных в ранние сроки – первая половина июля. Вико-овсяная смесь может быть использована в поукосных и пожнивных посевах. В специализированном севообороте для зелёного корма эта смесь отличалась нестабильностью продуктивности в различные по метеорологическим условиям годы. Получаемые из вико-овса корма хорошего качества, содержание обменной энергии в 1 кг сухого вещества превышает 9 МДж (табл. 3).

Таблица 3 – Качество зелёного корма различных групп кормовых смесей (среднее за 1999–2000 гг.)

Группа	Агроценоз	Содержание в 1 кг сухого вещества		
		кормовых единиц	сырого протеина, г	обменной энергии, МДж
Ранние	вико-овёс	0,71–0,76	136,0–157,3	9,4–9,6
Озимые	озимая рожь + вика	0,79–0,80	146,1–157,8	10,2–10,4
Поздние	суданка + вика 1 укос	0,79–0,81	142,5–177,2	9,8–10,1
	суданка + вика 2 укос	0,82–0,85	120,4–126,3	10,0–10,3
Многолетние травы 1 года	клевер + люцерна 1 укос	0,78–0,80	173,3–191,7	9,6–9,7
	клевер + люцерна 2 укос	0,79–0,81	198,6–215,4	9,7–9,8
Многолетние травы 2 года	клевер + люцерна 1 укос	0,81–0,82	186,8–212,0	9,7–9,9
	клевер + люцерна 2 укос	0,80–0,81	190,1–191,5	9,7–9,8

Для поступления сочных кормов во второй половине лета использовалась смесь суданской травы с викой мохнатой. Бобовый компонент этой смеси увеличивает её продуктивность и содержание белка в получаемом корме. Биологические особенности суданской травы и вики мохнатой (способность к отрастанию после первого укоса) позволяют получать два урожая за сезон. За годы исследований эта смесь зарекомендовала себя в качестве высокоадаптивной, отличающейся стабильной продуктивностью по годам, хотя при резком дефиците влаги в почве урожайность второго укоса может снижаться. Зелёные корма, получаемые в первом укосе, хорошего качества, содержат более 14% сырого протеина и более 9 МДж/кг обменной энергии. Корма, получаемые во втором укосе, от-

личаются, в среднем, более высоким содержанием кормовых единиц и обменной энергии и меньшим содержанием протеина в 1 кг сухого вещества. За годы исследований в кормах второго укоса содержание сырого протеина могло снижаться или повышаться по сравнению с первым укосом в зависимости от условий вегетационного периода.

Вика мохнатая в качестве бобового компонента хорошо зарекомендовала себя и в озимой смеси с рожью. В зелёном конвейере эта смесь даёт самые ранние корма уже в конце мая. Использование зимних запасов влаги позволяет смеси формировать устойчивую по годам продуктивность. Корма отличаются высоким содержанием обменной энергии в 1 кг сухого вещества.

В системе зелёного конвейера использовались краткосрочные многолетние смеси, состоящие из бобовых (клевер луговой и люцерна изменчивая) и бобовых со злаковым компонентом – тимофеевкой. Сочетание влаголюбивых и засухоустойчивых культур в этих смесях позволяют сформировать адаптивный агроценоз с устойчивой продуктивностью, способной формировать два укоса и поставлять корма высокого качества. Так, в зелёном корме первого укоса, полученного в бобовом агроценозе, отмечается высокое содержание протеина (более 17%) и среднее – обменной энергии (более 9 МДж/кг). Во второй год пользования качество корма первого укоса повышается – увеличивается содержание кормовых единиц, сырого протеина, обменной энергии. Показатели качества корма второго укоса на второй год пользования сохраняются, снижается лишь содержание сырого протеина.

В специализированном кормовом севообороте для получения зимнего корма в качестве долгосрочного агроценоза многолетних трав использовались посевы козлятника восточного. Основной особенностью козлятника, определяющей его использование на корм, является высокое содержание протеина и низкое содержание клетчатки на ранних стадиях развития. На пастбищах такой корм поедается неохотно, и рационально его применение в виде сена, сенажа после подвяливания зелёной массы. На более поздних стадиях в растениях козлятника повышается содержание клетчатки, и на основе сырья готовят сено, сенаж, силос.

Более рационально использование зелёной массы козлятника для приготовления сенажа, при подвяливании его массы до 50–55%.

Зелёная масса козлятника в сырьевом «зимнем» севообороте отличается высоким содержанием протеина – более 20%. Самые высокие показатели качества корма отмечаются на втором и третьем году использования козлятника (табл. 4).

Таблица 4 – Качество корма для приготовления сена, сенажа, силоса в зимнем сырьевом севообороте (среднее за 1996–1998 гг.)

Культура	Содержание в 1 кг сухого вещества		
	кормовых единиц	сырого протеина, г	обменной энергии, МДж
Козлятник 1 года	0,84–0,88	215,9–230,3	9,3–9,9
Козлятник 2 года	0,84–0,88	218,5–247,6	9,3–10,0
Козлятник 3 года	0,81–0,91	202,5–245,8	8,9–10,2
Козлятник 4 года	0,84–0,86	200,7–228,2	9,1–9,9
Кукуруза + вика + донник	0,90–0,95	109,9–153,2	9,4–9,9
Суданка + бобы + донник	0,90–0,91	122,9–177,0	10,2–10,5

На четвертый год использования содержание кормовых единиц и обменной энергии в 1 кг сухого вещества несколько снижается, но качество корма остается высоким.

Для сбалансированности кормов из козлятника по клетчатке необходимо включать в агроценоз злаковые компоненты. Хорошо зарекомендовал себя в условиях лесостепи долголетний агроценоз из козлятника восточного и костреца безостого.

Для производства разнообразных сбалансированных энергонасыщенных кормов важное значение имеют все виды кормовых культур и смесей. Наиболее полно их потенциальные возможности раскрываются в современных севооборотах с грамотным чередованием полей. Совершенный севооборот должен отвечать следующим требованиям: учёт биологических особенностей составляющих его культур; создание благоприятной фитосанитарной обстановки и снижение засоренности; улучшение окружающей среды (снижение потерь углерода органических остатков при разложении, увеличение содержания гумуса); оптимизация минерального питания растений за счёт привлечения биологического азота и использование труднодоступных соединений из подпахотных горизонтов. Кроме того, учитывается месторасположение севооборотов и мест использования корма; в целях экономии транспортных расходов они должны быть приближены друг к другу, особенно севообороты для получения влажного зелёного корма. Все эти условия были учтены при составлении выше перечисленных севооборотов.

Для условий Среднего Поволжья оптимальным является семипольный севооборот со следующим чередованием полей: 1 – пар (чистый, занятый, сидеральный); 2 – озимые; 3 – яровые поздние; 4 – яровые ранние с подсевом многолетних трав; 5 – многолетние травы 1 года пользования; 6 – многолетние травы 2 года пользования; 7 – озимые или яровые ранние, или яровые поздние [3].

В севообороте каждое из полей решает определённые задачи: пар – борьба с сорняками, многолетние травы – компенсация потерь органического вещества и минерального питания из почвы, по-

вышение продуктивности на фоне снижения технологических затрат; зернобобовые – для повышения сбора белка; для устойчивости урожая в разные по метеоусловиям периоды и для подавления сорняков – сочетание озимых, яровых ранних и поздних.

Как уже отмечалось, кормовые специализированные севообороты в зависимости от вида получаемых кормов подразделены на зернофуражный, или сырьевой летний или «зелёный конвейер» и сырьевой «зимний» [4].

Исходя из принципов ресурсосбережения, в рассматриваемых севооборотах использовалась система удобрений, при которой техногенные затраты были сведены до минимума. На основном фоне, которое служило контрольным вариантом, использовались только бактериальные удобрения. Все культуры перед посевом обрабатывались соответствующим штаммами бактерий: бобовые культуры – ризоторфином, злаковые травы и кукуруза – флавобактерином, зернобобовые – ризоторфином.

На фоне бактериальных удобрений в двух вариантах применялись минеральные удобрения нормой $N_{30}P_{30}K_{30}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$. Такая система удобрения использовалась на всех севооборотах, что позволило унифицировать затраты на внесение минеральных удобрений и получить сравнимые данные по продуктивности как севооборотов, так и отдельных агроценозов.

На настоящий момент продуктивность пашни под кормовыми культурами, в среднем, по стране составляет лишь 1200–1300 кормовых единиц с 1 га [5].

В зернофуражном севообороте в среднем за шесть лет было получено от 3,5 до 4,52 т сухого вещества и 3500–4470 кормовых единиц с 1 га севооборотной площади (табл. 5).

При сравнении полей севооборота выделяются многолетние травы, превосходящие по продуктивности остальные культуры. На полях с многолетними травами первого и второго года пользования получено 6,41–8,71 т сухого вещества, 59,5–78,4 ГДж обменной энергии и 750–1340 кг протеина с 1 га.

Второе место по продуктивности занимает просо, которое, без учёта соломы, опережает озимую пшеницу по выходу сухого вещества, кормовых единиц и обменной энергии, но уступает ей по выходу сырого протеина. Ячмень превосходит озимую пшеницу по количеству сухого вещества, кормовых единиц и обменной энергии, полученных с 1 га, но, как и просо, уступает ей по выходу сырого протеина.

Единственная зернобобовая культура в севообороте – горох – отличается от зерновых наименьшим выходом сухого вещества, кормовых единиц и обменной энергии, но опережает их по выходу сырого протеина. Среди культур севооборота горох выделяется

низкой устойчивостью продуктивности в разные по погодным условиям годы.

Таблица 5 – Продуктивность и биоэнергетическая оценка зернофуражного севооборота (среднее за 1992–1998 гг.)

Культуры	Фон удобрений*	Выход с 1 га				Совокупные затраты на 1 га, ГДж	КЭЭ
		сухое вещество, т	корм. ед., тыс.	сырой протеин, кг	обменная энергия, ГДж		
Горох	1	1,78	2,35	380	29,8	23,2	1,3
	2	2,12	2,78	500	35,3	28,3	1,3
	3	2,43	3,15	570	40,0	33,3	1,2
Оз. пшеница	1	2,13	2,91	370	35,8	17,1	2,1
	2	2,46	3,28	4,20	40,3	22,2	1,8
	3	2,83	3,74	480	46,0	27,2	1,7
Просо	1	2,93	3,26	340	40,1	11,5	3,5
	2	3,25	3,59	330	44,2	16,8	2,6
	3	3,73	4,09	440	50,3	22,1	2,3
Ячмень с подсевом многолетних трав	1	2,37	3,23	270	39,7	17,7	2,2
	2	2,64	3,60	310	44,3	22,9	1,9
	3	2,94	3,92	350	48,2	23,0	1,7
Многолетние травы 1 года	1	6,75	5,36	840	64,3	8,8	7,3
	2	7,87	6,47	12,10	77,6	14,0	5,5
	3	8,71	6,53	1340	78,4	19,0	4,1
Многолетние травы 2 года	1	6,41	4,96	750	59,5	7,2	8,3
	2	7,70	5,82	1110	69,8	13,4	5,2
	3	8,32	6,28	1210	75,4	18,4	4,1
Оз. пшеница	1	2,12	2,85	340	35,1	18,1	1,9
	2	2,45	3,30	430	40,6	23,2	1,8
	3	2,68	3,50	500	44,2	28,1	1,6
Среднее по севообороту	1	3,50	3,56	470	43,5	14,8	2,9
	2	4,07	4,12	620	50,3	20,1	2,5
	3	4,52	4,47	700	54,6	25,2	2,2

** 1 – бактериальное удобрение (фон); 2 – фон + удобрение + $N_{30}P_{30}K_{30}$; 3 – фон + $N_{60}P_{60}K_{60}$.*

Важным показателем эффективности возделывания отдельных культур или агроценозов в севообороте и перспективы применения севооборота является их оценка по соотношению энергии, накопленной в хозяйственно-ценной части урожая, и совокупных затрат на её производство. В качестве показателя соотношения используется коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ).

Среди культур севооборота наиболее высоким КЭЭ отличаются многолетние травы. Что вполне очевидно, так как в статье расхода техногенной энергии исключается затраты на ежегодную обработку почвы.

В группе зерновых культур наиболее эффективной культурой зарекомендовало себя просо, отличающееся высокой продуктивностью и устойчивостью. Затраты совокупной энергии на его производство окупаются обменной энергией в значительной степени, КЭЭ – 2,3–3,5. Озимая пшеница и ячмень по эффективности возделывания различаются незначительно. Техногенные затраты на их возделывание имеют близкие значения, так как при менее затратной технологии ячмень в нашем опыте включает затраты на посев многолетних трав.

Наименее продуктивной культурой в севообороте проявил себя горох, однако затраты совокупной энергии окупаются обменной энергией, полученной с урожаем, а по сбору сырого протеина он превышает другие однолетки.

Эффективность возделывания культур изменяется при условии внесения минеральных удобрений. Затраты совокупной энергии возрастают и, несмотря на повышение продуктивности культур под действием удобрений, КЭЭ снижается. Самый низкий КЭЭ отмечается на фоне внесения $N_{60}P_{60}K_{60}$, при внесении половинной дозы минеральных удобрений КЭЭ повышается. Поэтому эффективность всего севооборота зависит от доз вносимых минеральных удобрений. На фоне без минеральных удобрений КЭЭ имеет значение 2,9, на фоне $N_{30}P_{30}K_{30}$ он уменьшается и составляет 2,5, на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ он снижается до 2,2. Это подчеркивает достоинства бактериального фона.

Зернофуражный севооборот можно рекомендовать для хозяйств с различной ресурсной обеспеченностью. Для большинства хозяйств Пензенской области с низким ресурсным обеспечением оптимальным является вариант с использованием только бактериальных удобрений, совокупные затраты в котором менее 15 ГДж/га. При внесении минеральных удобрений нормой $N_{30}P_{30}K_{30}$ уровень затрат составит 20 ГДж/га, и нормой $N_{60}P_{60}K_{60}$ – около 25 ГДж/га, что доступно 20% хозяйств области.

Сырьевой зимний севооборот предназначен для заготовки кормов с зимним периодом использования и его основу составляет смешанные посевы однолетних культур и многолетних трав, представленных козлятником. Наибольшей продуктивностью отличается козлятник третьего и четвертого года пользования. Максимальный урожай получен от козлятника четвертого года на фоне внесения $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 9,51 т/га сухого вещества, выход кормовых единиц составляет 10360, сырого протеина – 2010 кг, обменной энергии –

81,5 ГДж с 1 га (табл. 6). Такого уровня продуктивности не отмечено ни у одного из рассматриваемых агроценозов.

Таблица 6 – Продуктивность и биоэнергетическая оценка сырьевого зимнего севооборота (среднее за 1992–1998 гг.)

Культуры	Фон удобрений*	Выход с 1 га				Совокупные затраты на 1 га, ГДж	КЭЭ
		сухое вещество, т/га	корм. ед., тыс.	сырой протеин, кг	обменная энергия, ГДж		
Ячмень с подсевом козлятника	1	1,73	2,37	210	20,2	15,5	1,8
	2	2,04	2,79	260	34,3	21,4	1,6
	3	2,39	3,26	330	40,1	26,5	1,5
Козлятник 1 года	1	4,00	2,99	600	35,9	5,6	6,4
	2	5,87	4,16	930	49,9	10,9	4,6
	3	6,76	4,78	1070	57,4	16,0	3,6
Козлятник 2 года	1	7,00	5,44	1070	65,3	8,6	7,6
	2	8,64	6,45	1380	77,4	14,0	5,5
	3	9,46	7,04	1540	84,5	19,0	4,4
Козлятник 3 года	1	8,07	6,38	1160	76,6	9,0	8,5
	2	10,04	7,90	1560	94,8	14,4	6,6
	3	10,96	8,98	1890	107,8	19,5	5,5
Козлятник 4 года	1	8,25	6,59	1170	79,1	9,1	8,7
	2	10,43	8,10	1680	97,2	14,6	6,7
	3	12,98	10,36	2010	124,3	19,5	6,4
Кукуруза + бобы + донник	1	5,50	4,52	530	54,7	12,7	4,3
	2	6,82	5,43	650	65,2	18,6	3,5
	3	8,55	6,79	870	81,5	25,1	3,2
Суданка + вика + донник	1	6,31	4,92	570	59,0	14,2	4,2
	2	7,63	5,91	730	70,9	20,6	3,4
	3	9,51	7,06	1040	84,7	26,1	3,2
Среднее по севообороту	1	5,85	4,74	760	57,1	10,7	5,3
	2	7,35	5,82	1030	70,0	16,4	4,3
	3	8,66	6,90	1250	82,9	21,7	3,8

** 1 – бактериальное удобрение (фон); 2 – фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$; 3 – фон + $N_{60}P_{60}K_{60}$.*

Поздние смеси кукурузы, бобов с донником однолетним и суданки с викой и донником по продуктивности уступали козлятнику 2, 3 и 4 года пользования, а по выходу протеина – и козлятнику 1 года пользования. Долголетний агроценоз козлятника обладает способностью увеличивать с возрастом свою продуктивность, вместе с тем увеличивается устойчивость продуктивности, достигая максимума на четвертый год пользования. Наименее устойчивой, но высокопродуктивной оказалась смесь с участием кукурузы и суданской травы.

По эффективности возделывания в сырьевом зимнем севообороте лидирует козлятник. Затраты совокупной энергии на его возделывание окупаются накопленной обменной энергией от 3,6 до 8,7 раз. С возрастом эффективность возделывания увеличивается.

Эффективность возделывания поздних смесей сравнительно высокая, КЭЭ смеси с кукурузой – 3,2–4,3; смеси с суданкой – 3,2–4,2. Низкой эффективностью отличается ячмень, окупаемость затрат на его возделывание колеблется от 1,5 до 1,8 раз.

Наименьшие затраты совокупной энергии и наиболее высокий КЭЭ среди всех культур севооборота, как и в предыдущем севообороте, отмечается на варианте без использования минеральных удобрений. Внесение удобрений увеличивает затраты на производство продукции, в результате чего снижается КЭЭ.

Поскольку в составе севооборота четыре поля из семи заняты многолетними травами, затраты на производство продукции в этом севообороте самые низкие (10,7–21,7 ГДж/га), и его можно рекомендовать хозяйствам с самой низкой ресурсной обеспеченностью, специализирующихся на разведении КРС.

Севооборот для получения зелёных кормов в 1992–1998 гг. состоял из шести полей. Сырьевой летний севооборот предназначен для обеспечения «зелёного конвейера» и включал разновременно созревающие смеси состоящие из бобового и злакового компонентов. Самый ранний корм поставляла озимая смесь ржи с викой мохнатой. Далее следовала зелёная масса первого укоса многолетних трав, затем – вико-овса. Во второй половине лета поступление зелёного корма обеспечивали смесь суданки с викой и донником и вторые укосы многолетних трав.

Наиболее продуктивными смесями в сырьевом летнем севообороте зарекомендовали себя многолетние травы – краткосрочный агроценоз, состоящий из клевера, люцерны и тимофеевки, и поздняя смесь из суданки, вики и донника (табл. 7).

Многолетние травы опережают смесь с суданкой по выходу сухого вещества и сырого протеина. Поздняя смесь отличается высоким выходом кормовых единиц и обменной энергии. Показатели продуктивности озимой и вико-овсяной смеси имеют близкие значения. Но озимая смесь отличается высокой устойчивостью продуктивности.

По эффективности возделывания первое место в севообороте занимают многолетние травы, затраты энергии ниже полученной обменной энергии 3,6–9,4 раза. Наибольшей продуктивностью и эффективностью отличаются многолетние травы 1 года пользования, на второй год пользования их продуктивность снижается. За многолетними травами следует смесь суданской травы с викой и

донником, аккумулируемая в продукции этой смеси энергия в 4,0–6,1 раза превышает затраты на её возделывание.

По соотношению получаемой обменной энергии и совокупных затрат озимая и ранняя смесь близки между собой, КЭЭ озимой ржи с викой равен 2,0–2,7, КЭЭ вико-овса – 1,8–2,5.

Таблица 7 – Продуктивность и биоэнергетическая оценка сырьевого летнего севооборота (среднее за 1992–1998 гг.)

Культуры	Фон удобрений*	Выход с 1 га				Совокупные затраты на 1 га, ГДж	КЭЭ
		сухое вещество, т/га	корм. ед., тыс.	сырой протеин, кг	обменная энергия, ГДж		
Вико-овёс	1	4,04	3,24	470	38,3	16,8	2,3
	2	4,54	3,79	620	45,5	21,6	2,1
	3	5,30	4,14	740	49,7	27,6	1,8
Оз. рожь + вика	1	3,93	3,73	460	44,8	16,7	2,7
	2	4,46	4,14	530	49,7	21,9	2,3
	3	4,69	4,36	620	52,3	26,6	2,0
Суданка + вика + донник	1	6,15	7,07	830	84,8	13,8	6,1
	2	7,48	7,54	1010	90,5	20,2	4,5
	3	8,40	8,43	1230	101,2	25,2	4,0
Вико-овёс с подсевом мн. трав	1	3,83	3,52	450	42,2	16,8	2,5
	2	4,77	3,95	650	47,4	22,0	2,2
	3	5,53	4,60	730	5,52	28,0	2,0
Многолетние травы 1 года	1	6,66	5,70	990	6,84	7,3	9,4
	2	7,58	6,11	1060	7,33	12,4	5,9
	3	8,34	6,60	1320	8,04	18,4	4,4
Многолетние травы 2 года	1	6,28	4,73	860	5,68	7,2	7,9
	2	7,18	5,21	1000	6,25	13,4	4,7
	3	8,26	5,60	1130	6,72	18,5	3,6
Среднее по севообороту	1	5,15	4,67	680	5,60	13,1	4,3
	2	6,00	5,12	830	6,15	18,6	3,3
	3	6,75	5,64	960	6,77	24,1	2,8

** 1 – бактериальное удобрение (фон); 2 – фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$; 3 – фон + $N_{60}P_{60}K_{60}$.*

В целом по севообороту достигнуты хорошие показатели, получено с 1 га 5,15–6,75 тонн сухого вещества, 4670–5640 кормовых единиц, 680–960 кг сырого протеина и 56,0–67,7 ГДж обменной энергии. Эти показатели превышают продуктивность и эффективность зернофуражного севооборота и уступают сырьевому зимнему севообороту.

Как и в предыдущих севооборотах, наименьшие затраты и наибольшая эффективность получены на вариантах без внесения минеральных удобрений, и данный севооборот можно рекомендо-

вать для хозяйств с самой низкой ресурсной обеспеченностью. На вариантах с внесением минеральных удобрений увеличиваются совокупные затраты, но и повышается продуктивность, и эти варианты севооборота можно рекомендовать хозяйствам с более высокой энергообеспеченностью – на уровне 20ГДж/га и 25 ГДж/га.

В 1999 г. на базе зернофуражного севооборота был развернут сырьевой севооборот для получения летнего корма (табл. 8).

Таблица 8 – Продуктивность и биоэнергетическая оценка сырьевого летнего севооборота (среднее 1999–2003 гг.)

Культуры	Фон удобрений*	Выход с 1 га				Совокупные затраты на 1 га, ГДж	КЭЭ
		сухое вещество, т/га	корм. ед., тыс.	сырой протеин, кг	обменная энергия, ГДж		
Вико-овёс	1	4,5	3,04	644	39,8	16,7	2,4
	2	5,0	3,43	746	44,6	21,5	2,1
	3	5,5	3,80	832	48,0	27,3	1,8
Оз. рожь + вика	1	4,2	3,39	608	47,1	16,5	2,9
	2	4,7	3,76	648	52,8	22,1	2,4
	3	5,2	4,23	786	58,1	26,5	2,2
Поукосные посевы суданка + вика + редька масличная	1	2,2	1,27	255	21,7	10,5	2,1
	2	2,6	2,07	295	25,0	11,4	2,2
	3	2,9	2,27	310	28,2	11,9	2,4
Суданка + вика 1+ 2 укос	1	4,9	4,01	638	52,0	14,8	3,5
	2	5,4	4,66	758	59,3	21,7	2,7
	3	6,4	5,28	878	65,9	25,7	2,6
Вико-овёс с подсевом мн. трав	1	4,3	3,20	660	37,5	17,0	2,2
	2	5,0	3,62	820	43,6	22,2	2,0
	3	5,4	4,01	924	47,9	27,9	1,7
Многолетние травы 1 года	1	6,0	4,67	1146	56,7	7,0	8,1
	2	6,9	5,39	1344	63,6	12,3	5,2
	3	8,0	6,30	1658	73,0	17,8	4,1
Многолетние травы 2 года	1	5,4	4,32	1006	52,2	7,0	7,5
	2	6,3	5,11	1252	31,4	12,8	4,8
	3	7,4	5,93	1514	70,6	18,1	3,9
Суданка + вика 1+ 2 укос	1	5,8	4,58	688	55,9	15,2	3,7
	2	7,1	5,68	922	68,0	21,1	3,2
	3	7,9	6,43	1108	77,2	26,3	2,9
Среднее по севообороту	1	5,2	3,99	712	50,0	14,1	3,5
	2	6,0	4,64	866	57,6	19,6	2,9
	3	6,7	5,27	1014	64,5	24,9	2,6

** 1 – бактериальное удобрение (фон); 2 – фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$; 3 – фон + $N_{60}P_{60}K_{60}$.*

Шестипольный сырьевой летний севооборот был дополнен седьмым полем с поздней смесью суданки и вики мохнатой. Это позволило, прежде всего, повысить продуктивность севооборота во второй половине лета.

Выход сухого вещества с 1 га в среднем по севообороту остался на прежнем уровне. Несколько снизился выход кормовых единиц и обменной энергии, но повысился выход сырого протеина в сравнении с шестипольным севооборотом. На полях с ранними смесями получен высокий урожай зелёной массы и сухого вещества, богатого сырым протеином.

Четыре года эксплуатации севооборота были благоприятны для озимой смеси, значительно повысился выход сухого вещества, сырого протеина и обменной энергии.

В 1999–2003 гг. наблюдалось некоторое снижение продуктивности многолетних трав. На наш взгляд, это связано с изменением ботанического состава смеси. Из бобово-злаковой смеси люцерны, клевера и тимофеевки был исключён злаковый компонент. Соответственно снизился выход кормовых единиц и, на отдельных вариантах, выход обменной энергии, но повысился выход сырого протеина. Менее благоприятные условия сложились для поздних смесей. На полях с суданской травой и викой мохнатой показатели продуктивности снизились за счёт снижения урожаев вторых укосов в отдельные годы.

Полученные корма отвечают требованиям, предъявляемым к кормам хорошего качества: отмечается высокое содержание сырого протеина и обменной энергии.

Показатели энергетической эффективности (КЭЭ) остались на высоком уровне и колеблются, в зависимости от культур и используемых вариантов удобрения, от 1,7 до 8,1%. Наименее энергетически выгодным остается возделывание вико-овса, наиболее выгодным – многолетних трав.

Выводы

1. Многолетние исследования по совершенствованию специализированных кормовых севооборотов показали, что в условиях лесостепи Среднего Поволжья на выщелоченных чернозёмах при использовании адаптивных культур и их смесей возможно производство сбалансированных высококачественных кормов различного назначения при соблюдении условий эффективности и ресурсосбережения.

2. Наиболее полно потенциальные продукционные и средообразующие возможности кормовых культур и смесей реализуются в семипольных севооборотах с включением двух полей многолетних трав.

3. Разработана технология получения высококачественных сбалансированных по белку кормов различного назначения: фуражных, грубых, сочных в специализированных кормовых севооборотах.

4. На основе сочетания злаково-бобовых фитоценозов различных сроков использования составлен зелёный конвейер для получения сочных высококачественных кормов в течение вегетационного периода с продуктивностью до 6,8 т сухого вещества, 6400 корм. ед., 1014 кг сырого протеина с 1 га.

5. В специализированном севообороте для получения зернофуража достигнуты высокие показатели продуктивности, в группе зерновых культур выход с 1 га корм. ед. составил 3063–3835, протеина – 330–423 кг, в группе зернобобовых – 2350–3150 и 380–570 кг в группе многолетних трав – 5160–6405 и 795–1275 кг соответственно.

6. Наибольшую продуктивность и эффективность обеспечил сырьевой севооборот для зимнего корма с четырьмя полями козлятника восточного 2–5 года жизни, с 1 га севооборотной площади получено до 8,7 т сухого вещества, 6900 корм. ед., 1250 кг сырого протеина.

7. При разработке севооборотов учтены условия эффективности и ресурсосбережения, что позволяет рекомендовать их в зависимости от вариантов затрат для сельскохозпроизводителей с невысоким уровнем ресурсного обеспечения.

Литература

1. Беляк, В.Б. Интенсификация кормопроизводства биологическими приёмами (теория и практика) / В.Б. Беляк. – Пенза: Изд-во ПТИ, 1998. – 184 с.

2. Беляк, В.Б. Биологизация сельскохозяйственного производства / В.Б. Беляк. – Пенза, 2008. – 320 с.

3. Беляк, В.Б. Кормовые севообороты Среднего Поволжья / В.Б. Беляк. – Пенза, 1996. – 51 с.

4. Беляк, В.Б. Кормовые севообороты Пензенской области / В.Б. Беляк, А.Д. Ишмуратова, В.А. Прахов //Кормопроизводство. – 1998. – №9. – С. 9–11.

5. Парахин, Н.В. Кормопроизводство – как база устойчивого развития животноводства / Н.В. Парахин // Вестник Орловского ГАУ. – 2008. – № 2 (11). – С. 2–3.

УДК 636.085.51:636.085.53

ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫЙ ЗЕЛЁНЫЙ КОНВЕЙЕР ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗЕЛЁНОЙ МАССЫ И ЗАГОТОВКИ ГРУБЫХ КОРМОВ

В.И. Болахнова

На основе основных биологических приёмов интенсификации кормопроизводства: совершенствования структуры кормового поля, совершенствования севооборота и системы удобрения разработан зелёный конвейер, обеспечивающий заготовку грубых кормов и сбор полноценных зелёных кормов на протяжении 126–130 дней.

Развитие сельского хозяйства России немыслимо без продуктивного животноводства, которое нуждается в полноценных сбалансированных кормах, среди которых важную роль играют зелёные корма, поступающие в течение всего вегетационного периода. В связи с этим нами проводятся исследования по совершенствованию кормового сырьевого севооборота, позволяющего получать качественные зелёные корма с мая по октябрь [1].

В современной системе кормопроизводства при выращивании и заготовке любого вида корма лучше получать его из смешанных посевов, так как удовлетворить потребность сельскохозяйственных животных и птицы в питательных веществах ни одна кормовая культура в одновидовом посеве не может [2]. Кормовые мешанки любого назначения должны обязательно иметь бобовый компонент, что помогает получить достаточный урожай без минеральных удобрений, а после уборки накопить в почве больше органического вещества. Бобово-злаковые мешанки, благодаря регулированию нормы высева и подбору компонентов, дают запланированное качество корма в поле без дорогостоящего использования кормосмесителей и кормоцехов. Они обладают высокой устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессам, большей урожайностью, лучшим КПД использования ФАР, чем одновидовые посевы. За счёт повышенного потребления элементов питания из труднодоступных соединений почвы и воздуха экономятся средства на удобрения [3].

Опыт научно-исследовательских учреждений и практика показывают, что травосмеси имеют неоспоримое преимущество перед чистыми посевами, превосходя их по продуктивности в 1,5–2,5 раза, себестоимости одной кормовой единицы – в 1,2–1,8 раза.

Более высокая урожайность травосмесей по сравнению с чистыми посевами трав обуславливается тем, что травосмесь полнее использует питательные вещества, солнечную энергию и воду. Преимущество травосмеси состоит также и в том, что бобовые не только обогащают азотом почву, но и способствуют увеличению со-

держания его в злаковых компонентах. Зелёная масса и сено злаково-бобовых трав содержат больше протеина, витаминов, микроэлементов, чем злаковые. В связи с этим и качество животноводческой продукции при скармливании злаково-бобовых трав выше, чем при использовании только злаковых трав [4].

Механизм положительного влияния растений в смешанных посевах до конца не изучен, но превосходство смесей обусловлено не только лучшим использованием плодородия почвы и света, благодаря разному габитусу корневой системы и морфологии растений, но и большей их устойчивости к болезням и вредителям. В общем увеличении продуктивности смешанных посевов около 70% приходится на повышение устойчивости агроценозов к патогенам и лишь 30% – на счёт других факторов, включая лучшее использование ресурсов окружающей среды [5,6].

Фитоценозы с большим видовым разнообразием характеризуются более высокой потенциальной продуктивностью и экологической устойчивостью. Причём устойчивость многих естественных фитоценозов обусловлена не только их гетерогенностью, но и динамикой количественных отношений между компонентами фитоценоза во времени и пространстве [2].

Естественные и культурные пастбища дают наиболее дешёвые корма, но они не способны обеспечить бесперебойное снабжение животных зелёным кормом на протяжении всего пастбищного периода. Особенно остро недостаток зелёного корма на пастбищах ощущается ранней весной, в середине лета и поздней осенью. Для этого необходимо создавать зелёный конвейер, включающий пастбища и специальные посевы кормовых культур [7].

Наличие озимых, яровых ранних и поздних культур позволяет организовать зелёный конвейер с поступлением зелёной массы с ранней весны до начала осени, снизить организационную нагрузку и убрать корм в оптимальные сроки. Смеси дают возможность повысить устойчивость группы однолетних растений и получить достаточный урожай за счёт той или иной культуры при любом распределении осадков. Вводя в севооборот эти смеси, можно сэкономить площадь и повысить продуктивность пашни, используя смесь как промежуточную, высевая после её уборки смесь суданской травы с викой. В смеси раннего срока сева или поукосные можно включить редьку масличную для увеличения урожайности, улучшения средообразующего фактора и обогащения белка метионином, которого содержится 1,3%. Смесь характеризуется скороспелостью, высокой урожайностью, но недостаточно высокой устойчивостью из-за часто повторяющейся ранневесенней засухи [8-10].

Многие виды растений с высокой мелиорирующей способностью ускоряют процесс накопления органических веществ в почве,

улучшают её физические и химические свойства, защищают от эрозии, снижают затраты невосполнимой энергии на коренную и эксплуатационную мелиорацию земель [11].

Широко используются фитомелиорирующие свойства бобовых растений, способных повышать плодородие почвы за счёт биологической фиксации атмосферного азота. Особенно важную роль в фитомелиорации играют следующие виды бобовых: люцерна, эспарцет, люпин, клевер и другие. Люцерна благодаря её широкой экологической приспособленности, долговечности в ценозе, зимостойкости, засухоустойчивости, противоэрозионным свойствам и высокому качеству корма пригодна для возделывания в самых разнообразных условиях. Для мелиорации техногенных ландшафтов широко используют клевер. Потребление питательных веществ бобовыми растениями зависит от особенностей развития. У вики максимум накопления питательных веществ приходится на конец вегетации. Вика высевается в смеси с овсом, используется на зелёный корм. Она очень требовательна к почве, хорошо развивается на ранее унавоженных почвах. Фосфорно-калийные удобрения под вику вносят из расчёта 40–60 кг/га P_2O_5 и K_2O [12,13].

Нормы удобрения под бобовые травы устанавливают от способов их возделывания и биологических особенностей. Удобрения под бобовые травы вносятся с расчётом на высокий урожай зелёной массы и высокую их азотфиксирующую способность. Клевер красный в составе травосмесей растёт при слабокислой реакции почв (pH 5,0–5,7). Многолетние травы обладают повышенной способностью использовать малоподвижные формы калия почвы. При низком содержании K_2O в почве калийные удобрения существенно повышают урожай.

Биологическим путём решается задача перевода азота воздуха в растительный белок. Использование биологического азота намного дешевле минерального. Одна тонна белка, полученного за счёт фиксации клубеньковыми бактериями и бобовыми растениями, стоит в 8–9 раз меньше, чем при использовании минерального азота [14].

Только одновременно используя в соответствующих нишах традиционные культуры (клевер, люцерна), можно иметь в структуре необходимое количество (30–50%) многолетних бобовых, а значит, и решить, в конце концов, проблему кормов, проблему белка, одновременно повышая плодородие почв.

Совершенствуя видовой состав многолетних трав, необходимо улучшить и набор однолетних. Используемая до последнего времени вико-овсяная смесь не отличается достаточной устойчивостью. В своих исследованиях мы расширили возможности однолетних трав за счёт привлечения таких растений, как суданская трава и

вика мохнатая. Наличие трёх однолетних смесей делает устойчивым продуктивность однолетних культур в любой по погодным условиям год, увеличивает срок поступления полноценной кормовой массы с ранней весны (озимая) до поздней осени (суданка с викой) [15].

Использование в соответствующих смесях вики (яровой и мохнатой) обеспечивает получение сбалансированного по белку корма во всех трёх мешанках, при заготовке любого вида корма (зелёной массы, сена, сенажа). В этом случае экономятся минеральные удобрения.

Разрабатываемое нами направление по биологизации кормопроизводства, единовременное усовершенствование структуры севооборота и системы удобрений способствуют решению двух важнейших задач – получению высококачественного корма для животноводства и благоприятному средообразующему влиянию на плодородие почвы.

Поддержание и повышение плодородия почвы – одна из главных функций севооборота, реализация которой обеспечивается за счёт правильного подбора культур и оптимальной схемы их чередования. Каждая культура в севообороте выполняет свою специфическую роль не только в качестве предшественника (определяя запасы NPK, гумуса), но и фитосанитарную, а также противоэрозионную [16]. С органическими остатками растений и детритом связано в севооборотах возможное увеличение содержания гумуса и улучшение агрофизических свойств почвы. Насыщение севооборотов адаптивными культурами и смесями, бобовыми, запахивание растительных остатков, инокуляции семян всех культур бактериями-азотфиксаторами позволили увеличить как продуктивность, так и качество оставляемых в почве азота, фосфора, калия. Правильный подбор культур, органо-бактериальные удобрения в кормовых севооборотах позволяют целенаправленно улучшать элементы плодородия, как в сложении почвы, так и в обеспечении растений элементами питания.

Целью наших исследований является создание зелёного конвейера для получения высококачественных, сбалансированных по белку зелёных кормов в течение периода вегетации при условии ресурсосбережения и сохранения плодородия почв.

Актуальность исследований состоит в решении проблемы единовременного возделывания разновременно созревающих смесей, состоящих из бобового и злакового компонента, относящихся к озимым, яровым ранним и поздним культурам. Для Пензенской области использованы как традиционные, так и малораспространённые культуры, разработан эффективный, ресурсосберегающей севооборот с бездефицитным балансом гумуса.

Новизна исследований заключается в сочетании при разработке зелёного конвейера основных биологических приёмов интенсификации кормопроизводства: совершенствования структуры кормового поля путём создания агрофитоценозов вместо одновидовых посевов, совершенствования севооборота путём подбора эффективного чередования полей, состоящих из бобово-злаковых агрофитоценозов различных сроков использования, и системы удобрения, включающей широкое применение наряду с минеральными удобрениями бактериальных препаратов.

Экспериментальную работу по изучению влияния культур севооборота и удобрений на продуктивность и элементы плодородия проводили на полях Пензенского НИИСХ. Севооборот заложен на пологом северо-западном склоне водораздела рек Сура и Шукша. Рельеф и почвы участка типичны для северной части Пензенской области. Опытный участок представлен чернозёмом выщелоченным среднемощным среднегумусным тяжёлосуглинистым на лессовидных суглинках с благоприятными агрофизическими и агрохимическими свойствами. В практическом решении для создания адаптивных смесей были взяты традиционные, адаптивные к условиям Поволжья, смеси: вико-овёс, озимая рожь + вика мохнатая, суданская трава + вика мохнатая.

Для лесостепной зоны укосная спелость смеси с рожью наступает в первой декаде июня, за счёт неё можно продлить использование озимых на зелёную подкормку до 20 дней, ко времени укосной спелости многолетних трав. Компоненты агрофитоценоза, составленного из озимой ржи сорта Саратовская 5 (3,0 млн. всхожих семян на 1 га), озимой вики сорта Глинковская (1,0 млн./га), по своим биологическим и фенологическим особенностям хорошо дополняют друг друга, успешно развиваются. Озимые мешанки высевали в сроки сева ржи зерновыми сеялками. Уборку проводили в фазе начала колошения ржи и бутонизации вики (табл. 1).

Таблица 1 – Схема зелёного конвейера

Культуры, смеси	Время использования	
	начало	конец
Озимая рожь + вика	6/VI	22/VI
Многолетние травы 1 и 2 года, I укос	22/VI	14/VII
Вико-овёс	14/VII	28/VII
Суданка + вика, I укос	28/VII	13/VIII
Многолетние травы 1 и 2 года, II укос	13/VIII	10/IX
Суданка + вика, II укос	10/IX	конец сентября
Суданка + вика + редька (поукосно)	конец сентября	до наступления заморозков

Для получения корма во второй половине лета очень эффективна смесь с участием суданской травы сорта Лунинская (2,0 млн. всх. семян на 1 га) и вики (1,0 млн./га). Высевали смесь зерновой сеялкой. Суданку и вику обрабатывали бактериальными удобрениями: злаковые – флавобактерином, бобовые – ризоторфином.

Создавая высокопродуктивную, высокоустойчивую кратковременного использования многолетнюю бобово-злаковую травосмесь, мы включили два бобовых компонента: один сравнительно влаголюбивый – клевер, второй достаточно засухоустойчивый – люцерна. Такой корм обладает высокой энергетической и протеиновой питательностью.

В лесостепной зоне из яровых ранних ведущее место занимает вико-овсяная смесь, которая даёт высокие урожаи сбалансированной по белку массы. Нормы высева овса и вики в весенних посевах – 2,0 млн. и 0,8 млн. всхожих семян на 1 га соответственно. Посев проводили зерновой сеялкой. Затраты на возделывание смеси невелики.

Схема зелёного конвейера и основные параметры его продуктивности представлена в таблице 2.

В весенний период поступление зелёной массы начиналось с 6 июня за счёт скашивания озимой смеси ржи и вики. После её уборки и обработки почвы была посеяна вико-овсяная смесь с редькой масличной, благодаря которой зелёная масса поступала в конце сентября – начале октября. Раннелетние укосы многолетних бобовых трав (клевер+люцерна) обеспечивают подкормки богатым протеином кормом в июне-июле месяце.

Следующее поступление зелёной массы шло со второй половины июля за счёт вико-овсяной смеси, которая сформировала большой урожай в результате выпадения июньских осадков. В третьей декаде июля провели первый укос смеси суданской травы с викой. Второй укос суданской травы с викой – в конце августа и первой декаде сентября. Поукосные посевы убирали с начала сентября и до середины октября.

Поступление зелёных кормов за период ротации осуществлялось в течение 126–130 дней.

Озимая смесь с викой мохнатой обеспечивает поступление сухого вещества 5,4 т/га, содержащего 4,15 корм. ед., 0,68 т/га сырого протеина при 61,0 ГДж/га обменной энергии. Содержание кормовых единиц в 1 кг корма составляет 0,72–0,84, что превышает их содержание в традиционной вико-овсяной смеси. Концентрация сырого протеина зависит от фазы развития ржи и колеблется от 109 до 200 г/кг корма. Содержание обменной энергии стабильно по годам превышает 10 МДж/кг.

Таблица 2 – Продуктивность кормового севооборота, т/га в среднем за 1999–2005 гг.

Культура	Фон удобрения*	Зелёная масса	Сухое вещество	Корм. ед.	Сырой протеин
Вико-овёс	Б.удоб.	35,6	5,2	3,45	0,77
	½ NPK	37,3	6,1	4,00	0,91
	NPK	49,3	6,9	4,61	1,06
Озимая рожь + вика	Б.удоб.	22,9	5,1	3,82	0,62
	½ NPK	24,9	5,3	4,07	0,66
	NPK	27,8	5,8	4,56	0,76
Суданка +вика+ редька (поукосно)	Б.удоб.	13,2	0,8	1,72	0,31
	½ NPK	15,2	0,9	1,76	0,33
	NPK	17,8	1,2	1,85	0,43
Суданка + вика	Б.удоб.	35,2	4,9	3,80	0,71
	½ NPK	41,5	6,1	4,78	0,90
	NPK	46,0	7,0	5,68	1,10
Вико-овёс с подсевом трав	Б.удоб.	34,7	5,3	3,78	0,82
	½ NPK	41,8	6,2	4,44	1,08
	NPK	44,6	6,6	4,77	1,19
Мн. травы 1 года пользования	Б.удоб.	30,0	6,4	4,90	1,42
	½ NPK	38,1	7,5	5,75	1,72
	NPK	42,1	8,9	6,92	2,08
Мн. травы 2 года пользования	Б.удоб.	25,4	5,7	4,49	1,21
	½ NPK	32,3	6,9	5,42	1,54
	NPK	37,1	8,3	6,54	1,89
Суданка + вика	Б.удоб.	44,0	5,6	4,39	0,80
	½ NPK	53,4	7,2	5,66	1,06
	NPK	65,3	8,4	6,75	1,35
Среднее	Б.удоб.	34,4	5,6	4,34	0,95
	½ NPK	40,6	6,6	5,13	1,17
	NPK	47,1	7,6	5,95	1,41

** Б.у. – бактериальное удобрение (фон); ½ NPK – фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$; NPK – фон + $N_{60}P_{60}K_{60}$*

На протяжении семи лет эксплуатации севооборота на поле с вико-овсяной смесью получено 6,1 т/га сухого вещества, 4,0 тыс. корм. ед. и 0,91 т/га сырого протеина с 1 га, при выходе обменной энергии 51,2 ГДж. Содержание кормовых единиц в 1 кг сухого вещества вико-овсяной смеси составляет 0,66–0,71. При возделывании вико-овса с подсевом многолетних трав в 1 кг сухого вещества зелёной массы повышается содержание кормовых единиц до 0,69–0,75.

Поздние яровые смеси в системе зелёного конвейера компенсируют недостаток зелёных кормов во второй половине лета. Использование в севообороте смеси суданской травы с викой позво-

ляет в условиях Пензенской области получать два укоса зелёной массы. Урожайность составляет 6,0 т/га сухого вещества, 4,75 тыс. корм. ед. и 0,90 т/га сырого протеина, при выходе обменной энергии 61,1 ГДж. Зелёный корм поздних смесей отличается высоким качеством, в 1 кг сухого вещества содержится 0,78–0,83 корм. ед., 100–199 г сырого протеина.

Использование многолетних трав позволяет получать устойчивые урожаи богатого протеином корма в различные по обеспеченности осадками годы: в засушливых условиях возрастает урожайность люцерны, во влажные и прохладные – клевера. За два укоса смеси первого года пользования сбор сухого вещества составляет 7,6 т/га, 5,86 корм. ед. и 1,74 т/га сырого протеина, 67,3 ГДж/га обменной энергии. Зелёные корма отличаются высоким содержанием сырого протеина (до 278 г на 1 кг сухого вещества), обеспеченность 1 корм. ед. переваримым протеином достигала 201–254 г при норме 105–110 г.

В зелёном корме содержится комплекс ценных веществ, необходимых для питания животных: протеин высокого качества, легко ферментируемые углеводы, незаменимые жирные кислоты, витамины, минеральные и биологически активные вещества (табл. 3).

Таблица 3 – Питательная оценка кормов (1999–2005 гг.)

Культуры	Фон удобрения	Содержание в кг сухого вещества		Обменная энергия, ГДж/кг
		кормовых единиц	сырого протеина, г	
Вико-овёс	Б. У.	0,61	179,5	8,3
	½ NPK	0,62	164,2	8,3
	NPK	0,65	190,9	8,5
Озимая рожь + вика мохнатая	Б. У.	0,75	164,2	9,9
	½ NPK	0,77	137,5	10,0
	NPK	0,82	160,5	10,0
Многолетние травы	Б. У.	0,67	226,3	8,6
	½ NPK	0,70	214,8	8,7
	NPK	0,70	237,8	8,7
Суданская трава + вика мохнатая	Б. У.	0,72	123,0	9,2
	½ NPK	0,75	172,0	9,4
	NPK	0,8	194,0	9,7

Кормовая ценность зелёного корма зависит во многом от фазы развития растений. В фазах колошения и бутонизации содержание протеина достаточно высокое. Поэтому сроки уборки трав необходимо проводить в эти фазы [17,18].

Многолетние бобовые травы дают корм высокого качества: при содержании в 1 кг корма 226,3–237,8 г сырого протеина и 8,6–

8,7 ГДж/кг обменной энергии. Обеспеченность 1 корм. ед. переваримым протеином составила 163–171 г при норме 105–110 г.

Немного уступает по обеспеченности 1 корм. ед. переваримым протеином смесь суданской травы с викой мохнатой – 124–147 г.

Обеспеченность 1 корм. ед. переваримым протеином у вико-овсяной смеси – 112–139 г, у озимой ржи с викой мохнатой – 112–115 г.

Интенсификация кормопроизводства биологическими приёмами основывается на положительном влиянии возделываемых культур на биогеоценоз и, прежде всего, на почву. При правильном подборе культур и их чередовании в севообороте улучшается фитосанитарная обстановка. Повышается количество органических остатков, поступающих в биологический круговорот, и, как следствие, активизируется деятельность почвенной биоты. Улучшаются физические свойства почвы, повышается содержание органического вещества и питательных элементов в почве, что, в свою очередь, непосредственно влияет на рост и развитие растений.

В весенний период верхний слой почвы (0–10 см) отличается рыхлостью, остальная часть пахотного и подпахотного слоя плотнее, но значения плотности оптимальные для культурной пашни. В осенний период наблюдается уплотнение слоя 10–20 см до величины 1,3 г/см^3, что, хотя и не является критическим для растений, позволяет отнести почву к градации плотной. В целом сезонные колебания плотности выражаются в уплотнении слоёв почвы 10–20 см, и особенно 0–10 см и одинаковых значениях плотности в нижней части пахотного слоя и в подпахотном. Плужная подошва не выражена.

Колебания показателей структурности почвы пахотного слоя отчётливо прослеживается по сезонам: наиболее резко они проявляются в весенний период и сглаживаются к окончанию вегетации вики-овса. В целом за вегетационный период смеси формируется более однородный пахотный слой почвы с хорошими показателями структурности.

Возделывание смешанных бобово-злаковых агрофитоценозов и многолетних трав способствует сохранению оптимальных значений плотности сложения почвы и уменьшает диапазон сезонных колебаний плотности пахотного слоя почвы у однолетних смесей с 1,00–1,14 г/см^3 весной, до 1,16–1,19 см^3 в конце вегетации. Почвы под многолетними травами сохраняют оптимальные значения плотности весь вегетационный период, не превышая 1,25 г/см^3.

По нашим данным, пожнивные и корневые остатки у многолетних бобовых трав составляют 13,8–15,2 т/га, смеси суданской травы с викой мохнатой – 6,3–8,2 т/га, озимой ржи и вики – 6,2–6,8 т/га, вико-овсяной смеси – 5,3–5,8 т/га. Бобовый компонент в смесях

является дополнительным источником азота, который способствует более полному разложению органических остатков и накоплению гумуса в почве.

В целом за ротацию севооборота исходное содержание гумуса увеличилось в слое 0–10 см с 6,37 до 6,98%, в слое 0–20 см с 6,38 до 7,10%.

Биоэнергетическая оценка возделывания культур в севообороте показала, что все культуры и фоны удобрений энергетически выгодны (табл. 4).

Таблица 4 – Энергетическая эффективность зелёного конвейера в 1999–2005 гг.

Культуры	Фон удобрения	Обменная энергия с 1 га, ГДж	Совокупные затраты энергии на 1га, ГДж	КЭЭ
Вико-овёс	Б. У.	44,9	16,1	2,8
	½ NPK	53,4	21,4	2,5
	NPK	63,4	27,0	2,3
Озимая рожь+вика	Б. У.	59,4	16,9	3,5
	½ NPK	63,0	22,4	2,8
	NPK	66,2	26,7	2,5
Суданка+вика + редька (поукосно)	Б. У.	11,2	11,0	1,0
	½ NPK	14,3	12,0	1,2
	NPK	21,7	12,3	1,8
Суданка+вика 1+2 укосы	Б. У.	42,6	15,0	2,8
	½ NPK	59,9	20,2	3,0
	NPK	76,3	25,6	3,0
Вико-овёс с подсевом трав	Б. У.	39,6	17,2	2,3
	½ NPK	54,5	22,1	2,5
	NPK	57,3	27,6	2,1
Мн. травы 1 года, 1 + 2 укосы	Б. У.	57,2	6,3	9,1
	½ NPK	68,5	11,6	5,9
	NPK	85,7	16,7	5,1
Мн. травы 2 года, 1+2 укосы	Б. У.	44,7	6,1	7,3
	½ NPK	52,6	10,6	5,0
	NPK	76,9	16,7	4,6
Суданка+вика 1+2 укосы	Б. У.	44,7	14,6	3,1
	½ NPK	61,5	20,5	3,0
	NPK	90,7	24,8	3,7
В среднем	Б. У.	49,2	14,7	3,3
	½ NPK	61,1	20,1	3,0
	NPK	76,9	25,3	3,0

Высокая продуктивность и качество корма многолетних трав обусловили максимальный выход обменной энергии, который составил 57,2–85,7 ГДж/га в первый год пользования, 44,7–76,9 ГДж/га во второй год. Невысокие совокупные затраты энергии при возделывании многолетних трав определяют высокие значения коэффициента энергетической эффективности (КЭЭ), которые в первый год пользования составили 5,1–9,1, во второй год – 4,6–7,3.В севообороте многолетние бобовые травы показали себя не только наиболее продуктивной и ценной культурой, но и самой ресурсосберегающей.

Внесение минеральных удобрений под культуры севооборота увеличивает их продуктивность, но в тоже время увеличивает совокупные затраты энергии и, соответственно, снижает КЭЭ. Наиболее экономичным является возделывание культур при внесении бактериальных удобрений.

В целом по севообороту коэффициент энергетической эффективности, в зависимости от создаваемого фона удобрения, варьировал от 3,0 до 3,3.

Показатели 1999–2005 гг. по продуктивности кормового севооборота подтверждают правильность основных теоретических разработок по биологизации кормопроизводства, положенных в основу совершенствования зелёного конвейера в условиях Пензенской области.

Литература

1. Анспок, П.И. Справочник агрохимика Нечернозёмной полосы / П.И. Анспок и др. – Л.: Колос. Ленингр. отделение, 1981. – С. 58–76.

2. Беляк, В.Б. Концепция интенсификации кормопроизводства в Пензенской области / В.Б. Беляк // Кормопроизводство. – 1998. – №9. – С. 3–6.

3. Тен, А.Г. Кормопроизводство / А.Г. Тен. – М., Колос, 1982. – С.10–28.

4. Тамметс, Т. Х. Физиология растений. / Тамметс Т. Х., Томинг Х.Г. // Т.32. – Вып.4. – 1985. – С. 629–635.

6. Шпаков, А.С. Многолетние травы в кормовых севооборотах. / Шпаков А.С., Гришина Н. В., Красавица Н.Ю. // Кормопроизводство. – 1997. – №1–2. – С. 31–33.

7. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: Изд. ВНИИ кормов, 1987. – 198 с.

8. Беляк, В.Б. Интенсификация кормопроизводства биологическими приёмами (Теория и практика) / В.Б. Беляк // Пенза: изд. ПТИ, 1998. – с. 5–15.

9. Беляк, В.Б. Смешанные посевы в лесостепной зоне Среднего Поволжья / В.Б. Беляк, О.Ф. Бражникова // Кормопроизводство. – 1998. – №3. – С. 6–9.

10. Беляк, В.Б. Кормовые севообороты Пензенской области / Беляк В.Б., Ишмуратова А.Д. // Кормопроизводство. – 1998. – №9. – С. 9–11.
11. Тороп, А.А. Улучшение качества вико-ржаных смесей / Тороп А.А., Ерёмин В.В. // Кормопроизводство. – 2001. – №5. – С.17–19.
12. Атлас Пензенской области. М.: ГУГК, 1982. – 33 с.
13. Ничипорович, А.А. Физиология фотосинтеза. / А.А. Ничипорович. – М., 1982. – С. 3–21.
14. Докучаев, В.В. К учению о зонах природы. Спб., 1898.
15. Раменский Л.Г. Избранные работы. М., 1971.
16. Охрана труда в сельском хозяйстве. Справочник. / Сост. В.Н. Михайлов и др. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 366–408.
17. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта. / Б.А. Доспехов. 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985.
18. Методические рекомендации по биоэнергетической оценке севооборотов и технологий выращивания кормовых культур. М.: ВАСХНИЛ, 1989. – 72 с.

———

УДК 633.282: 631.5

СУДАНСКАЯ ТРАВА СОРТА ЛУНИНСКАЯ И ПРИЁМЫ ЕЁ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

В.С. Епифанов, Е.Н. Иванова

Дана характеристика суданской травы сорта Лунинская за годы конкурсного сортоиспытания. Предложены оптимальные нормы высева при выращивании на корм и семена.

В засушливых условиях Поволжья самой урожайной культурой из однолетних трав является суданская трава. Хотя эта культура поздняя, однако она, как и многолетние травы, быстро отрастает после скашивания и ежегодно даёт в конкурсном сортоиспытании два укоса.

На Пензенской опытной станции много и плодотворно (более 20 лет) работала с суданской травой селекционер Антонина Кузьминична Киселёва. Селекционную работу с этой культурой она начинала с изучения инорайонных сортов: Кинельская 90, Бродская 2, Камышинская 530 и Одесская 25. Суданская трава Кинельская 90 более скороспелая из них, но по урожайности зелёной массы и сухого вещества значительно уступала позднеспелым сортам. Высокий урожай зелёной массы давал сорт Одесская 25, но он редко вызревает в наших условиях.

Методом массового отбора из гибридного материала, полученного межсортовым скрещиванием при свободном переопыле-

нии, А.К. Киселёвой был выведен скороспелый высокоурожайный сорт суданской травы Пензенская ранняя. С 1963 г. он был районирован в Средневолжском регионе и получил широкое распространение в других районах страны, как один из самых скороспелых сортов. Его возделывание позволило продвинуть эту культуру на север до Нечернозёмной зоны, где этот сорт давал стабильный урожай семян.

В дальнейшей селекционной работе А.К. Киселёва поставила задачу получить более урожайный, сравнительно скороспелый сорт. Методом межвидовой гибридизации суданской травы Пензенская ранняя и сорго Лунинское веничное был получен новый сорт Лунинская. В 1970 г. он был передан в ГСИ и уже в 1975 г. районирован в нашем регионе как перспективный сорт для южных районов лесостепи.

За 22 года конкурсного сортоиспытания (1964–1985 гг.) в полевом севообороте без орошения средний урожай сухого вещества сорта Лунинская составил 8,7 т/га и семян – 1,4 т/га (табл. 1).

По кормовой продуктивности новый сорт превзошёл районированный сорт, но отличается более продолжительным вегетационный период – на 3–5 дней (табл. 2).

Даже во влажные годы (1976, 1978 и 1980) суданская трава Лунинская обеспечивала удовлетворительный урожай семян – от 0,2 до 0,8 т/га. В связи с резким сокращением посевов кукурузы в области она заняла существенную часть освободившейся площади – 50 тыс. га, поскольку возделывающие её хозяйства ежегодно имеют собственные семена. В годы с недостаточным увлажнением почвы суданская трава подстраховывает влаголюбивые многолетние травы.

Куст суданской травы Лунинская прямостоячий. Стебли округлые, толщиной 4,5–6,0 мм и высотой при уборке на семена 180–230 см, средней грубости. Число междоузлий 4–6. Кустистость слабая, от 3 до 8 стеблей на куст. Облиственность растений хорошая, 54–58%. Листья крупные, длиной 40–60 см и шириной от 2,5 до 4,5 см, форма линейная, полупониклые, по краям слегка шероховатые. Соцветие – метёлка длиной 28–34 см. Колоски овально-эллиптические, размером 4–6 см, окраска красно-коричневая. Зерновка округлой формы, окраска коричневая. Плёнчатость семян слабая. От Пензенской ранней отличается красно-коричневой окраской созревающей метёлки, тогда как у исходного сорта семена чёрные.

Наши сорта вымётывают соцветия уже в начале июля. В этот период уборка зерновых культур еще не начинается. Поэтому они могут быть убраны на сенаж и силос (вместо кукурузы, которую превосходят по выходу сухого вещества). В конце августа, когда в

росте многолетних трав наступает депрессия, суданская трава даёт полноценный урожай отавы, которую можно использовать для выпаса скота.

Таблица 1 – Результаты конкурсного сортоиспытания суданской травы

Время испытания	Пензенская ранняя				Лунинская			
	высота, см	облиственность, %	урожай, т/га		высота, см	облиственность, %	урожай, т/га	
			сухое в-во	семян			сухое в-во	семян
1964	192	57	5,3	1,0	228	59	6,7	0,9
1965	158	56	7,0	1,9	188	57	7,8	1,4
1966	135	57	5,5	1,3	140	58	6,2	1,2
1967	136	42	9,8	2,1	169	50	13,6	2,4
1968	185	59	10,9	1,9	216	56	9,8	1,3
1969	144	65	7,2	1,4	179	72	7,7	1,4
1970	183	50	10,4	1,7	186	50	10,9	1,4
1971	142	53	7,4	1,8	167	55	8,3	1,5
1972	225	51	9,2	2,0	223	50	9,0	1,3
1973	143	57	9,5	1,8	165	54	11,3	2,1
1974	190	57	8,7	1,5	200	55	8,7	1,4
1975	130	59	4,6	1,3	149	64	5,3	1,3
1976	183	64	7,0	0,2	184	65	6,7	0,2
1977	174	58	9,7	1,7	207	59	9,8	1,6
1978	206	59	8,1	0,8	211	62	9,1	0,5
1979	162	64	5,6	1,9	175	65	6,7	1,7
1980	174	55	6,5	0,5	183	55	7,1	0,4
1981	216	52	6,8	2,7	212	52	8,3	2,4
1982	173	57	8,6	1,2	190	56	8,8	1,8
1983	171	63	7,7	1,5	175	62	8,0	1,6
1984	168	63	9,6	1,7	178	58	10,0	1,8
1985	191	54	10,8	2,3	197	57	11,2	2,1
Среднее	172	57	8,0	1,6	187	58	8,7	1,4
То же, %	100	100	100	100	109	102	108	92

Таблица 2 – Урожайность суданской травы в конкурсном сортоиспытании (1967–1985 гг.)

Показатель	Пензенская ранняя	Лунинская
Высота травостоя при уборке на семена, см	178	182
Вегетационный период, сут.	98	102
Облиственность с 1-го укоса, %	58	59
Урожайность зелёной массы, т/га	31	32
Урожайность сухого вещества, т/га	8,5	8,9
Урожайность семян, т/га	1,5	1,4

Таким образом, включение суданской травы в структуру кормовых посевов сделает кормопроизводство более стабильным, позволит ликвидировать разрыв между традиционными кампаниями: заготовкой сена в июне и закладкой силоса в августе.

При своевременной уборке первого укоса – в начале вымётывания – суданская трава по содержанию питательных веществ не уступает многолетним злакам (табл. 3).

Таблица 3 – Питательная ценность суданской травы первого укоса, % к АСВ (1983–1985 гг.)

Показатель	Пензенская ранняя	Лунинская
Сырой протеин	14,13	13,89
Сахар	3,52	3,54
Фосфор	0,58	0,57
Кальций	0,61	0,62
Клетчатка	29,95	29,62

При ранней уборке в сухом веществе суданской травы содержится 14% сырого протеина, 3,5% сахара, 0,6% фосфора и кальция и менее 30% клетчатки. Качество корма из неё соответствует зоотехническим требованиям.

Чтобы выявить потенциальные возможности суданской травы Лунинская, нами проведено сравнение её урожайности во влажные (ГТК>1,2) и засушливые годы (ГТК<0,8), по 10 лет в каждой группе (табл. 4).

Таблица 4 – Сравнительная урожайность суданки сорта Лунинская во влажные и засушливые годы (1967–1988 гг.)

Показатель	Влажные годы: 1967–1970, 1973, 1976, 1978–1980, 1982	Засушливые годы: 1971, 1972, 1975, 1981, 1983–1988
Высота растений, см	186	192
Вегетационный период, дней	108	82
Облиственность с 1-го укоса, %	57	56
Урожайность сухого вещества, т/га	9,1	8,5
Урожайность семян, т/га	1,3	1,5
Устойчивость к засухе, %		
по сухому веществу	100	94
по семенам	100	117

Средняя продолжительность вегетационного периода составляла в засушливые годы 82 дня, а во влажные годы она увеличилась до 108 дней, то есть почти на месяц. Однако урожайность сухого вещества в обоих случаях оказалась весьма близка – 8,9 и

9,1 т/га. Семенная же продуктивность была наибольшей в засушливые годы – 1,5 т/га, на 17% выше, чем во влажные годы. Лимитирующим фактором в развитии суданской травы является наличие тепла. Ни одна сельхозкультура, кроме сорго, не использует так эффективно летнее тепло при скудных запасах влаги в почве.

Для получения семян многолетних трав мы рекомендуем семхозам области широкорядные разреженные посевы с уменьшенной нормой высева семян. Суданская трава высевается рядовым способом в северных районах лесостепи. Поскольку эта поздняя культура хорошо кустится, мы рекомендуем высевать её на семена рядовым способом с повышенной нормой высева 3–5 млн. всхожих семян на 1 га (табл. 5).

Таблица 5 – Нормы высева и способы посева суданской травы Лунинская (1986–1988 гг.)

Способы посева	Норма высева, млн. шт./га	Высота, см	Облиственность, %	Урожайность, т/га		
				зелёная масса	сухое вещество	семена
Широкорядный	1	195	60	33	7,9	1,4
Рядовой	2	179	62	34	8,3	1,4
Рядовой	3	181	60	35	8,7	1,4
Рядовой	4	170	59	35	8,4	1,5
Рядовой	5	167	62	37	9,1	1,8
$НСР_{05}$				3	0,6	0,2

При этом она меньше кустится, дружно созревает на главных стеблях, имеет более низкий травостой, что облегчает комбайновую уборку на семена.

В среднем за три года исследований максимальный урожай семян получен при рядовом способе посева с нормой высева 5 млн.шт./га – 1,8 т/га, что на 23% выше урожайности ранее принятой нормы 3 млн. шт./га. Высота травостоя при этом уменьшилась на 14 см, но урожайность корма повысилась: зелёной массы за два укоса – 37 т/га, сухого вещества – 9,1 т/га. Самые низкие показатели имел широкорядный посев с нормой высева 1 млн.шт./га, что применяют селекционеры с целью быстрейшего размножения перспективных сортов.

Таким образом, дополнение сырьевого конвейера в Поволжье засухоустойчивой суданской травой Лунинская стабилизирует производство полноценных кормов, делает животноводство менее зависимым от капризов погоды и значительно снижает себестоимость продуктов питания человека. В отличие от многолетних трав, на семенных участках которых снижают нормы высева семян, суданская трава на загущенных посевах имеет более низкий травостой,

меньше кустится, дружнее вызревает на главных стеблях и раньше убирается раздельным способом.

———

УДК 636.086.2

ПАСТБИЩНЫЕ ТРАВОСМЕСИ НА ПОЙМЕННЫХ ЗЕМЛЯХ

В.С. Епифанов, О.Н. Толубанова

Рассмотрены вопросы создания высокопродуктивных фитоценозов пастбищного типа на основе многолетних трав. Установлено преимущество использования бобовых трав в полевых севооборотах, злаковых и бобово-злаковых трав – на пойменных лугах при интенсивном использовании.

Природные кормовые угодья занимают в Пензенской области 430 тыс. га или в 1,5 раза больше укосной площади многолетних трав. Однако в связи с экономическим кризисом в сельском хозяйстве используются они крайне нерационально: практически никакого ухода на ними не проводится, значительная их часть из-за бессменного выпаса скота покрылась кочками и зарастает кустарником.

Самые плодородные пойменные луга занимают около 30 тыс. га. Грунтовые воды на них близки к поверхности почвы и служат дополнительным источником влаги для многолетних трав. Урожайность сухого вещества составляет менее 1 т/га. Поэтому большую часть зелёных и грубых кормов – 80% хозяйства производят в полевых севооборотах.

В настоящее время площадь орошаемых угодий в Пензенской области составляет 10 га (Статистический сборник, 2007), в то время как в 1985–1990 гг. составляла более 100 тыс.га.

Восстановление прежней техногенно-химической системы луговодства с эффективным использованием техники и внесением высоких доз азотного удобрения при возросших в несколько раз ценах на средства интенсивного луговодства в создавшихся условиях невозможно. Поэтому большой интерес для производственников представляет адаптивно-интегральная система луговодства. Она предусматривает более эффективное использование биологического азота в бобово-злаковых травосмесях за счёт новых сортов многолетних трав, наиболее приспособленных к местным почвенно-климатическим условиям. Такие луга распахиваются не чаще одного раза в 5–8 лет и хорошо противостоят водной эрозии при длительном затоплении поймы талыми водами.

Исследования по адаптивно-интегральному луговодству проводили в течение 30 лет (1969–1998 гг.). Всё начиналось с изучения простых и сложных травосмесей при пастбищном использовании в пойме р. Шукша на ДКП Центральное ОПХ. Если раньше, до ввода в эксплуатацию Сурского водохранилища (1978 г.), пойма р. Шукша заливалась на различные сроки, то в период исследований продолжительность затопления поймы талыми водами стала более короткой, и появилась возможность использовать, кроме злаковых трав, и бобово-злаковые травосмеси с интегральной системой удобрений без орошения.

В 1994–1998 гг. на пойменных землях при двух укосах был проведён цикл исследований по сравнительной эффективности биологического азота в бобово-злаковых травосмесях с минеральным на многолетних злаках при внесении умеренной дозы азота (120 кг/га) на фосфорно-калийном фоне $Р_{60}К_{90}$ (табл. 1).

В результате исследований получены сравнительные данные по выходу обменной энергии в различных травосмесях с участием новых сортов многолетних трав и совокупные затраты энергии на производство корма с использованием биологического и минерального азота.

Контролем в опытах являлся районированный сорт овсяницы луговой Пензенская 1. В ярусе со злаками высевались в чистом виде районированные сорта костреца безостого Пензенский 1, ежи сборной Торпеда и овсяницы тростниковой Сура. В ярусе с бобово-злаковыми травосмесями высевался в чистом виде районированный сорт люцерны Лунинская 1. Парные травосмеси высевались в соотношении компонентов 1:1, по 60% в чистом виде, кроме бобовой смеси с клевером. Все наблюдения и исследования проводились по методике ВНИИ кормов (1987 г.). Учётная площадь делянки – 30 $м^2$. Повторность в опытах четырёхкратная.

Самый высокий травостой по двум укосам при внесении азотных удобрений имела злаковая смесь костреца безостого с овсяницей тростниковой – 51 см, при высоте контроля 46 см. Все бобово-злаковые травосмеси (без внесения азотного удобрения) имели более низкий травостой, 42–46 см. Более плотный травостой был в интенсивных злаках: ежи сборной и овсяницы тростниковой – 91%, тогда как люцерна изреживалась за эти годы до 84% (из-за близости грунтовых вод). В смесях с клевером луговым преобладал слабокорневищный злак овсяница тростниковая (32 и 61%).

Максимальный урожай сухого вещества обеспечил за эти годы посев овсяницы тростниковой – 6,8 т/га при урожайности чистого посева люцерны – 4,8 т/га. Выход обменной энергии и сырого протеина с 1 га составлял 63,3 ГДж и 1,14 т. Несмотря на более высокий урожай полноценного корма, злаковые травосмеси уступали

бобово-злаковым по энергетической эффективности из-за высокой стоимости аммиачной селитры. Самый высокий КЭЭ в ярусе со злаками имела смесь райграса пастбищного с овсяницей луговой – 2,88. В ярусе с бобово-злаковыми смесями овсяница с клевером имела более высокий показатель – 3,25. В этом варианте совокупные затраты энергии были на 66% меньше, чем у более урожайного варианта.

Таблица 1 – Сравнительная эффективность различных травосмесей на пойменных землях (1994–1998 гг.)

Культура, норма высева, млн. шт./га	Высота, см	Ботанический состав, %	Выход с 1 га				КЭЭ
			сухое в-во, т/га	сырой протеин, т/га	обменная энергия, ГДж	затраты, ГДж	
Овсяница луговая (10) – контроль	46	88	64,7	13,1	60,8	22,2	2,74
Ежа сборная (12)	47	91	60,0	11,1	56,2	28,0	2,13
Кострец безостый (6)	45	89	64,3	12,1	58,3	26,9	2,17
Овсяница тростниковая (10)	48	91	68,1	13,3	63,3	25,1	2,52
Люцерна изменчивая (10)	42	84	48,0	9,5	45,3	16,3	2,78
Ежа (7)+кострец (4)	47	43/47	64,2	12,4	59,4	26,4	2,25
Овсяница луг. (6)+ежа (7)	50	37/52	62,4	11,7	59,3	24,1	2,46
Райграс паст.(6)+овсяница луг. (6)	48	42/48	63,4	11,1	59,1	20,5	2,88
Овсяница луг.(6)+овс. тростн. (6)	49	41/49	67,0	12,3	62,0	23,4	2,65
Райграс паст.(6)+кострец (4)	48	34/60	66,3	12,9	62,3	23,6	2,64
Овсян. трост.(6)+кострец (4)	51	41/53	67,2	12,5	63,2	23,4	2,70
Клевер (4) + люцерна (8)	44	42/44	51,3	9,6	47,6	17,0	2,80
Люцерна (6)+овсяница луг. (6)	45	33/58	49,5	9,3	47,5	16,3	2,91
Клевер (6)+кострец (4)	43	40/51	50,1	10,0	47,6	16,4	2,90
Люцерна (6)+кострец (4)	43	37/56	50,4	9,0	47,7	17,9	2,77
Люцерна (6)+овсяница тростн.(6)	44	38/56	50,4	9,0	44,5	14,9	2,99
Клевер (6)+ежа (7)	43	36/55	49,7	9,3	47,5	14,7	3,23
Клевер (6)+овсяница тростник. (6)	44	32/61	51,1	8,8	47,9	14,8	3,24
Клевер (6)+люцерна (6)	46	45/45	53,7	11,4	51,8	16,1	3,22
Клевер (6)+овсяница луг. (6)	45	43/48	52,2	9,6	49,1	15,1	3,25
$НСР_{05}$			8,7				

Таким образом, дополнение многолетних злаков клевером луговым Присурский и пёстрогибридной люцерной Лунинская 1 при посеве на пойме даёт высокий экономический эффект: продлевает продуктивное долголетие злаковых трав за счёт биологического азота, значительно повышает качество выращенного корма и имеет важное экологическое значение в предотвращении деградации чернозёмных почв.

Многоукосное использование злаковых травосмесей на орошаемой пойме при внесении высокой дозы аммиачной селитры и четырёх укосах позволило имитировать пастбищное использование изучаемых травосмесей, что невозможно при случайном выпасе скота по делянкам опыта. Как показали наши исследования (1975–1978 гг.), простые травосмеси с участием адаптированных к местным условиям районированных сортов многолетних трав превосходили более сложные травосмеси по урожайности и качеству корма. Поэтому с 1975 г. мы перешли к изучению парных и тройных смесей многолетних трав на орошаемой пойме (табл. 2).

Таблица 2 – Урожайность и качество простых травосмесей на орошаемой пойме (1975–1978 гг.)

Культура, норма высева, млн. шт./га	Урожайность, т/га		Выход с 1 га		Содержание в 1 корм. ед. ПП, г
	зелёная масса	сухое вещество	сырого протеина	корм. ед.	
Кострец б/о (15)+тимофеевка луг.(5)	47	9,5	1,5	9901	156
Клевер луг.(8)+райграс паст.(12)+люцерна (10)	46	8,6	1,8	9565	172
Кострец б/о (15)+клевер луг.(10)+тимофеевка луг.(5)	46	8,5	1,7	9577	174
Кострец б/о (20)+тимофеевка луг. (10)	43	9,0	1,7	9066	165
Клевер луг.(8)+тимофеевка луг.(10)+ люцерна (12)	47	9,0	1,7	9850	175
Райграс паст.(10)+люцерна (10)+овсяница луг.(10)	56	11,3	1,9	11803	164
Райграс паст.(10)+овсяница луг.(10)+кострец б/о (10)	52	10,3	1,9	10960	152
Райграс паст.(12)+ кострец б/о (18)	47	8,5	1,5	9870	151
Райграс паст.(10)+люцерна (10)+ежа сборная (10)	52	9,2	1,7	10985	156
Райграс паст.(10)+ежа сборная (8)+кострец б/о (12)	50	8,3	1,5	10852	143
$НСР_{05}$		2,1			

Максимальный урожай полноценного корма был получен у смеси райграса пастбищного и овсяницы луговой с люцерной: зелёной массы – 56 т/га, сухого вещества – 11,3 т/га при выходе сырого протеина 1,9 т/га и кормовых единиц – 11,8 т/га. Это значительно выше парной смеси костреца безостого и тимофеевки луговой: по урожайности сухого вещества – на 19%, выходу сырого протеина – на 26% и кормовых единиц – на 20%.

Производственную проверку травосмеси проходили на орошаемых угодьях Центрального ОПХ. Если в 1969–1972 гг. на пастбищах со сложными травосмесями получали урожай зелёной массы 25–30 т/га, то в 1975–1978 гг. внедрение простых травосмесей позволило увеличить урожайность орошаемых трав в 1,5 раза, и средний надой молока возрос до 3500–3600 кг.

Максимальных показателей достигли при переходе на укосное использование многолетних травосмесей в 1987 г. – от каждой из 400 фуражных коров получено по 4200 кг молока. С резким возрастанием цен на материально-технические средства и транспортные расходы стало более выгодным пастбищное использование травосмесей.

Научные сотрудники отдела кормовых культур Пензенской ОблСХОС провели исследования (1983–1987 гг.) по сравнительной эффективности трёх-четырёх укосного использования многолетних злаков при орошении и внесении умеренной (180 кг/га) и удвоенной (360 кг/га) дозы азотного удобрения (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние азотного удобрения на продуктивность многолетних злаков при орошении (1983–1987 гг.)

Культура, норма высева, кг/га	$N_{180}P_{90}K_{120}$			$N_{360}P_{90}K_{120}$		
	зелёная масса, т/га	сухое вещество, т/га	сырой протеин в 1 корм. ед., г	зелёная масса, т/га	сухое вещество, т/га	сырой протеин в 1 корм. ед., г
Кострец безостый (25)	23	5,4	167	32	7,2	198
Райграс паст.(13)+тимофеевка луг. (10)	25	6,3	203	35	7,8	213
Овсяница луг.(13)+ тимофеевка луг. (10)	27	7,0	189	37	8,1	214
Тимофеевка (10)+кострец б/о (20)	27	7,3	192	38	8,4	210
Овсяница (12)+кострец б/о (20)	30	7,9	211	38	8,8	223
Райграс паст.(8)+овсяница луг.(8)+ежа сборная (9)	30	7,5	194	33	7,8	210
Райграс паст.(8)+овсяница луг.(8)+кострец б/о (12)	30	7,5	189	40	8,8	215
Райграс паст.(8)+ежа сборная (8)+кострец б/о (12)	31	8,0	196	40	9,1	221
Овсяница луг.(8)+ежа сборная (8)+кострец б/о (12)	32	8,1	206	41	9,5	213
Ежа сборная (10)+кострец б/о (20)	31	8,2	201	42	9,1	210
Овсяница луг.(12)+ежа сб. (13)	32	8,4	189	43	9,8	213
$НСР_{05}$		2,3			2,3	

Таблица 4 – Влияние различных доз азотного удобрения на урожайность и качество интенсивных злаков (1985–1990 гг.)

Вариант опыта	Сбор с 1 га, т					
	прямое действие			последействие		
	зелёная масса	сухое вещество	корм. ед	сырой протеин	зелёная масса	сухое вещество
$P_{90}K_{120}$ – контроль	15	4,0	3,5	0,5	11	2,8
N_{120} (по 30 кг)	24	5,9	5,3	0,8	11	3,1
N_{180} (60+60+30+30)	28	6,8	5,6	0,9	12	3,6
N_{180} (30+30+60+60)	29	6,9	6,4	0,9	12	3,2
N_{240} (по 60 кг)	33	7,7	7,2	1,2	13	3,6
N_{300} (90+90+60+60)	36	8,4	7,8	1,3	14	3,9
N_{300} (60+60+90+90)	38	8,9	8,3	1,3	14	4,3
N_{300} (120+90+60+30)	37	8,9	8,1	1,3	14	3,3
N_{300} (30+60+90+120)	37	8,8	8,1	1,3	16	4,6
N_{360} (по 90 кг)	41	9,7	8,9	1,5	17	4,7
N_{360} (120+90+90+30)	39	9,2	8,6	1,5	16	4,0
$НСР_{05}$		3,4				1,2

Парная смесь интенсивных злаков – овсяница луговая, 8 кг/га + ежа сборная, 12 кг/га – обеспечила максимальный урожай сухого вещества при двух режимах использования на фосфорно-калийном фоне $P_{90}K_{120}$, соответственно 8,4 и 9,8 т/га. Превышение урожайности чистого посева костреца безостого составило 55 и 36%. Содержание сырого протеина в 1 корм. ед. было более существенным (213 г) при внесении дозы N_{360}, но более низкая себестоимость корма по прямым затратам обеспечивала та же смесь при уменьшенной вдвое дозе азота N_{180} – 1 т зелёной массы – 3,6 и 100 корм. ед. – 1,67 руб. (по ценам 1985 г.).

Убедившись в том, что интенсивные и пойменные злаки поразному реагируют на азотную подкормку и полив, были проведены исследования (1985–1992 гг.) на орошаемой пойме с различными дозами аммиачной селитры под весенние и летние укосы интенсивных злаков и выявлено их действие и последействие на урожай и качество злаковой травосмеси овсяница луговая 8, кг/га + ежа сборная, 12 кг/га. Фосфорно-калийное удобрение $P_{90}K_{120}$ вносили осенью в один приём поперёк делянок, аммиачную селитру – во время вегетации трав, под каждый из четырёх укосов (по схеме, приведенной в таблице 4). Злаки поливали при снижении влажности почвы до 70% полевой влагоёмкости. Учётная площадь делянки – 40 $м^2$, повторность в опытах четырёхкратная.

При внесении аммиачной селитры равными частями под каждый укос (по N_{90}) выход корма по укосам оставлял 35, 30, 20 и 15%, то есть урожайность 1-го укоса была равна сумме урожаев двух по-

следних, а 2-го – в 2 раза выше урожайности 4-го. Поэтому различным соотношением доз азота по укосам мы пытались стабилизировать выход полноценных кормов. Хотя максимальный урожай корма при высоком качестве дал вариант с наивысшей дозой азота при равном её внесении по укосам – 41 т/га зелёной массы и 9,7 т/га СВ, следующий вариант при внесении той же дозы азота по убывающей схеме (120+90+90+60 кг) существенно не уступал ему – 3,9 и 9,2 т/га. По экономической эффективности преимущество имел вариант с меньшей дозой азота при убывающей схеме её распределения (120+90+60+30 кг). В этом варианте азот лучше оплачивался прибавкой урожая, и более рационально использовалась поливная вода. При внесении той же дозы азота N_{300} по обратной схеме (30+60+90+120) отмечалось опасное накопление нитратов в зелёной массе четвёртого укоса (более 230 мг на 1 кг корма).

В следующем цикле исследований (1988–1992 гг.) изучали режимы азотного удобрения пойменной травосмеси тимофеевка луговая, 8 кг/га + кострец безостый, 15 кг/га при трёхукосном использовании с дозой азота N_{270} (табл. 5).

Таблица 5 – Эффективность различных доз азотного удобрения пойменных злаков при орошении (1988–1992 гг.)

Вариант опыта	Выход с 1 га			Затраты обменной энергии ГДж/га	Коэффициент		Окупаемость 1 кг азота прибавкой урожая
	СВ, т	ПП, кг	ОЭ, ГДж		энергет. эффективности	водопотребления $м^3$/т	
$P_{90}K_{120}$ – контроль	3,6	281	38,2	21,3	1,65	892	-
N_{90} (по 30 кг)	5,5	432	53,1	27,6	1,92	580	21,1
N_{180} (по 60 кг)	7,1	564	66,7	34,2	1,95	442	19,3
N_{180} (30+60+90)	7,0	594	65,3	34,5	1,89	453	18,4
N_{180} (90+60+30)	7,7	630	73,4	34,0	2,16	416	22,3
N_{270} (по 90 кг)	8,6	738	80,6	40,3	2,00	365	18,4
N_{270} (60+90+120)	8,5	750	80,3	40,5	1,98	367	18,2
N_{270} (120+90+60)	9,1	792	87,5	40,0	2,19	328	20,3
$НСР_{05}$	2,8						

В контроле на фосфорно-калийном фоне $P_{60}K_{90}$ без внесения азота поливная вода использовалась крайне неэффективно: коэффициент водопотребления составлял 892 $м^3$/т. В пойменной смеси появился клевер ползучий. Урожайность и качество корма в контрольном варианте оказались самыми низкими: сбор сухого вещества – 3,6 т/га, переваримого протеина – 281 кг, выход обменной энергии – 38,2 ГДж/га, коэффициент энергетической эффективности составил – 1,65. Наиболее рационально (КВ-328 $м^3$/т) пойменные

злаки использовали воду в варианте с максимальной дозой N_{270} при убывающей схеме распределения по укосам (120+90+60). В этом варианте был получен наибольший урожай полноценного корма с выходом сухого вещества – 9,1 т/га, сбора переваримого протеина – 792 и обменной энергии в корме – 87,5 ГДж/га при высоком КЭЭ – 2,19. Однако прибавкой урожая сухого вещества лучше окупался килограмм внесённого азота при умеренной (N_{180}) дозе азота, но также при убывающем распределении по укосам – 22,3 кг. Следовательно, гораздо выгоднее использовать высокие дозы азота в первом укосе многолетних злаков, поскольку они в этот период дают максимальный урожай безопасного для животных корма.

Сделав выводы о преимущественном использовании в полевых и кормовых севооборотах на пашне посевов бобовых трав и их смесей, а многолетних злаков и их смесей – на орошаемой пойме, были проведены исследования (1985–1990 гг.) с парными травосмесями тимофеевки луговой с клевером и люцерной в экспериментальном севообороте отдела семеноводства при различном отношении компонентов (табл. 6).

Таблица 6 – Сравнительная эффективность многолетних трав в кормовом севообороте без орошения (1985–1990 гг.)

Культура, норма высева, млн. шт./га	Выход с 1 га			Затраты ОЭ, ГДж/га	КЭЭ	Содержание общего N в СВ, %
	СВ, т	ПП, кг	ОЭ, ГДж			
Тимофеевка луговая (20)	3,9	324	38,1	21,0	1,81	2,13
Клевер луг.(6)+ тимофеевка луг.(12)	5,4	516	53,0	25,3	2,09	2,45
Люцерна (4)+тимофеевка луг.(16)	5,0	536	47,7	28,3	1,69	2,25
Люцерна (6)+тимофеевка луг.(12)	5,5	578	54,0	28,7	1,88	2,58
Клевер (4)+тимофеевка луг. (16)	5,5	526	53,4	25,1	2,13	2,50
Люцерна (10)	6,3	734	61,3	31,2	1,96	2,66
Клевер (8)+ тимофеевка луг.(8)	6,2	548	61,0	25,6	2,38	2,24
Клевер луговой (10)	5,6	657	87,0	27,8	2,05	2,89
Клевер луговой (8)+ люцерна (4)	6,6	736	64,7	29,3	2,21	2,67
Клевер луговой (4)+ люцерна (8)	6,7	815	64,6	30,2	2,14	2,88
Клевер луговой (6)+ люцерна (6)	6,5	798	77,7	29,8	2,16	2,92
$НСР_{05}$	1,0					

Традиционная для Нечернозёмной зоны смесь клевер луговой + тимофеевка луговая при равном соотношении компонентов обеспечила с двух укосов максимальный урожай полноценного корма – 6,2 т/га при выходе переваримого протеина – 548 кг и обменной энергии в корме – 61,0 ГДж/га. Однако, ни один вариант бобовой смеси при трёхлетнем использовании не уступал ей по урожайности полноценного корма. Так, бобовая смесь клевер луговой, 4 кг/га + люцерна, 8 кг/га обеспечила урожайность сухого вещества 6,7 т/га при выходе переваримого протеина 815 кг и обменной энергии в корме 64,6 ГДж/га, что выше традиционной смеси по сбору переваримого протеина почти в 1,5 раза.

Самый плотный травостой в первый год использования создаёт клевер луговой и его парные смеси с тимофеевкой и люцерной: доля сорняков в их посевах составила 2–8%. Посевы клевера на третий год использования зарастали сорняками, и в смесях доминировал второй компонент – 70–80%. В среднем по трём закладкам опыта урожай сухого вещества тимофеевки луговой в кормовом севообороте составил 3,9 т/га при выходе переваримого протеина 329 кг и обменной энергии в корме 38,1 ГДж/га. Все травосмеси тимофеевки луговой с люцерной при любом соотношении компонентов существенно уступали варианту «клевер + тимофеевка», что даёт основание сделать заключение о нецелесообразности использования в парных смесях двух видов со сходным типом развития (двуручек).

В последние годы, в связи с экономическим кризисом в сельском хозяйстве, дополнение многолетних злаков клевером луговым Присурский и пёстрогибридной люцерной Лунинская 1 при посеве на пойме с кратковременным затоплением 10–15 дней даёт высокий экономический эффект: продлевает продуктивное долголетие злаковых трав за счёт биологического азота и значительно повышает качество выращенного корма, кроме того, имеет важное экологическое значение: предотвращает деградацию чернозёмных почв. Регулированный выпас на пойменных лугах экономически более выгоден по сравнению с укосным методом использования лугов, характерным для интенсивного земледелия.

———

УДК 636.086.2

ПРИЁМЫ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ ПАСТБИЩНЫХ ЦЕНОЗОВ

О.А. Тимошкин

Для условий лесостепи Поволжья разработаны основные технологические приёмы создания долголетних ценозов пастбищного типа, включающие подбор компонентов и их оптимального соотношения в смесях, фон минерального питания. Выявлено средообразующее влияние ценозов на третий год жизни.

Введение. Одним из путей внедрения ресурсосберегающих технологий в кормопроизводство Среднего Поволжья является использование пастбищного содержания скота. Пастбищный корм самый дешёвый, так как отпадает необходимость в скашивании зелёной массы, её перевозке, раздаче, экономятся концентраты. При этом в 3 раза сокращаются затраты на ГСМ, в 2,5 раза затраты трудовых ресурсов, в 2 раза снижается себестоимость продукции.

Козлятник восточный благодаря своей пластичности и адаптивности уже получил широкое распространение в Поволжье в качестве одной из самых ранних и поздних культур зелёного конвейера, для приготовления сена, сенажа, витаминно-травяной муки и гранул. Козлятник обладает ещё одним важным свойством – пастбищевыносливостью, что крайне важно при создании культурных пастбищ в условиях Среднего Поволжья, так как клевер ползучий и мятлик луговой без орошения не могут обеспечить необходимый уровень продуктивности – 4,5–5 тыс. кормовых единиц.

В связи с этим в 2001–2004 гг. нами были проведены исследования по подбору компонентов для создания бобово-мятликовых агроценозов долголетнего пастбищного использования с участием козлятника, установление оптимальных соотношений компонентов в травосмеси и норм внесения минеральных удобрений, обеспечивающих получение высококачественной зелёной массы и воспроизводство плодородия почвы.

Методика исследований. Исследования проводили на опытном поле Пензенского НИИСХ. Почва опытного участка – чернозём выщелоченный тяжёлосуглинистый с содержанием гумуса 4,8–6,8%, $pH_{сол}$ – 5,5, содержание легкогидролизуемого азота – 50-62 мг на кг почвы, подвижного фосфора – 134–181, обменного калия – 73–106 мг на кг почвы. Повторность опыта 4-х кратная, учётная площадь делянок 30 м^2.

Многолетние бобово-мятликовые ценозы изучали на четырёх фонах минерального питания: 1. Без удобрений; 2. $N_{30}P_{30}K_{30}$; 3. $N_{60}P_{60}K_{60}$; 4. $N_{90}P_{90}K_{90}$. В опыте изучали многолетние травы: коз-

лятник восточный Магистр, люцерна изменчивая Камелия, кострец безостый Пензенский 1, овсяница луговая Пензенская 1, райграс пастбищный Веймар.

Имитация стравливания происходила путём скашивания зелёной массы косилкой КС-2,1 при достижении высоты травостоя 15–18 см в фазу стеблевания – 3 цикла с последующим прикатыванием травостоя катками. Фазы определяли по бобовому компоненту. Удобрения вносили под основную обработку почвы и ежегодно в виде подкормок рано весной. Наблюдения и исследования проводили согласно методических рекомендаций [1-3].

Погодные условия в течение вегетационных периодов 2001–2004 гг. были различными: 2001, 2003, 2004 гг. – благоприятные для роста и развития трав, 2002 г. – засушливый. Продолжительность пользования травостоем составила по годам 121–125 дней.

Результаты и их обсуждение. Ценотическая активность каждого компонента смеси выражается, прежде всего, через соответствующий ботанический состав каждой группы видов. В наших исследованиях ботанический состав изучаемых смесей изменялся в зависимости от соотношения и набора компонентов, возраста травостоя, уровня минерального питания и укоса.

В первый год пользования (2002 г.) в двойных смесях наибольшую ценотическую активность козлятник восточный имел при посеве с кострецом – 53% на фоне без удобрений. С овсяницей и райграсом процент содержания в урожае козлятника был гораздо меньше – 8,6 и 3,8% соответственно. С внесением удобрений доля козлятника в урожае заметно снижается, особенно при внесении $N_{90}P_{90}K_{90}$ – до 0,4–7,2%. При этом снижается и доля сорняков.

В трёхкомпонентных агроценозах доля козлятника значительно снижается по сравнению с двучленными смесями – до 1,2–11,4% (без удобрений) и 0,7–4,1% (при внесении удобрений). При этом большие показатели участия козлятника восточного в урожае смесей отмечаются при увеличении нормы высева его с 40 до 75% от полной. Следует отметить, что ценотическая активность злаковых трав увеличивалась с повышением их нормы высева и внесением минеральных удобрений. В смеси райграс + овсяница + кострец при внесении удобрений отмечается наращивание ценотической активности райграса при одновременном подавлении сопутствующих компонентов – овсяницы до 1,7% и костреца – 0%.

В связи со слабым развитием растений люцерны в год посева и низким процентом перезимовки, в первый год пользования в урожае не было обнаружено растений люцерны в варианте люцерна + кострец.

Во втором укосе наблюдается наращивание ценотической активности козлятника в простых и трёхкомпонентных смесях. Все

тенденции, которые были отмечены при оценке ботанического состава травостоя первого укоса, сохранились и во втором укосе. Снизилась доля участия сорных растений в урожае в большинстве вариантов. Отмечено некоторое увеличение доли люцерны в урожае с 0,1 до 0,5%.

В третьем укосе из-за повреждения заморозком -8^0 С бобовых растений основную долю в урожае занимали злаковые травы.

Таким образом, на долю участия в травостое бобового компонента большое влияние оказывает количество, вид сопутствующего компонента агроценоза и уровень минерального питания. В большинстве созданных травосмесей в 1-й год пользования доминантом являются злаковые травы.

Во второй год пользования (2003 г.) козлятник сохранил высокую ценотическую активность. В двухкомпонентных смесях доля его участия колебалась от 38,5 до 54,5% без внесения удобрений, при внесении NPK в дозе по 30 кг д.в. процент содержания его в урожае снизился до 32,4–46,5%, при 60 кг д.в. – 22,9–25,4%, при 90 кг д.в. – 11,4–15,9%. Значительно повысилось содержание козлятника в урожае по сравнению с первым годом пользования в смесях козлятник + райграс – с 3,8–0,4% до 43,9–15,9%, козлятник + овсяница – с 8,6–5,6% до 38,5–12,8%. В трёхкомпонентных ценозах доля участия козлятника значительно ниже по сравнению с двухкомпонентными. Снижение нормы высева козлятника с 75 до 45% снизило ценотическую активность с 18,0 до 6,3% (на фоне без удобрений), при внесении $N_{90}P_{90}K_{90}$ – с 11,3 до 2,1%. В трёхкомпонентной смеси райграс + овсяница + кострец во второй год пользования значительно снизилось содержание в урожае райграса, который был доминантом в первый год пользования.

Во втором укосе наблюдается снижение ценотической активности козлятника в простых и наращивание в трёхкомпонентных смесях. Все тенденции, которые были отмечены при оценке ботанического состава травостоя первого укоса, сохранились и во втором укосе. Повысилась доля участия сорных растений в урожае в большинстве травосмесей в основном за счёт всходов однолетних сорняков.

В третьем укосе снизилась доля участия в урожае козлятника в простой смеси козлятник + кострец, увеличилась в смеси козлятник + райграс, козлятник + овсяница по сравнению со вторым укосом. В ботаническом составе трёхкомпонентных смесей увеличилась доля овсяницы при снижении доли костреца. Снизилась доля сорных растений в урожае.

На 3-й год пользования (2004 г.) козлятник сохранил высокую ценотическую активность. В двухкомпонентных смесях доля его участия колебалась от 19,5 до 55,7% без внесения удобрений, при

внесении NPK в дозе по 30 кг д.в. процент содержания его в урожае снизился до 17,6–43,9%, при 60 кг д.в. – 12,8–33,8%, при 90 кг д.в. – 8,8–19,2%. Значительно повысилось содержание козлятника в урожае по сравнению со вторым годом пользования в смесях козлятник + райграс – с 43,9–15,9% до 55,7–19,2%, а в смеси козлятник + овсяница снизилось – с 38,5–12,8% до 19,5–8,8%. В трёхкомпонентных ценозах доля участия козлятника значительно ниже по сравнению с двухкомпонентными. Снижение нормы высева козлятника с 75 до 45% снизило ценотическую активность с 37,7 до 11,9% (на фоне без удобрений), при внесении $N_{90}P_{90}K_{90}$ – с 18,3 до 3,7% (табл. 1).

Во втором укосе наблюдается наращивание ценотической активности козлятника в простых и трёхкомпонентных смесях. Наибольшее увеличение доли козлятника по сравнению с первым укосом происходит в смеси козлятник + овсяница, козлятник + овсяница + кострец (45+70+5%). Все тенденции, которые были отмечены при оценке ботанического состава травостоя первого укоса, сохранились и во втором укосе. Повысилась доля участия сорных растений в урожае в большинстве травосмесей.

В третьем укосе снизилась доля участия в урожае козлятника в простых и трёхкомпонентных смесях по сравнению со вторым укосом. В трёхкомпонентных смесях увеличилась доля овсяницы при снижении доли костреца. Снизилась доля сорных растений в урожае.

В большинстве созданных травосмесей во 2-й и 3-й годы пользования доминантом является козлятник восточный (там, где он входит в состав смеси) и злаковые травы (в тех смесях, где не присутствует козлятник).

Побегообразование – важнейший приспособительный признак, способствующий более полному использованию элементов питания почвы и усиливающий способность к борьбе растений за пространство. Оно зависит от двух групп факторов. В первую очередь, это биологические особенности каждого вида растений, во-вторых – условия внешней среды.

Определение плотности травостоя выявило некоторые закономерности её формирования: она зависела от набора и соотношения компонентов в смеси, уровня обеспечения элементами минерального питания, возраста растений и укоса (табл. 2).

В чистом посеве козлятника 1-го года пользования количество побегов на 1 $м^2$ составило 232–256 штук в зависимости от дозы удобрений. В простых смесях количество побегов снизилось на 80-224 шт. (при посеве с кострецом), 186–236 шт. (при посеве с райграсом), 138–200 шт. (при посеве с овсяницей).

Таблица 1 – Ботанический состав травостоя 3-го года пользования в зависимости от соотношения, набора компонентов и фона минерального питания, %

Видовой состав, норма высева (от полной)	1-й укос				2-й укос				3-й укос			
	без удобрений	$N_{30}P_{30}$ K_{30}	$N_{60}P_{60}$ K_{60}	$N_{90}P_{90}$ K_{90}	без удобрений	$N_{30}P_{30}$ K_{30}	$N_{60}P_{60}$ K_{60}	$N_{90}P_{90}$ K_{90}	без удобрений	$N_{30}P_{30}$ K_{30}	$N_{60}P_{60}$ K_{60}	$N_{90}P_{90}$ K_{90}
Козлятник	95,5	95,1	94,1	92,4	73,0	76,1	80,2	88,7	75,8	75,4	72,5	70,1
Овсяница	92,7	93,5	95,5	98,2	89,5	90,5	92,8	94,9	91,1	92,6	93,4	97,2
Кострец	89,8	92,7	95,8	98,4	92,3	93,1	95,5	98,1	88,4	89,3	90,5	93,5
Козлятник 75% Кострец 40%	30,7 68,6	27,7 72,1	21,4 78,4	9,7 90,1	41,7 54,2	37,2 56,9	28,6 61,9	12,5 71,1	26,8 67,6	28,4 66,2	32,3 64,1	36,4 61,6
Козлятник 75% Райграс 40%	55,7 35,6	43,9 48,6	33,8 61,0	19,2 77,9	54,8 40,3	46,5 49,3	33,1 63,4	5,8 92,3	43,5 49,3	42,4 49,7	39,0 51,5	36,2 51,4
Козлятник 75% Овсяница 40%	19,5 74,4	17,6 76,9	12,8 82,6	8,8 88,6	50,0 28,6	43,5 35,9	28,3 53,5	15,2 69,6	40,6 52,2	42,5 52,0	44,7 51,5	47,9 50,0
Козлятник 45% Овсяница 70% Кострец 5%	11,9 69,0 16,7	9,8 64,1 22,8	7,4 57,1 33,9	3,7 54,5 40,9	40,0 48,0 8,0	36,4 49,1 9,1	23,0 54,7 16,6	4,2 59,6 28,7	17,6 58,8 15,7	16,7 59,2 18,5	13,3 61,7 21,7	9,7 62,5 26,4
Козлятник 60% Овсяница 55% Кострец 10%	27,0 62,9 6,7	23,5 59,8 13,7	18,3 55,0 24,2	12,2 48,2 38,5	50,0 36,7 10,0	44,8 35,8 14,9	33,3 35,9 25,6	17,2 36,2 39,7	33,3 47,4 12,3	34,4 45,9 13,1	35,5 43,0 18,5	38,7 41,2 17,5
Козлятник 75% Овсяница 40% Кострец 15%	37,7 48,2 10,5	33,6 45,2 18,3	26,2 43,4 28,0	18,3 41,1 39,3	57,5 27,5 10,0	51,4 27,4 15,5	40,0 29,0 25,0	22,3 30,3 40,2	39,4 39,4 15,1	40,3 37,5 18,0	41,8 36,7 19,0	45,6 34,8 17,4
Люцерна 75% Кострец 40%	9,4 90,6	7,4 91,6	3,3 93,4	0,0 95,2	4,4 69,1	4,0 73,3	2,2 79,5	0,9 79,6	5,6 85,9	3,9 89,6	2,3 93,1	0,9 96,4
Райграс 50% Овсяница 40% Кострец 35%	24,7 56,5 17,7	24,6 53,8 20,2	23,6 50,9 20,5	21,0 46,5 25,5	20,0 36,0 16,0	21,8 38,2 16,4	23,2 44,9 14,5	24,1 51,8 14,8	6,9 46,0 33,3	8,5 46,8 31,9	9,4 45,3 35,8	13,6 48,5 31,8

Таблица 2 – Плотность травостоя многолетних трав 3-го года пользования, шт./м^2

Видовой состав, норма высева (от полной)	1-й укос				2-й укос				3-й укос			
	без удоб-рений	$N_{30}P_{30}$ K_{30}	$N_{60}P_{60}$ K_{60}	$N_{90}P_{90}$ K_{90}	без удоб-рений	$N_{30}P_{30}$ K_{30}	$N_{60}P_{60}$ K_{60}	$N_{90}P_{90}$ K_{90}	без удоб-рений	$N_{30}P_{30}$ K_{30}	$N_{60}P_{60}$ K_{60}	$N_{90}P_{90}$ K_{90}
Козлятник	134	144	156	176	102	96	84	66	88	84	76	68
Овсяница	818	932	1056	1684	190	220	368	716	456	492	632	764
Кострец	720	784	972	1368	158	208	384	688	400	456	604	868
Козлятник 75% Кострец 40%	62 494	60 550	54 738	32 1136	54 134	48 156	40 212	30 300	44 240	48 248	50 288	62 368
Козлятник 75% Райграс 40%	72 272	68 425	64 676	48 1288	138 316	116 444	84 776	36 1456	56 430	58 472	64 630	68 820
Козлятник 75% Овсяница 40%	48 960	48 1160	42 1396	28 1876	86 148	76 204	60 396	30 614	52 322	56 356	68 448	76 570
Козлятник 45% Овсяница 70% Кострец 5%	22 772 128	20 808 190	12 920 372	8 1176 550	36 104 48	32 116 60	24 164 112	10 222 178	16 232 96	14 264 108	12 356 132	12 548 188
Козлятник 60% Овсяница 55% Кострец 10%	44 716 68	42 786 104	36 880 322	24 1008 518	92 118 80	84 128 132	64 152 244	26 284 370	36 216 90	40 236 98	48 284 124	52 320 148
Козлятник 75% Овсяница 40% Кострец 15%	50 640 60	48 684 88	44 756 212	32 928 384	100 164 94	92 180 132	76 236 256	38 320 428	56 194 118	60 208 132	64 276 156	72 320 176
Люцерна 75% Кострец 40%	16 828	14 966	8 1124	0 1436	16 270	16 316	12 404	4 532	20 380	16 436	12 596	4 880
Райграс 50% Овсяница 40% Кострец 35%	196 464 116	228 500 144	276 584 176	396 656 308	22 22 36	76 64 40	136 98 48	260 172 78	16 24 64	28 68 72	44 98 92	124 144 124

При включении в смесь ещё одного злакового компонента количество побегов козлятника значительно уменьшается – до 20 шт./м^2 при норме высева 45% от высева в чистом виде, 32 шт. при 60%, 40 шт. при 75% (на фоне без удобрений). Внесение удобрений способствовало снижению числа побегов козлятника при одновременном наращивании плотности травостоя злаковых компонентов.

Во втором укосе общее количество побегов в каждом варианте снизилось и составило 66–82% от первого укоса.

К третьему укосу побегообразование злаковых трав усилилось, и ими был сформирован травостой с плотностью 95–112% от первого укоса. Причём тенденции изменения густоты стояния травостоя в зависимости от набора и соотношения компонентов, применения удобрений сохранились.

На 3-й год пользования количество побегов бобового компонента в травосмесях изменилось по сравнению с 2-м годом пользования. Так, в чистом посеве козлятника в 1-м укосе на 1 м^2 приходится 134–176 побегов, в то время как было 182–212 штук. В двухкомпонентных смесях число побегов увеличилось на 20–30 шт., в трёхкомпонентных – на 12–14 штук. Внесение NPK по 30, 60, 90 кг д.в. уменьшило число побегов козлятника. Количество побегов злаковых компонентов снизилось по сравнению с 2-м годом пользования.

Во втором укосе общее количество побегов на 1 м^2 снизилось, в основном за счёт злакового компонента.

К третьему укосу побегообразование злаковых трав усилилось, но плотность травостоя не достигла уровня первого укоса. Тенденции изменения густоты стояния травостоя в зависимости от набора и соотношения компонентов сохранились. Однако, внесение NPK по 30, 60, 90 кг д.в. не уменьшило число побегов козлятника как в первых двух укосах, а увеличило. По-видимому, связано это с тем, что минеральный азот уже был использован злаковыми травами для формирования двух укосов и не оказывал ингибирующего действия на козлятник, а не полностью использованные фосфор и калий, способствовали лучшему побегообразованию бобового компонента.

При формировании урожая агрофитоценоза важная роль принадлежит конкурентным взаимоотношениям растений. Фитоценотическая конкуренция – это режим дефицита вещественно – энергетических ресурсов, создаваемый поглощением их всей совокупностью включённых в фитоценоз особей, а также обратное воздействие, которое этот режим дефицита на них оказывает [4]. Наиболее удобным критерием оценки напряжённости конкурентных отношений является степень изменения продуктивности отдельных растений или их популяций.

Для оценки критерия конкурентной способности нами использовался показатель коэффициент конкурентоспособности (Competitive ratio, CR), который был предложен Willey, Rao (1980) [5].

Установлено, что коэффициент конкурентоспособности компонентов смесей зависел от биологических особенностей видов бобовых и злаковых растений, нормы высева трав, напряжённости травосмеси и норм внесения удобрений.

В первый год пользования среди бобовых трав наибольший коэффициент конкурентоспособности отмечен у клевера лугового (в смеси с люцерной) – 268,6 единицы, затем с большим отрывом следует козлятник – 0,03–0,76 (в зависимости от состава травосмеси), а замыкает этот ряд люцерна изменчивая с CR 0,003 (табл. 3).

Таблица 3 – Коэффициент конкурентоспособности многолетних трав в пастбищных ценозах (2002–2004 гг.)

Вариант, норма высева (от полной)	CR		
	Год пользования		
	1 г.п.	2 г.п.	3 г.п.
1	2	3	4
без удобрений			
Козлятник 75% Кострец 40%	0,56 1,79	0,22 4,50	0,19 5,28
Козлятник 75% Райграс 40%	0,04 24,84	0,15 7,03	0,59 1,70
Козлятник 75% Овсяница 40%	0,08 12,94	0,13 7,95	0,26 3,91
Козлятник 45% Овсяница 70% Кострец 5%	0,01 12,19 46,77	0,07 1,18 17,18	0,12 0,92 8,56
Козлятник 60% Овсяница 55% Кострец 10%	0,07 7,83 8,08	0,09 7,64 4,71	0,40 2,08 1,80
Козлятник 75% Овсяница 40% Кострец 15%	0,08 6,79 4,91	0,11 6,47 4,43	0,39 2,27 1,23
Райграс 50% Овсяница 40% Кострец 35%	127,46 0,92 0,49	0,91 7,99 0,54	0,94 4,02 0,92
$N_{30}P_{30}K_{30}$			
Козлятник 75% Кострец 40%	0,48 2,10	0,19 5,26	0,18 5,44
Козлятник 75% Райграс 40%	0,04 27,70	0,13 8,10	0,50 1,98
Козлятник 75% Овсяница 40%	0,07 13,69	0,10 9,79	0,23 4,30
Козлятник 45% Овсяница 70% Кострец 5%	0,01 12,74 47,30	0,06 1,43 17,50	0,10 0,79 11,45

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
Козлятник 60% Овсяница 55% Кострец 10%	0,06 8,42 9,29	0,06 4,98 8,93	0,26 1,48 2,89
Козлятник 75% Овсяница 40% Кострец 15%	0,07 7,31 5,59	0,09 6,72 4,95	0,28 1,54 1,98
Райграс 50% Овсяница 40% Кострец 35%	143,87 0,93 0,48	0,82 7,61 0,62	0,82 4,12 1,05
$N_{60}P_{60}K_{60}$			
Козлятник 75% Кострец 40%	0,24 4,22	0,14 7,31	0,17 6,03
Козлятник 75% Райграс 40%	0,02 41,23	0,10 10,21	0,43 2,33
Козлятник 75% Овсяница 40%	0,06 15,80	0,08 12,99	0,17 5,76
Козлятник 45% Овсяница 70% Кострец 5%	0,01 15,17 54,93	0,03 1,65 34,01	0,05 0,67 21,00
Козлятник 60% Овсяница 55% Кострец 10%	0,04 9,54 10,24	0,05 3,43 12,94	0,17 1,00 5,76
Козлятник 75% Овсяница 40% Кострец 15%	0,05 9,19 6,32	0,06 8,97 6,27	0,20 1,27 3,24
Райграс 50% Овсяница 40% Кострец 35%	243,93 1,38 0,32	0,67 6,37 0,89	0,76 4,98 1,14
$N_{90}P_{90}K_{90}$			
Козлятник 75% Кострец 40%	0,05 18,43	0,10 9,91	0,12 8,57
Козлятник 75% Райграс 40%	0,01 199,46	0,07 15,00	0,26 3,79
Козлятник 75% Овсяница 40%	0,05 20,82	0,04 23,20	0,15 6,73
Козлятник 45% Овсяница 70% Кострец 5%	0,01 23,06 73,13	0,01 3,82 132,39	0,02 1,16 69,52
Козлятник 60% Овсяница 55% Кострец 10%	0,02 16,83 20,65	0,04 3,10 18,63	0,13 0,75 10,93
Козлятник 75% Овсяница 40% Кострец 15%	0,03 15,32 10,58	0,03 13,67 11,43	0,16 1,15 6,25
Райграс 50% Овсяница 40% Кострец 35%	286,87 1,19 0,33	0,63 5,96 1,05	0,65 5,21 1,33

Конкурентная способность растений козлятника зависит в первую очередь от напряжения смеси. Так, в простых смесях коэффициент конкурентоспособности козлятника в зависимости от злакового компонента составляет 0,04–0,56 единицы, а в тройных – 0,01–0,08. Наиболее оптимальным злаковым компонентом для козлятника в первый год пользования является кострец безостый. Наиболее агрессивным злаковым компонентом является райграс пастбищный, коэффициент конкурентоспособности которого составляет 24,84. Следует отметить, что все злаковые травы имеют величину CR значительно большую, нежели козлятник или люцерна. Это свидетельствует об их большей агрессивности по сравнению с бобовыми травами.

Применение полных доз минеральных удобрений во всех вариантах снижает коэффициент конкурентоспособности козлятника восточного с одновременным увеличением значения CR злаковых трав. По-видимому, это связано с негативным действием минерального азота на бобовые травы и подавления злаковым компонентом, более отзывчивым на внесение полного минерального удобрения. Причём, значения CR козлятника при внесении NPK по 60 и 90 кг д.в. на 1 га снижаются с 0,56 до 0,05 единицы (в смеси с кострецом) или в 11 раз; с 0,04 до 0,01 (в смеси с райграсом) или в 4 раза; с 0,08 до 0,05 (в смеси с овсяницей) или в 1,6 раза. Значительное снижение показателя CR козлятника наблюдается и в тройных смесях.

При внесении NPK в дозах 30, 60 и 90 кг д.в. на 1 га происходит увеличение коэффициента конкурентоспособности злаковых трав. Так, величина CR костреца в бинарной смеси с 1,79 единицы повысилась до 18,43 или в 10,3 раза; райграса – с 24,84 до 199,46 единицы или в 8,0 раз; овсяницы – с 12,94 до 20,82 или в 1,6 раза. Та же закономерность прослеживается и в тройных смесях.

Во второй год пользования (2003 г.) травосмесями коэффициент конкурентоспособности бобовых трав несколько изменился, однако не превысил данный показатель злаковых трав. Как и первый год пользования, конкурентоспособность козлятника в простых смесях была выше, чем в трёхкомпонентных смесях. Так, в двойных смесях CR козлятника составил 0,13–0,22, в трёхкомпонентных – 0,07–0,11 (табл. 3). Внесение удобрений, как и в первый год пользования, снижало конкурентоспособность бобовых трав и увеличивало злаковых трав. Отмечено значительное снижение CR райграса в трёхкомпонентной смеси с 127,46 в первый год пользования до 0,91 во второй при одновременном увеличении показателя конкурентоспособности овсяницы с 0,92 до 7,99 (без внесения удобрений).

На третий год пользования (2004 г.) по всем вариантам отмечено увеличение коэффициента конкурентоспособности козлятника

при одновременном снижении его у злаковых трав по сравнению с первым и вторым годом пользования, причём как на фоне без удобрений, так и при их внесении. Исключение составляет лишь вариант «козлятник + кострец» без внесения удобрений, в котором CR козлятника снизился с 0,22 во второй год пользования до 0,19 в третий.

Таблица 4 – Сбор зелёной массы пастбищных ценозов, т/га

Видовой состав, норма высева (от полной)	Фон удобрений	Год пользования			В среднем
		1-й	2-й	3-й	
Люцерна 75% Кострец 40%	Б/удобр.	16,7	25,4	22,4	21,5
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	17,9	28,5	24,7	23,7
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	20,4	35,8	29,8	28,7
	$N_{90}P_{90}K_{90}$	23,6	53,0	38,5	38,4
Козлятник 75% Кострец 40%	Б/удобр.	17,5	26,7	24,6	22,9
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	18,8	28,7	26,3	24,6
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	20,5	35,8	31,5	29,3
	$N_{90}P_{90}K_{90}$	23,5	47,6	43,1	38,1
Козлятник 75% Райграс 40%	Б/удобр.	14,4	14,8	22,1	17,1
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	16,3	17,3	25,1	19,6
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	19,1	22,2	30,2	23,8
	$N_{90}P_{90}K_{90}$	22,1	30,5	39,2	30,6
Козлятник 75% Овсяница 40%	Б/удобр.	18,2	24,4	23,5	22,0
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	20,4	27,0	25,6	24,3
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	23,8	32,3	29,7	28,6
	$N_{90}P_{90}K_{90}$	30,0	41,2	35,3	35,5
Козлятник 45% Овсяница 70% Кострец 5%	Б/удобр.	18,0	20,0	18,5	18,8
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	19,3	22,1	20,1	20,5
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	22,2	28,6	25,0	25,3
	$N_{90}P_{90}K_{90}$	27,0	38,1	32,8	32,6
Козлятник 60% Овсяница 55% Кострец 10%	Б/удобр.	17,1	22,0	20,6	19,9
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	18,7	25,3	23,1	22,4
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	22,1	29,4	26,5	26,0
	$N_{90}P_{90}K_{90}$	26,3	38,3	35,2	33,3
Козлятник 75% Овсяница 40% Кострец 15%	Б/удобр.	16,8	21,1	24,2	20,7
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	18,0	23,3	26,3	22,5
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	21,1	29,8	30,1	27,0
	$N_{90}P_{90}K_{90}$	25,9	38,7	36,2	33,6
Райграс 50% Овсяница 40% Кострец 35%	Б/удобр.	11,4	17,9	15,0	14,8
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	12,6	20,1	16,7	16,5
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	14,6	25,2	20,2	20,0
	$N_{90}P_{90}K_{90}$	19,0	35,7	28,8	27,8
$НСР_{05}$, т/га A – состав травосмесей B – удобрения AB – взаимодействие		0,73 0,42 1,47	1,39 0,84 2,78	0,88 0,72 1,54	

Количество и набор компонентов смеси оказало значительное влияние на урожайность зелёной массы многолетних трав по годам жизни. Во всех вариантах наибольшая продуктивность многолетних трав приходилась на второй год пользования ценозами (табл. 4). Во многом это объясняется благоприятными погодными условиями вегетационного периода 2003 г. – достаточного количества влаги и положительных температур.

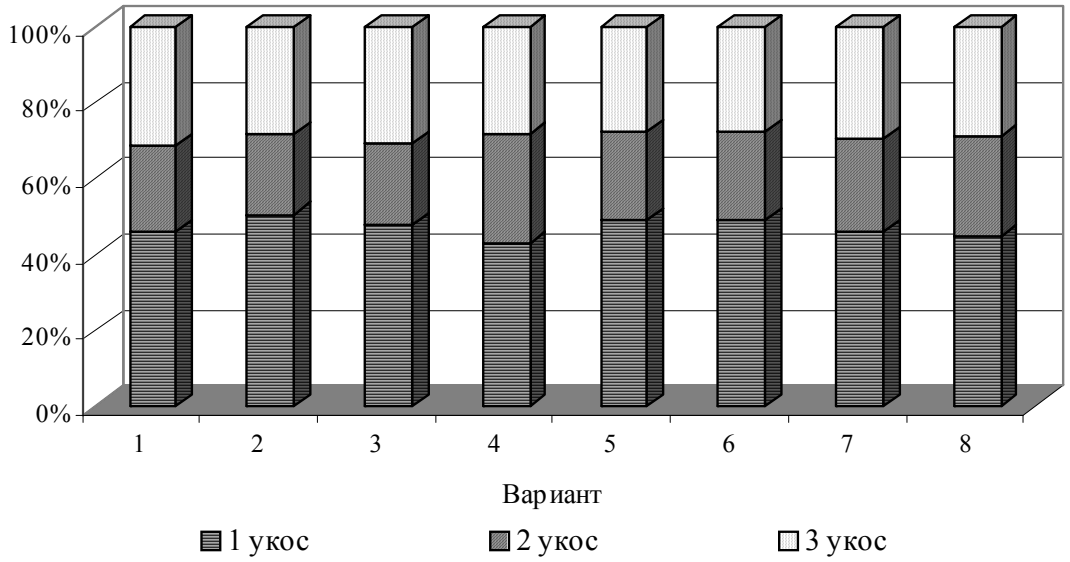
Среди простых смесей в среднем за три года более урожайной оказалась травосмесь козлятник + кострец, сбор зелёной массы составил 22,9 т/га. Минимальный урожай сформировался в смеси козлятник + райграс – 17,1 т/га.

Из трёхкомпонентных смесей более продуктивными оказались смеси с участием козлятника. Злаковая смесь райграс + овсяница + кострец сформировала урожай зелёной массы – 14,8 т/га. При замене райграса козлятником (с нормой высева 45% от полной) сбор зелёной массы увеличился на 4 т/га и составил 18,8 т/га. При дальнейшем увеличении нормы высева козлятника до 60 и 75% с одновременным снижением таковой у овсяницы выход зелёной массы увеличился на 1,1 и 1,9 т/га.

Таким образом, насыщение трёхкомпонентных смесей бобовым компонентом достоверно повышает их продуктивность. Стоит отметить, что даже на четвёртый год пользования козлятник сохранил высокую ценотическую активность в смесях – доля участия его в урожае составила от 36 до 58%, что подтверждает свойство козлятника выносить пастбищное использование.

Применение минеральных удобрений значительно повысило сбор зелёной массы. Так, при внесении $N_{30}P_{30}K_{30}$ сбор зелёной массы увеличился на 6,8–12,3%, дальнейшее увеличение дозы удобрений повысило урожайность на 19,9–39,5% и 41,5–92,4%. Наибольшая прибавка при внесении удобрений была получена в простой смеси «люцерна + кострец» – 16,9 т/га или 78,4%.

Для пастбищных смесей, помимо высокой продуктивности, большое значение имеет и распределение урожая в течение вегетации. Важно, чтобы поступление качественной зелёной массы было равномерно распределено по всему пастбищному периоду. Этому требованию больше всего удовлетворяет парная смесь: козлятник + овсяница (43,1+28,7+28,2% от годового урожая по трём укосам), а также трёхкомпонентная – райграс + овсяница + кострец (44,6+26,5+28,9%) (рисунок). Анализ распределения урожая смесей по укосам свидетельствует о том, что на долю первого укоса приходится 43,1–50,6% годового урожая, второго укоса – 21,0–28,7%, третьего укоса – 27,6–31,3%.



Доля укосов в урожае бобово-мятликовых смесей, %
(в среднем за 2002–2004 гг.)

Таблица 5 – Сбор кормовых единиц и переваримого протеина пастбищными ценозами (в среднем за три года пользования)

Вариант	Кормовые единицы, тыс./га				Переваримый протеин, кг/га			
	б/уд.	$N_{30}P_{30}$ K_{30}	$N_{60}P_{60}$ K_{60}	$N_{90}P_{90}$ K_{90}	б/уд.	$N_{30}P_{30}$ K_{30}	$N_{60}P_{60}$ K_{60}	$N_{90}P_{90}$ K_{90}
Люцерна Кострец	5,48	5,88	6,86	8,15	690	798	1037	1572
Козлятник Кострец	5,46	5,68	6,31	7,43	888	958	1131	1531
Козлятник Райграс	3,99	4,42	4,99	6,05	498	579	727	996
Козлятник Овсяница	5,41	5,82	6,50	7,48	795	903	1128	1486
Козлятник Овсяница Кострец	4,66	4,98	5,93	7,35	603	686	919	1358
Козлятник Овсяница Кострец	4,79	5,19	5,81	6,97	665	764	953	1360
Козлятник Овсяница Кострец	4,93	5,23	5,93	6,76	713	806	1001	1426
Райграс Овсяница Кострец	3,58	3,92	4,53	5,73	418	486	607	924

Анализ продуктивности бобово-мятликовых смесей показал, что наибольший сбор кормовых единиц в среднем за три года пользования получен в вариантах «люцерна + кострец» – 5,48 т/га и «козлятник + кострец» – 5,46 т/га (без применения удобрений), а при внесении $N_{90}P_{90}K_{90}$ в вариантах «люцерна + кострец» – 8,15 т/га и «козлятник + овсяница» – 7,48 т/га (табл. 5).

Сбор переваримого протеина на фоне без удобрений составил – 418–888 кг/га, при внесении $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 486–958 кг, $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 607–1131 кг, $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 924–1572 кг/га. Обеспеченность одной кормовой единицы переваримым протеином высокая – 117–206 г.

По нашим данным, при использовании удобрений наблюдается тенденция к накоплению нитратного азота на 11–573 мг/кг относительно контроля. На фоне без внесения удобрений и при внесении $N_{30}P_{30}K_{30}$, N_{60} $P_{60}K_{60}$ содержание нитратов не превышает ПДК (500 мг/кг). При внесении $N_{90}P_{90}K_{90}$ в большинстве вариантов с преобладанием злаковых трав ПДК превышен на 43–154 мг/кг сухого вещества. Это говорит о необходимости дробного внесения удобрений: по 45 кг д.в. или по 60 кг под первый укос и 30 кг под второй укос с тем, чтобы содержание нитратов в корме отвечало зоотехническим нормам.

Установлено, что бобово-мятликовые травостои оказывают существенное средообразующее влияние. На третий год жизни в почве накапливается 1,96–5,53 т/га воздушно-сухих корней (на фоне без удобрений). Среди двухкомпонентных смесей выделился вариант «козлятник + овсяница», при этом в слое почвы 0-30 см накопилось 4,98 т/га сухих корней; среди трёхкомпонентных – вариант с участием козлятника, овсяницы и костреца в соотношении 45+70+5% – 5,53 т/га сухих корней. Насыщение смеси бобовым компонентом до 75% снизило выход корней на 0,85 т/га или на 15,3%.

Внесение минеральных удобрений значительно увеличило массу корней в пахотном слое. Так, при внесении NPK в дозе 30 кг д.в. на 1 га в пахотном слое накопилось 2,63–5,84 т/га сухих корней, 60 кг д.в. – 3,23–6,49 т/га, 90 кг д.в. – 3,80–7,69 т/га. Превышение над контролем составило 5,6–34,2%, 17,4–64,8%, 39,1–93,9% соответственно.

Анализ энергетической эффективности возделывания пастбищных агрофитоценозов показал, что в среднем за четыре года энергетические затраты составили 7,1–8,5 ГДж/га (на фоне без удобрений). Высокий уровень затрат получен в вариантах с насыщением бобовыми 75 и 100%, снижение доли бобовых до 45% уменьшает энергетические затраты на 0,5 ГДж/га. Минимальный уровень затрат получен в чистых посевах злаковых трав и трёхкомпонентной злаковой травосмеси – 7,1–7,2 ГДж/га. Внесение полного минерального удобрения в дозах по 30, 60 и 90 кг/га д.в. повысило

энергетические затраты до 11,3–12,8 ГДж/га, 13,8–15,2 ГДж/га и 16,5–18,9 ГДж/га соответственно. Наибольший энергетический доход получен в смеси козлятник + кострец 47,6–64,8 ГДж/га и люцерна + кострец – 47,1–68,2 ГДж/га с биоэнергетическим КПД посева 6,7–4,4.

Внесение азотно-фосфорно-калийных удобрений снижало биоэнергетический коэффициент посева. Так, на фоне без применения удобрений биоэнергетический КПД составил по вариантам 4,94–7,14, а при внесении $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 3,41–5,08; $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 3,23–4,76; $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 3,37–4,68.

Заключение. Подбор компонентов и оптимального соотношения их в травосмеси позволил сформировать в условиях лесостепи Среднего Поволжья высокопродуктивные пастбищные ценозы – 20,7–22,9 т/га зелёной массы, 5,4 тыс./га кормовых единиц, 59 ГДж/га обменной энергии. Внесение минеральных удобрений достоверно повышает сбор сухого вещества на 5,1–74,8% и 4,1–59,0% во второй и третий год пользования травостоем.

Литература

1. Новоселов Ю.К., Харьков Р.Д., Шеховцова Н.С. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: ВНИИК им. В.Р. Вильямса, 1987. – 198 с.

2. Подбор травосмесей для сеяных сенокосов и пастбищ / Практическое руководство. М.: Агропромиздат, 1989. – 137 с.

3. Куркин К.А. Фитоценотическая конкуренция. Системные особенности и параметрические характеристики //Бот. Журнал, 1984. Т. 69, №4.- С. 437–447.

4. Методическое руководство по исследованию смешанных агрофитоценозов/ Н.А. Ламан, В.П. Самсонов, В.Н. Прохоров и др. – Мн.: Навука і тэхніка, 1996. – 101 с.

5. Willey R.W., Rao M.R. A competitive ratio for quantifying competition between intercrops //Experimental Agriculture. 1980. Vol.16, №2. P. 117–125.

УДК 633.37:631.559: [631.81.095.337+631.811.98]

НИЗКОЗАТРАТНЫЕ ПРИЁМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО СОРТА ГАЛЕ

О.А.Тимошкин

Установлено, что обработка семян и некорневая подкормка посевов козлятника восточного сорта Гале микроэлементами и стимуляторами роста способствует значительному росту урожайности семян и сухого вещества при небольших энергетических затратах.

В современных условиях при ограниченном ресурсном обеспечении и решении проблемы биологизации земледелия, сохранении и повышении плодородия почв возрастает роль травосеяния. При этом особая роль отводится бобовым травам, имеющим уникальную способность фиксировать азот воздуха. В Пензенской области из бобовых трав ведущее место занимает козлятник восточный, отличающийся высокопродуктивным долголетием.

Для более полной реализации потенциальной продуктивности козлятника наряду с внесением основных элементов питания необходима достаточная обеспеченность микроэлементами, в первую очередь молибденом. Связано это с недостаточным содержанием микроэлементов в почве.

Работами многих исследователей доказана высокая эффективность молибдена, бора, меди, кобальта для козлятника восточного на различных типах почв. Наиболее простой и эффективный способ применения микроэлементов – предпосевная обработка семян.

Растения нуждаются в микроэлементах в течение всего вегетационного периода, особенно потребность в них возрастает в период образования репродуктивных органов, цветения и оплодотворения. Поэтому наряду с обработкой семян необходимо дополнительное питание растений микроэлементами путём некорневой подкормки.

По мнению ряда учёных [1], особенно высокая эффективность применения микроэлементов проявляется на фоне фосфорно-калийных удобрений. Учитывая результаты проведённых исследований, мы также проводили обработку семян и некорневую подкормку на фоне внесения $P_{60}K_{90}$.

Исследования по изучению влияния некорневой подкормки регуляторами роста и микроудобрениями на продуктивность козлятника восточного сорта Гале проводили в 1997–1999 гг. в учебно-опытном хозяйстве Пензенской ГСХА.

Почвенный покров опытного участка представлен чернозёмом выщелоченным, среднемощным, тяжёлосуглинистым. Содержание

гумуса в пахотном горизонте 6,35%, легкогидролизуемого азота 215, подвижного фосфора (по Чирикову) – 114, обменного калия – 164 мг/кг почвы, молибдена – 0,05 мг/кг, бора – 2,3 мг/кг почвы, $pH_{сол.}$ – 5,6. Обеспеченность молибденом низкая.

Норма высева на кормовые цели 4 млн. всхожих семян на гектар, способ посева рядовой, на семена – 1 млн. всхожих семян на гектар, способ посева – широкорядный (45 см), беспокровный. Повторность опыта четырёхкратная, размещение вариантов систематическое. Площадь учётной делянки 25 $м^2$. Закладку опыта проводили на фоне внесения $P_{60}K_{90}$.

Обработку семян молибденово-кислым аммонием (150 г на гектарную норму высева семян), гуматом натрия (0,3 г на 1 кг семян) и экостом (1 г на 1 кг семян) проводили в день посева, опрыскивание травостоя козлятника в фазу бутонизации–начало цветения водными растворами молибденово-кислого аммония (0,2%), гумата натрия (0,05%) и экост (0,001%). Препарат экост представляет собой комплекс микроэлементов – бор, медь, цинк и марганец.

Исследования выполняли в соответствии с методическими указаниями [2]. Количество фиксированного азота воздуха определяли методом сравнения с неинокулированной культурой [3].

Погодные условия в годы исследований были различными. За вегетационный период 1997 г. выпало 245 мм или 89,7% от среднемноголетних показателей. В целом год был благоприятным для роста и развития растений козлятника. В острозасушливом 1998 г. за вегетационный период выпало 88 мм осадков или 48,2% от нормы, температура воздуха была на 3,8–4,6°С выше среднемноголетней. Условия для роста и развития козлятника были экстремальными. 1999 г. можно характеризовать как засушливый, за вегетационный период количество осадков составило 82,1% от нормы.

В результате проведённых исследований установлено, что обработка семян регуляторами роста и микроудобрениями оказала существенное влияние на формирование травостоя козлятника первого года жизни – выживаемость растений повысилась на 2,7–6,6%, количество корневищных побегов увеличилось на 0,8–8,0 шт./растение, длина вегетативного отпрыска – на 0,5–5,7 см. Масса сухих корней по вариантам опыта колебалась от 2,3 до 3,4 т/га. Обработка семян и вегетирующих растений молибденом и экостом обеспечила достоверную прибавку массы корней – 40,5 и 46,9%. Мощное развитие корневой системы, зимующих почек и корневищных побегов способствовало успешной перезимовке растений козлятника.

Козлятник восточный характеризуется как морозо- и зимостойкая культура, хорошо переносит суровые бесснежные зимы с морозами до минус 25°С, а при достаточном снежном покрове – до ми-

нус 40°С. Козлятник подтвердил свою высокую морозостойкость, выдержав в декабре 1997 и 1998 гг. температуру минус 35°С при слое снега 5 см.

В качестве косвенного показателя морозостойкости нами использовался показатель интенсивности накопления аминокислоты пролина, благодаря специфическому характеру изменчивости его концентрации в тканях растений в сочетании с криозащитной функцией. Установлено, что высокая морозостойкость козлятника коррелирует с содержанием пролина в корневых отпрысках (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание свободного пролина и выживаемость козлятника 1-го года жизни

Вариант		Содержание пролина, мг%			Выживаемость растений после перезимовки, %
Фактор А Обработка семян	Фактор В Некорневая подкормка	t=+5+7°С	t=0-2°С	t= -25°С	
Контроль	Контроль	20	61	76	94,8
	Молибден	20	64	81	95,7
	Гумат	20	64	76	96,4
	Экост	20	64	80	96,0
Гумат натрия	Контроль	20	64	78	96,8
	Молибден	25	67	81	97,4
	Гумат	20	64	78	97,6
	Экост	25	67	81	97,1
Молибден	Контроль	20	66	84	97,6
	Молибден	25	73	85	98,8
	Гумат	20	69	85	98,5
	Экост	20	73	85	99,6
Экост	Контроль	20	66	83	96,1
	Молибден	25	67	85	98,6
	Гумат	20	66	83	96,8
	Экост	20	70	84	96,5

С понижением температуры воздуха с 5–7°С до минус 25°С содержание пролина в контроле повысилось с 20 до 76 мг%. При обработке семян и некорневой подкормке содержание пролина повысилось на 8–9 мг%. Коэффициент корреляции между содержанием пролина и выживаемостью растений после перезимовки составил 0,66, что говорит о довольно тесной связи между данными показателями.

Микроэлементы и стимуляторы роста несколько повышали (на 0,9–4,8%) выживаемость растений козлятника после перезимовки.

В целях активизации процесса усвоения козлятником азота из воздуха необходимо создание благоприятных условий почвенной среды. В связи с этим нами была проведена инокуляция семян, а

также обработка вегетирующих растений растворами стимуляторов роста. Как свидетельствуют результаты исследований (табл. 2), в год посева формируется 198–314 млн. шт./га клубеньков общей массой 297–629 кг/га. Число и масса активных клубеньков составила в среднем 182–288 млн. шт./га и 273–576 кг/га. При обработке семян препаратом экост азотфиксирующая способность козлятника повысилась, сформировалось 265 млн. шт./га активных клубеньков массой 531 кг/га, что больше, чем в контроле на 46,2 и 94,7% соответственно. При некорневой подкормке растений молибденом на фоне обработки семян экостом масса активных клубеньков по сравнению с фоном увеличилась на 8,5%.

Таблица 2 – Показатели симбиотической деятельности агроценоза козлятника 2-го года жизни

Вариант		1-й укос			2-й укос		
Обработка семян	Некорневая подкормка	кол-во клубеньков, млн. шт./га	масса клубеньков, кг/га	АСП, кг дней/га	кол-во клубеньков, млн. шт./га	масса клубеньков, кг/га	АСП, кг дней/га
Контроль	Контроль	197	295	7661	128	192	12134
	Молибден	236	424	11167	153	276	16467
	Гумат	224	358	9210	144	231	14909
	Экост	235	376	9681	154	265	15856
Гумат натрия	Контроль	216	368	9437	144	269	15898
	Молибден	251	452	11649	161	291	18505
	Гумат	232	394	10084	151	276	16762
	Экост	244	415	10642	159	269	17460
Молибден	Контроль	257	385	9720	158	260	16344
	Молибден	319	491	12815	176	296	19294
	Гумат	302	453	11553	195	293	19411
	Экост	354	531	13806	232	348	21487
Экост	Контроль	235	389	9998	154	259	17006
	Молибден	292	488	12711	189	318	19580
	Гумат	253	435	11236	167	281	17791
	Экост	254	437	11278	171	288	18022

Во второй год жизни козлятника к первому укосу сформировалось 197–354 млн. шт./га активных клубеньков массой 295–531 кг/га. Наиболее эффективным препаратом для некорневой подкормки растений козлятника оказался экост – число и масса клубеньков увеличилось на 19,3–79,7% и 27,4–180,0% соответственно. Ко второму укосу число и масса активных клубеньков были ниже,

чем перед первым укосом и составили 128–232 млн. шт./га и 192–348 кг/га соответственно.

В первый год жизни активный симбиотический потенциал (АСП) козлятника низкий – 8908–22205 кг•сут./га. Во второй год жизни к первому укосу АСП достиг 7661–13806, ко второму – 12134–21487 кг•сут./га. АСП агроценоза козлятника второго года пользования перед первым укосом был ниже, чем в первый год пользования и составил 6040–11033 кг•сут./га, перед вторым укосом АСП увеличился до 15470–26950 кг•сут./га.

Во все годы исследований максимального значения удельная активность симбиоза (УАС) достигала к первому укосу во второй и третий годы жизни 18,5 и 26 г/кг•сутки соответственно. В среднем за вегетацию наибольшая УАС отмечена на третий год – 15 г/кг•сутки.

Высокий активный симбиотический потенциал козлятника характеризует его как перспективную азотфиксирующую культуру. При оптимизации продукционного процесса количество фиксированного азота воздуха в год посева увеличилось на 9–69%, второй – 15–53%, третий – 14–61%. За три года исследований агроценозом козлятника из воздуха фиксировано 338–604 кг/га азота (табл. 3).

Таблица 3 – Количество фиксированного азота воздуха (в сумме за 3 года)

Вариант		Выносится азота с урожаем, кг/га	Фиксируется азота из воздуха, кг/га	Доля биологического азота, %
Обработка семян	Некорневая подкормка			
Контроль	Контроль	494	338	68,4
	Молибден	667	511	76,6
	Гумат натрия	583	426	73,1
	Экост	606	449	74,2
Гумат натрия	Контроль	565	408	72,2
	Молибден	702	546	77,8
	Гумат натрия	636	471	74,1
	Экост	652	495	75,9
Молибден	Контроль	624	467	74,8
	Молибден	718	562	78,3
	Гумат натрия	680	524	77,1
	Экост	758	601	79,3
Экост	Контроль	630	474	75,2
	Молибден	760	604	79,5
	Гумат натрия	686	530	77,3
	Экост	699	542	77,5

Доля биологического азота в выносе с урожаем составила 68,4–79,5%, то есть козлятник при применении фосфорно-калийных удобрений, обработке семян и некорневой подкормке микроэлемен-

тами и регуляторами роста способен усвоить из воздуха 70–80% необходимого ему азота. Максимальное количество азота (604 кг/га) фиксируется при обработке семян экостом и некорневой подкормке молибденом.

Микроэлементы и регуляторы роста оказали положительное влияние на формирование ассимиляционного аппарата. В среднем за три года индекс листовой поверхности козлятника первого года жизни составил 30,2–45,9 тыс. м^2/га. Наиболее эффективной оказалась обработка вегетирующих растений молибденом, площадь листьев увеличилась на 6,3–18,2%. При этом фотосинтетический потенциал превысил контроль на 39,8–52,5%. Наибольшие показатели фотосинтетической деятельности имели растения при обработке семян молибденом и некорневой подкормке экостом.

Индекс листовой поверхности в этом варианте составил 66,9 и 92,3 тыс. м^2/га во второй и третий годы жизни в первом укосе, 29,6 и 47,9 тыс. м^2/га во втором, что на 24,8 и 33,0%, 17,9 и 6,4% больше, чем в контроле. ФП был на 22,1 и 15,5% больше контроля, ЧПФ – на 10,7 и 16,4% во второй и третий годы жизни соответственно (табл. 4).

Таблица 4 – Фотосинтетическая деятельность козлятника

Вариант		$S_л$, тыс. м^2/га			ФП, млн.м^2 •сутки/га			ЧПФ, г/м^2 •сутки		
Обработка семян	Некорневая подкормка	годы жизни								
		1-й	2-й	3-й	1-й	2-й	3-й	1-й	2-й	3-й
Контроль	Контроль	30	54	69	1,14	1,76	2,72	1,7	3,7	3,3
	Молибден	35	60	87	1,31	2,04	3,17	1,8	4,0	3,6
	Гумат	32	61	83	1,22	1,94	2,97	1,7	3,8	3,5
	Экост	33	60	84	1,24	1,97	3,02	1,7	3,9	3,6
Гумат натрия	Контроль	32	60	77	1,20	1,96	2,86	1,7	3,8	3,5
	Молибден	34	65	92	1,28	2,07	3,23	1,8	4,1	3,7
	Гумат	34	65	90	1,27	2,05	3,18	1,7	3,8	3,6
	Экост	33	63	87	1,26	2,04	3,15	1,8	3,9	3,6
Молибден	Контроль	30	58	83	1,14	1,85	2,98	1,7	3,9	3,7
	Молибден	36	66	90	1,34	2,10	3,19	1,8	4,1	3,8
	Гумат	32	65	87	1,21	2,02	3,21	1,8	4,0	3,7
	Экост	32	67	92	1,22	2,15	3,15	1,8	4,1	3,9
Экост	Контроль	42	60	79	1,53	1,92	2,96	1,8	3,8	3,6
	Молибден	46	67	90	1,63	2,12	3,11	1,8	4,0	3,8
	Гумат	44	65	85	1,59	2,04	3,14	1,8	3,9	3,6
	Экост	45	64	85	1,62	1,99	3,02	1,8	4,0	3,7

Обработка семян и некорневая подкормка повысила продуктивность агроценоза козлятника: прибавка урожая сухого вещества

составила 7,9–56,1%, кормовых единиц – 7,9–55,6%, переваримого протеина – 8,6–69,6% и обменной энергии – 7,5–41,6% (табл. 5).

Таблица 5 – Продуктивность козлятника восточного

Вариант		1-й год пользования				2-й год пользования			
Фактор А	Фактор В	сбор, т/га			ОЭ, ГДж/га	сбор, т/га			ОЭ, ГДж/га
		СВ	к. ед.	ПП		СВ	к. ед.	ПП	
Контроль	Контроль	6,6	5,1	0,9	54,9	9,1	7,0	1,3	76,4
	Молибден	8,1	6,4	1,2	69,1	11,6	9,1	1,8	98,7
	Гумат	7,3	5,7	1,0	61,5	10,5	8,1	1,5	88,1
	Экост	7,5	5,8	1,1	62,5	10,8	8,4	1,6	90,4
Гумат натрия	Контроль	7,3	5,6	1,0	60,7	9,9	7,7	1,5	83,2
	Молибден	8,2	6,4	1,2	69,0	11,9	9,3	1,9	101,1
	Гумат	7,7	5,9	1,1	64,1	11,3	8,8	1,7	95,3
	Экост	7,8	6,0	1,1	65,2	11,4	8,8	1,7	95,6
Молибден	Контроль	7,3	5,7	1,1	61,7	10,9	8,5	1,7	92,2
	Молибден	8,4	6,6	1,3	71,2	12,0	9,3	1,9	102,1
	Гумат	7,9	6,1	1,2	66,6	11,7	9,1	1,9	99,3
	Экост	8,9	6,8	1,4	73,9	12,3	9,4	2,0	102,7
Экост	Контроль	7,2	5,6	1,1	60,2	10,6	8,2	1,6	88,7
	Молибден	8,3	6,4	1,3	69,0	12,0	9,2	1,9	100,1
	Гумат	8,0	6,2	1,2	66,7	11,4	8,8	1,8	96,2
	Экост	7,8	6,0	1,2	65,0	11,3	8,7	1,8	94,9
$НСР_{05}$	А	0,48				0,54			
	В	0,53				0,85			
	А×В	0,22				0,31			

Примечание: фактор А – обработка семян, фактор В – некорневая подкормка

В первый год жизни наиболее продуктивными оказались агроценозы, в которых семена при посеве обработали экостом (прибавка сухого вещества – 40,7%). Некорневая подкормка молибденом и стимуляторами роста в первый год пользования способствовала получению дополнительно 0,5–2,3 т/га сухого вещества, 0,5–1,7 т/га кормовых единиц, 0,1–0,5 т/га переваримого протеина.

В первый год пользования содержание протеина в корме составило 20,8–23,5%. Как и в первый год жизни, накопление протеина лучше происходило при обработке семян молибденом и некорневой подкормке экостом – превышение над контролем составило 2,7%. При этом получен наибольший сбор переваримого протеина 1,4 и 2,0 т/га, обеспеченность одной кормовой единицы 202 и 212 г. Содержание сырой клетчатки находилось в пределах 17,4–29,2%, что говорит о хорошем качестве корма.

Установлена закономерность повышения содержания жира при некорневой подкормке экостом и молибденом. Содержание жи-

ра в первый год пользования в среднем за два укоса колебалось от 1,99 до 2,44%. Существенное повышение содержания жира отмечалось в варианте с некорневой подкормкой экостом на фоне обработки семян молибденом – 0,23%. Проведённый зоотехнический анализ корма из козлятника характеризует его как высокопитательный и отвечающий требованиям кормления животных.

Некорневая подкормка посевов и обработка семян молибденом и стимуляторами роста, а также их сочетание обеспечивали устойчивую прибавку урожая семян. Самый высокий эффект даёт совместное применение молибдена и экоста, урожайность семян в первый год пользования составила 0,83 т/га, что на 43,1% выше контроля (табл. 6). Наибольшее число генеративных побегов сформировалось в варианте с обработкой семян молибденом и некорневой подкормкой экостом – 38 шт./м^2, количество кистей на побеге – 5,5 шт., количество бобов на побеге – 65,2 шт., семян в бобе – 54,8 шт., масса семян с побега – 2,78 г, масса 1000 семян – 7,63 г.

Таблица 6 – Урожайность семян и энергетическая эффективность приёмов возделывания козлятника на семена

Вариант		Урожайность семян, т/га	Затрачено энергии, ГДж/га	Получено энергии, ГДж/га	Чистый энергетический доход, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
Фактор А Обработка семян	Фактор В Некорневая подкормка					
Контроль	Контроль	0,58	14,7	55,7	41,0	2,8
	Молибден	0,72	15,1	69,1	54,0	3,6
	Гумат	0,69	15,1	66,2	51,1	3,4
	Экост	0,70	15,1	67,2	52,1	3,5
Гумат натрия (семена)	Контроль	0,71	15,2	68,2	53,0	3,5
	Молибден	0,82	15,3	78,7	63,4	4,1
	Гумат	0,79	15,3	75,8	60,5	4,0
	Экост	0,81	15,3	77,8	62,5	4,1
Молибден (семена)	Контроль	0,68	15,0	65,3	50,3	3,4
	Молибден	0,74	15,1	71,0	55,9	3,7
	Гумат	0,78	15,1	74,9	59,8	4,0
	Экост	0,83	15,1	79,7	64,6	4,3
Экост (семена)	Контроль	0,62	15,3	59,5	44,2	2,9
	Молибден	0,76	15,4	73,0	57,6	3,7
	Гумат	0,73	15,4	70,1	54,7	3,6
	Экост	0,67	15,4	64,3	48,9	3,2
$НСР_{05}$, т/га	А	0,06				
	В	0,06				
	А×В	0,09				

Оценка энергетической эффективности возделывания козлятника на семена показала целесообразность использования приёмов обработки семян и некорневой подкормки молибденом, гуматом натрия и экостом. Затраты на проведение этих приёмов невелики, а прибавка урожая существенна. Это обеспечило увеличение чистого энергетического дохода на 7,9–23,6 ГДж/га. Наибольший чистый энергетический доход при наименьшей себестоимости продукции получен при обработке семян молибденом и некорневой подкормке экостом – 64,6 ГДж/га, коэффициент энергетической эффективности составил 4,3.

Оценка эффективности возделывания на корм показала целесообразность использования приёмов обработки семян и некорневой подкормки молибденом, гуматом натрия и экостом. В структуре затрат затраты на проведение данных приёмов невелики, а прибавка урожая существенна. Это обеспечило увеличение чистого энергетического дохода на 11,9–41,4 ГДж/га, энергетическая себестоимость снизилась на 0,3–1,0 ГДж/т сухого вещества. Наибольший чистый энергетический доход при наименьшей себестоимости продукции получен в варианте с обработкой семян молибденом и некорневой подкормкой экостом 132,1 ГДж/га и 3,1 ГДж/т, коэффициент энергетической эффективности составил 4,8.

Недостаток подвижных форм микроэлементов не позволяет реализовать потенциал продуктивности козлятника восточного. В связи с этим обработка семян и некорневая подкормка посевов молибденом, гуматом натрия и экостом повышает продуктивность козлятника, вовлекая тем самым в биологический круговорот большое количество зольных элементов. Содержание азота и его вынос с корневой системой представлен в таблице 7.

Во второй год пользования травостоем козлятника масса воздушно-сухих корней в пахотном слое составила 4,6–6,3 т/га. Обработка семян молибденом и некорневая подкормка экостом способствовала увеличению массы корней на 36% по сравнению с контролем. Повышенное содержание азота (3,8%) способствовало накоплению его в корнях в количестве 238 кг/га, что на 46,8% превышает контроль.

После уборки зелёной массы в виде растительных остатков остается 1,66–1,89 т/га сухого вещества во второй и 1,91–2,23 т/га в третий год жизни. Пожнивные остатки характеризуются оптимальным для гумификации отношением C:N и наличием большого количества лабильных компонентов, которые обеспечивают высокий уровень гумификационных процессов. За три года посевы козлятника накапливают 4,8–5,3 т/га сухого вещества в виде растительных остатков. Благодаря гумификации образуется 0,71–0,80 т/га гумуса. Интенсивнее процесс гумификации проходит при обработке семян

молибденом и некорневой подкормке экостом – 0,8 т/га гумуса, что на 12,7% выше контроля.

Таким образом, эффективным приёмом повышения продуктивности козлятника восточного на почвах, слабо обеспеченных молибденом, является обработка семян молибденово-кислым аммонием (150 г на гектарную норму высева семян) и некорневая подкормка травостоя в фазу бутонизации–начало цветения экостом в концентрации 0,001%. Данный приём является энергетически и экономически выгодным, прибавка урожая семян в среднем за три года составила 40,8%.

Таблица 7 – Масса корней и растительных остатков козлятника

Вариант		Масса корней, т/га	Содержание азота, %	Вынос азота, кг/га	Масса растительных остатков, т/га	Образуется органического вещества в почве, т/га
Обработка семян	Некорневая подкормка					
Контроль	Контроль	4,6	3,52	162	4,8	0,71
	Молибден	4,8	3,65	174	5,2	0,78
	Гумат	4,7	3,53	165	5,0	0,75
	Экост	4,8	3,56	172	5,0	0,76
Гумат натрия	Контроль	4,8	3,61	175	4,9	0,74
	Молибден	5,1	3,72	188	5,2	0,79
	Гумат	5,0	3,61	180	5,1	0,77
	Экост	5,2	3,65	190	5,1	0,77
Молибден	Контроль	5,5	3,70	204	5,0	0,75
	Молибден	5,6	3,72	208	5,3	0,79
	Гумат	5,8	3,71	217	5,2	0,78
	Экост	6,3	3,80	238	5,3	0,80
Экост	Контроль	5,5	3,74	205	5,0	0,76
	Молибден	5,6	3,81	215	5,3	0,80
	Гумат	5,8	3,74	216	5,2	0,78
	Экост	6,0	3,87	231	5,2	0,78
$НСР_{05}$, т/га	А	0,16			0,10	
	В	0,16			0,10	
	А×В	0,34			0,18	

Литература

1. Ринькис, Г.Я. Сбалансированное питание растений макро- и микроэлементами / Ринькис Г.Я., Ноллендорф В.Ф. – Рига: Зинатне, 1979. – 345 с.

2. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: ВИК, 1987. – 197 с.

3. Посыпанов, Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха: Справочное пособие. – М.: Агропромиздат, 1991. –300 с.

УДК 633.37:631.559:631.82

ПРОДУКТИВНОСТЬ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО СОРТА ГАЛЕ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

О.А. Тимошкин

Показана роль минеральных удобрений в формировании высокопродуктивных агроценозов козлятника восточного и его средообразующее действие. Установлено действие минеральных удобрений на зимостойкость растений, симбиотическую, фотосинтетическую деятельность, продукционный процесс козлятника восточного, качество получаемого корма.

Решение проблемы интенсификации полевого кормопроизводства, стабилизации производства кормов, повышения их качества должно основываться на максимальном использовании биологических факторов, включая адаптивный потенциал растительных ресурсов в сочетании с экономически целесообразными объёмами применения материально-технических средств.

В Пензенской области широкое распространение получил козлятник восточный, который характеризуется высокой экологической пластичностью и адаптивностью, превосходно сочетает высокую продуктивность с отличными кормовыми достоинствами, рационально использует агроклиматические условия региона, отличается устойчивым семеноводством, повышает плодородие почвы, ценен как предшественник и медоносное растение.

Для оптимизации продукционного процесса козлятника необходимо рациональное применение минеральных удобрений. В связи с этим нами проведены исследования по изучению влияния различных доз минеральных удобрений на симбиотическую азотфиксацию и продуктивность козлятника восточного.

Исследования проводили в 1997–1999 гг. на опытном поле Пензенской ГСХА. Почва – чернозём выщелоченный, среднемощный, тяжёлосуглинистый с содержанием гумуса в пахотном слое 6,35%, легкогидролизуемого азота – 215, подвижного фосфора (по Чирикову) – 114, обменного калия – 164 мг/кг почвы, $pH_{сол.}$ – 5,6.

Фосфорные удобрения вносили в виде двойного суперфосфата, калийные – хлористого калия, азотные – аммиачной селитры. Норма высева на кормовые цели – 4 млн. всхожих семян на гектар, способ посева рядовой, на семена – 1 млн. всхожих семян на гектар, способ посева – широкорядный (45 см), беспокровный. Повторность опыта четырёхкратная, площадь учётной делянки 25 $м^2$. Количество фиксированного азота воздуха определяли методом сравнения с неинокулированной культурой. Исследования выполняли в соответствии с методическими указаниями [1].

Метеорологические условия в годы проведения исследований (1997–1999) были различными и существенно отклонялись от среднемноголетних показателей: 1997 г. – благоприятный для роста и развития козлятника; 1998 и 1999 гг. – засушливые с суммой осадков 77,4 и 82,1% нормы.

Исследованиями установлено, что путём применения удобрений возможно формирование таких агроценозов, которые наиболее полно реализуют потенциал продуктивности козлятника восточного. Так, полнота всходов, число сохранившихся растений в конце вегетации и после перезимовки было выше на удобренных вариантах. Оптимизация условий выращивания оказала положительное влияние на накопление корневой массы, формирование симбиотического и фотосинтетического потенциала. Фосфорно-калийные удобрения в дозе $P_{60}K_{90}$ и $P_{120}K_{180}$ увеличили массу корней к концу первого года жизни на 0,8–1,3 т/га (в контроле 1,6 т/га). Отдельное внесение фосфора и калия было менее эффективным.

В формировании травостоя и обеспеченности продуктивности козлятника в первый и последующие годы жизни решающее значение имеет образование отпрысков и зимующих почек. Благодаря способности к вегетативному размножению травостой козлятника с годами не изреживается, а, наоборот, всё более загущается. В первый год жизни к концу вегетации наибольшее количество отпрысков – 13 шт. на растение – сформировалось при внесении $P_{120}K_{180}$.

Козлятник восточный характеризуется как морозо- и зимостойкая культура. Он хорошо переносит суровые бесснежные зимы с морозами до минус 25°, а при достаточном снежном покрове до минус 40°.

Козлятник подтвердил свою высокую морозостойкость, выдержав в декабре 1997 и 1998 гг. низкие температуры минус 35°С при слое снега 5 см.

Нами оценивалось влияние минерального питания на морозостойкость козлятника. В качестве оценочного показателя использовалось содержание свободного пролина в отпрысках корневищного типа. Установлено, что высокая морозостойкость козлятника коррелирует с содержанием пролина в корневых отпрысках (табл. 1).

В фазу стеблевания при температуре 5–7°С содержание криозащитной аминокислоты пролина колебалось от 10 до 25 мг%. С понижением среднесуточных температур происходит накопление пролина. Так, при температуре минус 25°С пролина в отпрысках содержалось 62–81 мг%. Азот в дозе 60 кг/га снижал содержание пролина на 6–13 мг% по сравнению с контролем. Минеральный азот на фоне фосфорно-калийных удобрений практически не изменил содержание пролина. Наибольшее количество пролина накапливается при внесении P_{120} и K_{180} как раздельно, так и совместно. Это со-

гласуется с фактом повышения устойчивости растений к действию низких температур при внесении калия, что подтверждается высокой выживаемостью растений при перезимовке.

Таблица 1 – Влияние минерального питания на накопление свободного пролина в отпрысках козлятника восточного

Вариант	Содержание пролина, мг%			Выживаемость растений после перезимовки, %
	t=+5+7°C	t=0-2°C	t= -25°C	
Контроль	16	51	75	96,4
N_{60}	10	39	62	94,6
P_{60}	16	64	78	97,1
P_{120}	20	69	81	97,6
K_{90}	16	62	76	97,6
K_{180}	16	54	81	98,4
$P_{60}K_{90}$	20	66	76	98,4
$P_{120}K_{180}$	25	69	81	99,2
$N_{30}P_{60}K_{90}$	16	59	75	97,3
$N_{30}P_{120}K_{180}$	25	62	81	98,5
$N_{60}P_{60}K_{90}$	13	48	69	97,0
$N_{60}P_{120}K_{180}$	16	52	75	97,9
$N_{90}P_{60}K_{90}$	16	50	69	96,3
$N_{90}P_{120}K_{180}$	20	54	75	97,0

Коэффициент парной корреляции между содержанием пролина при низких отрицательных температурах и выживаемостью растений после перезимовки составил 0,85, что говорит о довольно тесной связи факторов. Азотные удобрения обусловили уменьшение морозостойкости растений, что подтверждается снижением их выживаемости после перезимовки – 94,6%, в контроле 96,4%. Самая высокая выживаемость растений козлятника первого года жизни отмечена при внесении $P_{120}K_{180}$ – 99,2%.

Козлятник восточный отличается высокой азотфиксирующей способностью. При благоприятных условиях симбиоза он может фиксировать 400–600 кг/га азота [2-4].

Наблюдения показали, что клубеньки у растений козлятника появляются на 20–25 день после всходов в фазу первого настоящего листа. Ещё через 5–6 дней появляются активные клубеньки. В наших опытах внесение 30, 60 и 90 кг/га азота задерживало образование активных клубеньков на 7–10, 15–20, 30–35 дней. Улучшение фосфорно-калийного питания ускоряло на 2–3 дня появление клубеньков с леггемоглобином. Переход леггемоглобина в холеглобин отмечен в начале-середине октября.

На увеличение количества и массы клубеньков минеральные удобрения оказывали существенное влияние. Больше всего клу-

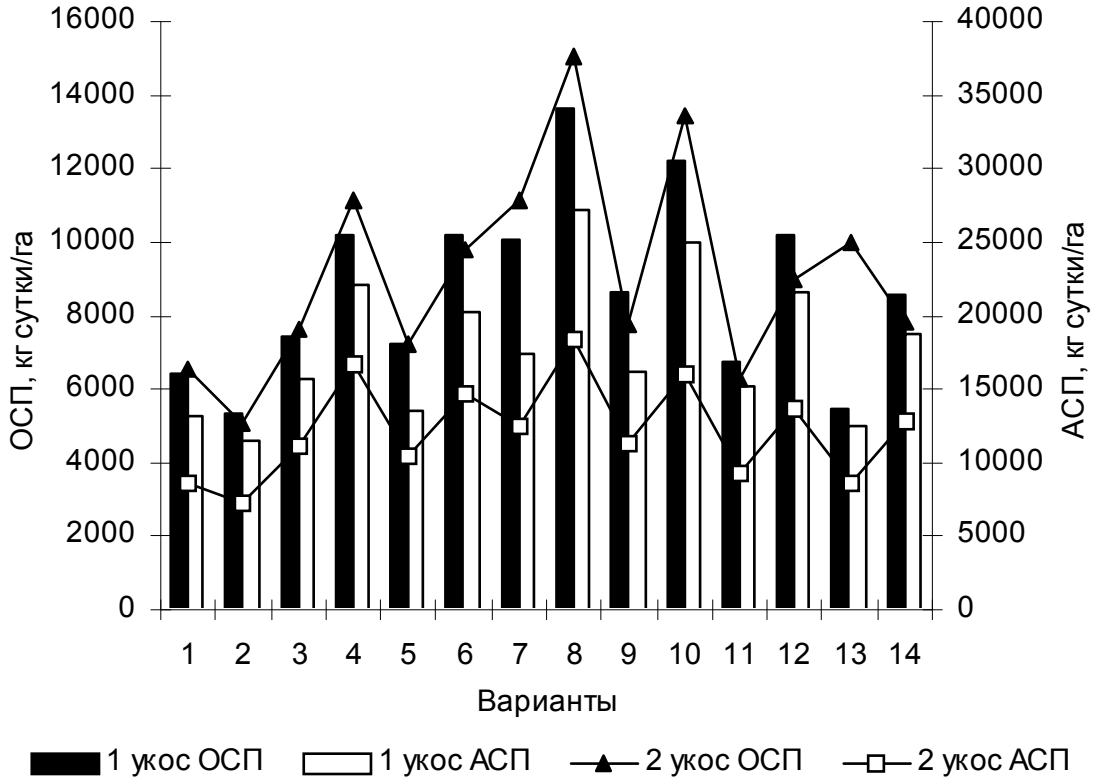
беньков сформировалось на фосфорно-калийном фоне – 215 и 325 млн. шт./га, в том числе 204 и 304 млн. шт./га – с леггемоглобином. Удвоение дозы фосфора и калия увеличило общее количество клубеньков на 51,1%, активных на 49,0%. Азот подавлял развитие клубеньков на ранних этапах онтогенеза растений. По мере его расхода из удобрений клубеньки начали образовываться, но их количество было невелико, а сами клубеньки оставались мелкими и неэффективными. Лишь во второй половине вегетации клубеньки начали активно работать, постепенно наращивая свою массу. Внесение фосфорно-калийных удобрений снижало негативное действие минерального азота на азотфиксирующий процесс. Так, если чистый азот в дозе 60 кг/га д.в. снизил количество активных клубеньков на 30%, то та же доза на фоне $P_{120}K_{180}$ на 16,8%.

Во второй год жизни к первому укосу формируется 105–237 млн. шт./га клубеньков общей массой 171–518 кг/га (табл. 2). Большинство из них (89–91%) – активные. Азот в дозе 60 кг/га д.в. уменьшил на 18,1 и 17,6% количество и массу активных клубеньков. Наибольшее количество и масса клубеньков сформировалась в варианте с внесением $P_{120}K_{180}$, количество активных клубеньков увеличилось в 1,8 раза, масса – в 2,3 раза. Ко второму укосу на корнях козлятника второго года жизни сформировалось 88–198 млн. шт./га клубеньков общей массой 108–271 кг/га, что на 16,5–21,6% и 25,4–27,5% меньше, чем перед первым укосом.

Таблица 2 – Азотфиксирующая способность козлятника восточного (в среднем за 1997–1999 гг.)

Вариант	1 укос		2 укос	
	кол-во клубеньков, млн. шт./га	масса клубеньков, кг/га	кол-во клубеньков, млн. шт./га	масса клубеньков, кг/га
Контроль	135	224	105	171
N_{60}	112	189	88	141
P_{60}	143	238	114	233
P_{120}	181	331	152	336
K_{90}	142	258	109	183
K_{180}	184	365	156	311
$P_{60}K_{90}$	178	391	165	290
$P_{120}K_{180}$	237	518	198	376
$N_{30}P_{60}K_{90}$	158	287	130	234
$N_{30}P_{120}K_{180}$	201	132	158	291
$N_{60}P_{60}K_{90}$	133	223	104	192
$N_{60}P_{120}K_{180}$	162	348	127	228
$N_{90}P_{60}K_{90}$	105	171	89	152
$N_{90}P_{120}K_{180}$	132	284	103	185

Общий и активный симбиотический потенциал растений второго и третьего года жизни выше, чем у растений первого года, соответственно в 2,0–2,5 раза. К первому укосу ОСП и АСП составляет 5338–13637 и 4567–10851 кг сут./га соответственно, ко второму укосу ОСП и АСП резко возрастает и достигает 12592–37557 и 7314–18473 кг сут./га (рисунок).



Общий и активный симбиотический потенциал козлятника второго года жизни

Высокий активный симбиотический потенциал козлятника характеризует его высокую азотфиксирующую способность. В первый год жизни козлятник фиксирует из воздуха 34–78 кг/га азота, во второй и третий год жизни 127–275 и 154–297 кг/га соответственно. В сумме за три года растениями козлятника фиксировалось из воздуха 267–650 кг/га азота (табл. 3). Доля азота воздуха в урожае составила по вариантам опыта 37,1–69,1%. Внесение фосфорных и калийных удобрений стимулировало фиксацию азота воздуха симбиотическими бактериями. При этом наибольшую прибавку обеспечивало использование фосфора в дозе 60 и 120 кг/га д.в.

Прибавка азота, фиксированного из воздуха, составила 54–213 кг/га, доля биологического азота в общем количестве, усвоенного растениями азота, повысилась с 56,0 до 64,4%. Эффективность калийных удобрений была ниже, из воздуха фиксировалось 336–

495 кг/га азота, что составило 53,7–63,0% от общего азота, вынесенного с урожаем.

Совместное внесение фосфора и калия увеличило фиксацию азота из воздуха до 433–650 кг/га, что выше контроля на 37,5–106,4%. При этом повысилась доля биологического азота в урожае до 59,8–69,1%.

Подавление процесса симбиотической азотфиксации минеральным азотом проявилось в снижении количества поглощенного азота воздуха на 9,0–38,4% и его доли в общем выносе с урожаем на 10,2–15,0%.

Нами установлено, что тенденция изменения удельной активности симбиоза (УАС) по годам и укосам была одинаковой: увеличивалась до фазы бутонизации в первый год жизни (3,8 г/кг сутки), приобретая максимум перед первым укосом (28,0 и 27,4 г/кг сутки) и снижаясь ко второму укосу (3,1 и 3,4 г/кг сутки) во второй и третий годы жизни.

Многие исследователи [5-7] отмечают сильную прямую связь между продуктивностью культур и величиной площади ассимилирующей поверхности. Нашими опытами подтверждается зависимость фотосинтетической деятельности от применения удобрений. Так, индексы листовой поверхности козлятника первого года жизни в среднем за три года к концу вегетации составили по вариантам опыта 28,6–44,7 тыс. $м^2$/га (табл. 4).

Таблица 3 – Показатели фиксации азота воздуха козлятником (сумма за 1997–1999 гг.)

Вариант	Выносится азота с урожаем, кг/га	Фиксируется растениями из воздуха, кг/га	Доля биологического азота, %	Используется азота из удобрений, кг/га	Коэффициент использования азота из удобрений, %
Контроль	605	315	52,1	-	-
N_{60}	657	275	41,9	30,4	50,7
P_{60}	659	369	56,0	-	-
P_{120}	818	527	64,4	-	-
K_{90}	626	336	53,7	-	-
K_{180}	786	495	63,0	-	-
$P_{60}K_{90}$	724	433	59,8	-	-
$P_{120}K_{180}$	940	650	69,1	-	-
$N_{30}P_{60}K_{90}$	720	373	51,8	19,0	63,3
$N_{30}P_{120}K_{180}$	942	591	62,7	20,0	66,6
$N_{60}P_{60}K_{90}$	739	340	46,0	36,3	60,5
$N_{60}P_{120}K_{180}$	931	528	56,6	38,0	63,3
$N_{90}P_{60}K_{90}$	719	267	37,1	54,0	60,0
$N_{90}P_{120}K_{180}$	901	442	49,1	56,3	62,3

Таблица 4 – Фотосинтетическая деятельность посевов козлятника восточного

Вариант	$S_л$, тыс.м^2/га			ФП, млн.м^{2}сутки/га			ЧПФ, г/м^{2}сутки		
	годы жизни								
	1-й	2-й	3-й	1-й	2-й	3-й	1-й	2-й	3-й
Контроль	28,6	69,8	61,4	1,17	1,92	2,03	1,64	4,16	4,14
N_{60}	33,7	79,2	65,1	1,36	2,23	2,14	1,67	3,87	4,28
P_{60}	31,5	76,8	64,3	1,28	2,12	2,12	1,68	4,16	4,21
P_{120}	35,4	96,2	75,5	1,43	2,66	2,51	1,74	4,09	4,37
K_{90}	30,8	74,5	62,3	1,26	2,10	2,08	1,66	4,10	4,24
K_{180}	34,2	88,8	72,7	1,39	2,50	2,42	1,69	4,22	4,42
$P_{60}K_{90}$	33,1	83,0	69,3	1,34	2,17	2,32	1,69	4,32	4,30
$P_{120}K_{180}$	42,6	94,6	80,6	1,73	2,62	2,69	1,76	4,46	4,46
$N_{30}P_{60}K_{90}$	34,2	84,6	65,9	1,39	2,35	2,25	1,70	3,97	4,23
$N_{30}P_{120}K_{180}$	43,8	100,7	79,6	1,76	2,79	2,74	1,76	4,18	4,34
$N_{60}P_{60}K_{90}$	37,7	86,6	64,9	1,52	2,42	2,33	1,71	3,90	4,15
$N_{60}P_{120}K_{180}$	44,7	104,0	78,1	1,81	2,92	2,80	1,76	3,89	4,26
$N_{90}P_{60}K_{90}$	34,7	90,4	64,7	1,42	2,65	2,41	1,81	3,71	4,05
$N_{90}P_{120}K_{180}$	41,3	109,0	75,2	1,69	3,02	2,89	1,85	3,83	4,11

Максимальная ассимиляционная поверхность отмечена в варианте с внесением $N_{60}P_{120}K_{180}$, что на 56,3% выше, чем в контроле.

Внесение фосфора и калия способствовало повышению фотосинтетического потенциала. Так, при внесении $P_{60}K_{90}$ ФП был выше, чем в контроле на 14,5%, при удвоении дозы до $P_{120}K_{180}$ прибавка увеличилась до 47,9%. Внесение азотных удобрений повысило ФП на 18,8–54,7%.

Использование азота, фосфора, калия повысило ЧПФ на 0,02–0,21 г/м^2 сутки. Наиболее интенсивно процесс накопления сухого вещества проходил при внесении в почву $N_{90}P_{120}K_{180}$, ЧПФ составил 1,85 г/м^2 сутки или на 12,8% выше, чем в контроле.

Наиболее продуктивно работали посевы второго года жизни. При этом максимальная площадь листьев сформировалась в фазу цветения и составила по вариантам 69,8–109,0 тыс. м^2/га. Лучшие условия для формирования ассимиляционной поверхности создались при внесении $P_{120}K_{180}$ и азота 30, 60 и 90 кг/га д.в. В этих же вариантах оказался наибольшим фотосинтетический потенциал, прибавка составила 34,0–48,1%, чистая продуктивность фотосинтеза в среднем за год – 3,71–4,46 г/м^2 сутки. Азотные удобрения снизили ЧПФ на 5,0–7,7%.

Минеральные удобрения оказали положительное влияние на продуктивность агроценоза козлятника (табл. 5). Урожай сухого вещества растений второго года жизни на удобренных фонах составил 8,61–11,69 т/га.

Таблица 5 – Продуктивность козлятника, т/га

Вариант	1-й год жизни			2-й год жизни			3-й год жизни		
	СВ	к. ед.	ПП	СВ	к. ед.	ПП	СВ	к. ед.	ПП
Контроль	1,92	1,54	0,24	7,98	6,22	1,06	8,40	6,53	1,16
N_{60}	2,27	1,80	0,30	8,63	6,84	1,13	9,15	7,18	1,24
P_{60}	2,15	1,72	0,27	8,81	7,00	1,17	8,92	6,93	1,23
P_{120}	2,49	1,95	0,32	10,89	8,47	1,46	10,97	8,45	1,53
K_{90}	2,09	1,65	0,26	8,61	6,70	1,10	8,81	6,85	1,18
K_{180}	2,35	1,81	0,32	10,54	8,01	1,37	10,69	8,21	1,49
$P_{60}K_{90}$	2,27	1,78	0,30	9,37	7,35	1,25	9,97	7,76	1,40
$P_{120}K_{180}$	3,05	2,34	0,42	11,69	8,91	1,67	12,01	9,24	1,74
$N_{30}P_{60}K_{90}$	2,37	1,88	0,31	9,32	7,36	1,28	9,52	7,39	1,36
$N_{30}P_{120}K_{180}$	3,10	2,41	0,43	11,67	9,03	1,66	11,89	9,13	1,77
$N_{60}P_{60}K_{90}$	2,60	2,03	0,35	9,45	7,56	1,29	9,67	7,57	1,38
$N_{60}P_{120}K_{180}$	3,19	2,44	0,45	11,35	8,86	1,58	11,94	9,26	1,76
$N_{90}P_{60}K_{90}$	2,57	1,98	0,36	9,82	7,93	1,26	9,77	7,67	1,31
$N_{90}P_{120}K_{180}$	3,12	2,35	0,46	11,57	8,17	1,76	11,88	9,25	1,65
$НСР_{05}$, т/га	0,18			0,28			0,19		

Внесение фосфорно-калийных удобрений в дозах $P_{60}K_{90}$ и $P_{120}K_{180}$ обеспечило достоверную прибавку урожая сухой массы по сравнению с контролем – 1,39–3,71 т/га. Азотные удобрения не оказали существенного влияния на повышение продуктивности, прибавки оказались статистически недостоверными, при этом снижалась окупаемость килограмма д.в. на 10,4–45,7%. Оплата 1 кг д.в. минеральных удобрений была наибольшей при внесении P_{60} и P_{120} – 22,3 и 24,3 кг сухого вещества – 1,88 и 1,98 кормовых единиц. По мере увеличения доз азота окупаемость удобрений снижалась.

Наибольший выход кормовых единиц и переваримого протеина получен при внесении $P_{120}K_{180}$. Прибавка составила 2,69 т/га и 0,6 т/га.

Внесение фосфора в дозе 60 кг/га д.в. увеличило сбор семян на 0,04 т/га по сравнению с контролем, при удвоении дозы прибавка составила 0,08 т/га. Совместное внесение фосфора и калия повысило сбор семян на 18,3–46,7%. Однако азотные удобрения в дозе 60 кг/га д.в. снизили урожайность семян на 33,3%. Это связано с увеличением густоты стеблей, в основном вегетативных, ухудшением светового и воздушного режимов в травостое, полеганием посевов, в связи с чем ухудшаются условия опыления и созревания семян. Увеличение дозы азота до 90 кг/га д.в. привело к дальнейшему снижению урожайности семян на 62,2% по отношению к контролю.

Анализ химического состава растений показал, что внесение минеральных удобрений влияло на содержание общего азота в зелёной массе козлятника. Так, в первый год жизни содержание азота повысилось при совместном применении фосфора и калия на

0,14–0,29%, на второй год – 0,04–0,21%, на третий – 0,05–0,16%. В первый год жизни максимальный уровень азота был в варианте с применением $N_{90}P_{120}K_{180}$ – 3,61% на абсолютно сухое вещество, или на 0,51% больше, чем в контроле. При использовании фосфорно-калийных удобрений $P_{60}K_{90}$ и $P_{120}K_{180}$ прослеживается тенденция к снижению нитратного азота на 34–46 мг/кг относительно контроля. Отдельное внесение фосфора и калия не привело к статистически доказуемому снижению нитратов, азотные удобрения во все годы повышали содержание нитратного азота в сене, причём, чем выше доза азота, тем больше накапливается нитратов. Отдельное внесение 60 кг/га д.в. азота привело к повышению содержания нитратов на 39–41 мг/кг, внесение азота 60 кг/га на фоне $P_{120}K_{180}$ увеличило количество нитратного азота на 25–41 мг/кг. Однако изучаемые дозы не содействовали избыточному накоплению нитратов в сене козлятника, ПДК=500 мг/кг не было достигнуто, и по этому показателю обеспечивалось высокое качество корма.

Козлятник восточный отличается высоким содержанием протеина – 16,7–24,2%. Внесение $P_{120}K_{180}$ повысило содержание протеина в корме на 0,5–1,77%. Установлена тенденция к увеличению содержания жира.

Результаты зоотехнического анализа растений козлятника показывают, что в сухом веществе козлятника, выращиваемого на чернозёме выщелоченном, содержится 74,7–83,3 кормовых единицы.

Внесение фосфорно-калийных удобрений и на их фоне азота повысило содержание переваримого протеина в корме. Так, при внесении $P_{120}K_{180}$ в первый год жизни содержание в килограмме корма переваримого протеина увеличилось на 11,6 г, во второй год – на 10,6 и 5,7 г, в третий год – на 9,0 и 4,0 г в первый и второй укосы соответственно. Внесение $N_{60}P_{120}K_{180}$ повысило содержание переваримого протеина в первый год на 17,6 г, во второй – на 8,3 и 3,5 г, в третий – на 7,0 г в первом укосе.

В этих вариантах во все годы исследований отмечалось наибольшее содержание переваримого протеина в одной кормовой единице – 177,1–205,5 г в первом укосе и 146,6–164,8 г во втором.

Обобщая данные наших исследований, можно сделать вывод о высокой зоотехнической оценке козлятника: содержание протеина находится в пределах 16,7–24,2%, клетчатки – 17,2–30,4%, жира – 1,65–2,62%, БЭВ – 33,6–55,3%. Козлятник в полной мере обеспечивает белком животных и хорошим по качеству кормом, так как в одной кормовой единице в среднем содержится 150,0–205,5 г переваримого протеина, что выше нормы на 36,4–86,8% (табл. 6).

Таблица 6 – Питательная ценность козлятника второго года жизни

Вариант	Содержание, %				
	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Сырой жир	Сырая зола	БЭВ
Контроль	19,16	22,48	2,02	10,13	46,23
N_{60}	19,09	23,45	2,04	8,54	46,95
P_{60}	19,29	19,55	2,01	9,55	49,64
P_{120}	19,63	21,52	1,89	10,38	46,59
K_{90}	18,52	22,53	2,07	10,38	46,50
K_{180}	19,09	24,75	2,13	11,58	43,94
$P_{60}K_{90}$	19,46	20,69	2,13	10,30	47,45
$P_{120}K_{180}$	20,49	23,97	2,08	11,57	41,89
$N_{30}P_{60}K_{90}$	19,72	21,52	2,18	9,47	47,12
$N_{30}P_{120}K_{180}$	20,35	23,77	2,13	10,56	43,20
$N_{60}P_{60}K_{90}$	19,66	22,36	2,13	8,33	47,55
$N_{60}P_{120}K_{180}$	20,10	24,80	2,09	9,50	43,60
$N_{90}P_{60}K_{90}$	18,80	24,26	2,09	7,43	47,43
$N_{90}P_{120}K_{180}$	19,65	25,93	2,03	8,32	44,09

Внесение фосфорно-калийных удобрений на семенных участках является непременным условием повышения урожая и улучшения посевных качеств семян. Наиболее оптимальные условия для семяобразовательного процесса складывались на удобренных вариантах: формировалось большее число генеративных побегов, количество бобов на одном побеге и количество семян в бобе, длина кисти увеличилась до 27,4–29,5 см. Азотные удобрения в чистом виде (60 кг/га) уменьшили число генеративных стеблей на 13,0 и 12,2% во второй и третий годы жизни соответственно. Масса 1000 семян по вариантам опыта колебалась незначительно – 5,57–6,48 г в первый год пользования (контроль – 6,03 г), 6,64–7,12 г во второй год пользования (контроль – 6,70 г).

Урожайность семян козлятника первого года пользования колебалась по вариантам опыта от 370 до 880 кг/га (табл. 7).

Энергетическая себестоимость 1 т зелёной массы козлятника была наибольшей при использовании азотных удобрений – 0,72–1,09 ГДж/т. При применении фосфорно-калийных удобрений энергетическая себестоимость зелёной массы снижается с 0,67 до 0,58–0,63 ГДж/т. Наибольший выход энергии с продукцией – 210,4 ГДж/га, чистый энергетический доход – 181,8 ГДж/га получен при внесении $P_{120}K_{180}$, биоэнергетический коэффициент посева – 7,4.

При использовании азотных удобрений энергетические затраты при возделывании на семена составили 26,6–43,7 ГДж/га, фосфорно-калийных – 17,9–20,1 ГДж/га.

Таблица 7 – Урожайность семян и энергетическая эффективность возделывания козлятника на семена при разном уровне минерального питания

Вариант	Урожайность семян, т/га	Затрачено энергии, ГДж/га	Получено энергии, ГДж/га	Чистый энергетический доход, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
Контроль	0,60	17,0	115,3	98,3	5,8
N_{60}	0,40	32,9	83,6	50,7	1,5
P_{60}	0,64	17,9	123,9	106,0	5,9
P_{120}	0,68	18,6	133,9	115,3	6,2
K_{90}	0,66	17,9	128,4	110,5	6,2
K_{180}	0,76	18,6	146,1	127,5	6,8
$P_{60}K_{90}$	0,71	18,6	136,2	117,6	6,3
$P_{120}K_{180}$	0,88	20,1	164,6	144,5	7,2
$N_{30}P_{60}K_{90}$	0,66	26,6	128,8	102,2	3,8
$N_{30}P_{120}K_{180}$	0,77	28,1	148,5	120,4	4,3
$N_{60}P_{60}K_{90}$	0,55	34,4	107,2	72,8	2,1
$N_{60}P_{120}K_{180}$	0,67	35,9	125,7	89,8	2,5
$N_{90}P_{60}K_{90}$	0,37	42,2	72,6	30,4	0,7
$N_{90}P_{120}K_{180}$	0,48	43,7	92,6	48,9	1,1
$НСР_{05}$,т/га	0,06				

Наибольший выход энергии с продукцией 164,6 ГДж/га, чистый энергетический доход 144,5 ГДж/га и биоэнергетический коэффициент 7,2 получен при внесении $P_{120}K_{180}$.

Выраженная тенденция снижения плодородия почвы требует интенсификации растениеводства, но не через техногенные приёмы, а путём более полного вовлечения в продукционный и средообразовательный процесс неисчерпаемых природных ресурсов, через его биологизацию [8], которое предусматривает максимальное использование азотфиксирующих систем бобовых трав, в частности, козлятника восточного.

Если учесть, что 100–150 кг/га азота в корнях и пожнивных остатках козлятника равноценны внесению в почву 5–7 ц минеральных азотных удобрений, становится очевидной огромная роль бобовых в улучшении плодородия почв, повышении урожайности последующих культур, снижении доли минерального азота в сельском хозяйстве как экологически опасного.

Козлятник восточный при возделывании на зелёную массу во второй год пользования формирует 3,2–5,0 т/га воздушно-сухой массы корней. Улучшение минерального питания способствовало дополнительному накоплению корневой массы в пахотном слое. При внесении $P_{120}K_{180}$ масса корней увеличилась на 40,1%. Внесение 30 кг/га д.в. азота стимулировало рост корневой системы, её

масса достигла 5 т/га на фоне внесения $Р_{120}К_{180}$. Дальнейшее увеличение доз азота привело к уменьшению массы корней по сравнению с фоном (табл. 8).

Таблица 8 – Накопление корневой массы и растительных остатков козлятником второго года пользования

Вариант	Масса корней, т/га	Содержание азота, %	Вынос азота, кг/га	Масса растительных остатков, т/га	Образуется органического вещества в почве, т/га
Контроль	3,2	2,96	95,9	4,8	0,72
N_{60}	3,7	3,07	114,2	5,0	0,75
$Р_{60}$	3,6	3,02	108,7	5,0	0,75
$Р_{120}$	4,0	3,20	126,7	5,4	0,82
$К_{90}$	3,6	3,06	108,9	4,9	0,74
$К_{180}$	3,9	3,16	122,6	5,4	0,80
$Р_{60}К_{90}$	3,8	3,21	121,3	5,2	0,78
$Р_{120}К_{180}$	4,5	3,40	154,4	5,7	0,85
$N_{30}Р_{60}К_{90}$	4,0	3,22	127,5	5,1	0,77
$N_{30}Р_{120}К_{180}$	5,0	3,41	171,9	5,6	0,84
$N_{60}Р_{60}К_{90}$	3,7	3,28	122,0	5,2	0,78
$N_{60}Р_{120}К_{180}$	4,4	3,48	152,4	5,6	0,85
$N_{90}Р_{60}К_{90}$	3,2	3,12	99,2	5,2	0,78
$N_{90}Р_{120}К_{180}$	3,7	3,30	122,8	5,7	0,85
$НСР_{05}$, т/га	0,31			0,22	

Содержание азота в корнях зависело от наличия в почве подвижных форм фосфора и калия. Улучшение фосфорно-калийного и азотного питания (30 кг/га) на 0,25–0,44% увеличило содержание азота. При этом накопление азота в корневой массе на 0,26–0,45%. В этих вариантах отмечено наибольшее накопление азота в корневой системе составило 127,5–171,9 кг/га.

За три года жизни козлятник накапливает 4,8–5,7 т/га растительных остатков, которые в процессе гумификации образуют 0,72–0,85 т/га органического вещества. Наиболее благоприятные условия для гумификации складываются при внесении $Р_{120}К_{180}$ и азотных удобрений на этом фоне.

Основным источником органического вещества в почве является углерод, связанный в процессе фотосинтеза растениями. Содержание органического углерода в почве под козлятником значительно возрастает (табл. 9). В контрольном варианте исходное содержание гумуса в 1997 г. составило 6,35%. Через три года оно несколько повысилось до 6,42%. Применение удобрений на всех вариантах повысило содержание гумуса. Статистически достоверное

увеличение содержания органического вещества отмечено в варианте с внесением $P_{120}K_{180}$ – 0,16% за три года и N_{30}–N_{90} на этом фоне – 0,12–0,18%. В среднем за год в этих вариантах содержание гумуса увеличивалось на 0,04–0,06%.

Таблица 9 – Влияние минеральных удобрений на агрохимические показатели почвы

Вариант	Содержание гумуса, %		Содержание подвижных форм, мг/кг почвы					
			азота		фосфора		калия	
	исходное	конечное	исходное	конечное	исходное	конечное	исходное	конечное
Контроль	6,35	6,42	214,9	205,1	114	117	164	140
N_{60}	6,34	6,40	214,3	259,0	113	115	160	148
P_{60}	6,32	6,40	217,8	209,2	113	127	163	140
P_{120}	6,32	6,42	216,8	208,6	112	133	166	140
K_{90}	6,30	6,37	218,2	209,2	115	119	161	180
K_{180}	6,34	6,43	218,0	204,3	113	117	163	210
$P_{60}K_{90}$	6,34	6,45	217,0	207,2	114	130	164	174
$P_{120}K_{180}$	6,33	6,49	217,5	202,5	115	138	165	196
$N_{30}P_{60}K_{90}$	6,33	6,45	215,3	201,0	115	131	165	175
$N_{30}P_{120}K_{180}$	6,34	6,52	216,2	195,7	113	137	164	184
$N_{60}P_{60}K_{90}$	6,36	6,45	216,5	222,5	112	134	162	174
$N_{60}P_{120}K_{180}$	6,34	6,47	217,5	212,4	114	139	163	182
$N_{90}P_{60}K_{90}$	6,34	6,41	217,8	233,2	114	138	163	178
$N_{90}P_{120}K_{180}$	6,32	6,44	216,9	226,2	116	143	163	188
$НСР_{05}$, мг/кг		0,1%		14		12		15

Содержание легкогидролизуемого азота в контроле снизилось за 3 года на 9,8 мг/кг почвы с 214,9 до 205,1 мг/кг. При внесении $P_{120}K_{180}$ содержание подвижного азота уменьшилось на 15 мг/кг почвы, что статистически достоверно. По-видимому, это связано с переходом подвижного азота в стабильные формы – гумусовые соединения. Азотные удобрения в дозе 60 и 90 кг/га повысили содержание подвижного азота на 6–45 мг/кг почвы, хотя статистически достоверен только вариант с применением N_{60} в чистом виде.

Содержание фосфора за годы исследований в контрольном варианте осталось практически неизменным. Достоверное его увеличение наблюдалось в вариантах с внесением 60 и 120 кг/га д.в. фосфорных удобрений. При этом содержание подвижного фосфора увеличилось на 14–21 мг/кг почвы. В контрольном варианте произошло снижение содержания подвижного калия на 14,6% с 164 до 140 мг/кг почвы. Внесение 90 и 180 кг/га д.в. калийных удобрений способствовало повышению содержания подвижного калия на 19–47 мг.

Таким образом, результаты наших исследований, проведённых на чернозёме выщелоченном, показывают, что для получения урожая сена 11,7–12,3 т/га, семян 0,84–0,88 т/га и наиболее полной реализации потенциала симбиотической азотфиксации в условиях лесостепи Поволжья необходимо обеспечить растения козлятника фосфором 120 кг и калием 180 кг д.в.

Литература

1. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: ВИК, 1987. – 197 с.

2. Посыпанов, Г.С. Определение оптимальных параметров почвенного раствора для козлятника восточного / Посыпанов Г.С., Скоблина В.И., Тазина Н.Г. // Биологический азот: Тез. докл. 2 Всес. науч. конф. СОИСАФ. – Калуга, 1991. – С. 7–8.

3. Посыпанов, Г.С. Активность симбиотического аппарата и продуктивность козлятника восточного при разных нормах и способах посева / Посыпанов Г.С., Мельников В.И. // Биологический азот: Тез. докл. 2 Всес. науч. конф. СОИСАФ. – Калуга, 1991. – С. 15–16.

4. Тазина, Н.Г. Особенности биологии и агротехники козлятника в Нечерноземной зоне / Тазина Н.Г. // Кормопроизводство. – 1999. – №10. – С.15–17.

5. Ничипорович, А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев / А.А. Ничипорович. – М.: АН СССР, 1961. – 193 с.

6. Коломейченко, В.В. Фотосинтетические основы повышения продуктивности кормовых культур / Коломейченко В.В. // Вестник с.-х. науки. – 1982. – №7. – С.37–49.

7. Тюльдюков, В.А. Формирование листовой поверхности у пастбищных трав / Тюльдюков В.А. // Доклады ТСХА. – 1972. – вып. 187. – С.121–127.

8. Жученко, А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы)./ А.А. Жученко. – Кишинев: Штиинца, 1990. – 432 с.

УДК: 633.353:631.5 (470.40)

ФОРМИРОВАНИЕ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ КОРМОВЫХ БОБОВ В ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

О.А. Тимошкин

В результате многолетних исследований установлены оптимальные нормы высева, способы посева и фон питания, обеспечивающие высокую продуктивность кормовых бобов сорта Пензенские 16.

По данным МСХ РФ, в настоящее время в условиях резкого сокращения поголовья скота при потребности животноводства в переваримом протеине около 9,40 млн. т фактически потребляется 7,57 млн.т. Дефицит переваримого протеина (1,83 млн. т) на 25% может быть восполнен за счёт зернобобовых культур. Для этого посевы зернобобовых должны быть увеличены до 7–8 млн. га, а в структуре зерна на кормовые цели зернобобовые должны занимать 14% вместо имеющихся 5% [1-4].

Увеличение объёмов производства растительного белка до необходимого уровня возможно за счёт комплекса мероприятий, одним из которых является совершенствование и освоение в производстве передовых технологий выращивания и уборки семян перспективных зернобобовых культур. Расширение производства зернобобовых культур позволит сбалансировать по протеину, незаменимым аминокислотам и обменной энергии концентрированные корма [5-8].

Кормовые бобы – одна из самых высокопродуктивных культур, они заслуживают более широкого распространения в лесостепи Среднего Поволжья.

Экспериментальную работу по изучению влияния способа посева, норм высева и фона питания на продуктивность кормовых бобов проводили в 2005–2008 гг. на опытном поле ГНУ Пензенский НИИСХ. Почва – чернозём выщелоченный тяжёлосуглинистый с содержанием гумуса в пахотном слое – 6,17%, легкогидролизуемого азота 85, подвижного фосфора (по Чирикову) – 196, обменного калия – 152 мг/кг почвы, $pH_{сол.}$ – 5,9.

В опыте 1 удобрения рассчитывали балансовым методом на получение 3,0; 3,5; 4,0 т/га зерна и вносили в виде аммиачной селитры, двойного суперфосфата и хлористого калия, в опыте 2 вносили в виде диаммофоски в дозах $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$. В качестве бактериальных удобрений использовали ризоторфин. Норма высева в опыте 1 – 0,6 млн. всхожих семян на 1 га при рядовом способе посева (15 см) и 0,2 млн./га при широкорядном (45 см), в опыте 2 – согласно схемы опыта. Площадь делянки второго порядка – 10 м^2. Повторность – четырёхкратная. Объект исследований – кормовые

бобы сорта Пензенские 16, внесённого в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Исследования выполняли в соответствии с методическими указаниями [9].

Метеорологические условия в годы проведения исследований были различными: 2005, 2008 гг. – благоприятные для роста и развития кормовых бобов; 2006 г. – засушливый в период цветения – созревания бобов; 2007 г. – остро засушливый в период прорастания-ветвления, созревания семян.

Полевая всхожесть семян является важнейшим фактором в получении своевременных, сильных и дружных всходов кормовых бобов и их дальнейшем сохранении.

Установлено различие показателей полевой всхожести в зависимости от способа посева. При рядовом посеве она была ниже, чем на тех же вариантах, но при широкорядном посеве, что связано с большей площадью питания высеянных семян. Внесение удобрений снизило количество взошедших растений, и всхожесть составила 86,8–93,1% при 92,4% в контроле (рядовой посев), 87,6–94,0% при 93,1% в контроле при широкорядном посеве. Бактериальные удобрения способствовали стимуляции прорастания – всхожесть составила на 1,9–2,2% выше на обоих способах посева. Внесение удобрений незначительно повысило показатели сохранности растений к уборке – выживаемость растений к уборке была выше контроля на 0,6–1,9% и составила 89,2–90,5% при рядовом посеве и 90,1–91,7% при широкорядном. При дозе внесения удобрений на 4 т/га зерна показатель выживаемости растений снизился ниже контрольного варианта.

Продолжительность вегетационного периода кормовых бобов не остается постоянной по годам и колеблется в зависимости от конкретных климатических условий года выращивания и приёмов технологии. Так, в благоприятные по погодным условиям 2005 и 2008 годы продолжительность вегетационного периода кормовых бобов при уборке на зерно составила 100–103 и 104–106 дней. В засушливом 2006 г. и остро засушливом 2007 г. Вегетационный период составил 116–119 и 107–110 дней (из-за долгого периода посев-всходы).

Применение минеральных удобрений несколько увеличило период посев-уборка до 109–111 дней, в контроле 108–109 дней.

Оптимальная структура посева является одним из главных факторов получения высоких урожаев. Этот фактор направлен на создание оптимальной плотности посева, способной усваивать наибольшее количество ФАР и при этом наиболее полно реализовывать генетический потенциал продуктивности кормовых бобов.

Инокуляция семян ризоторфином повышала площадь листьев на 3–4 тыс. $м^2$/га, внесение минеральных удобрений NPK на запла-

нированный урожай 3,0 т/га было более эффективным, чем культура азотфиксирующих бактерий – площадь листьев по сравнению с контрольным вариантом увеличилась на 4–6 тыс. м^2/га.

Применение минеральных удобрений под запланированный урожай 3–4 т/га зерна на бактериальном фоне также увеличило площадь листьев до 42,4–47,5 тыс. м^2/га в фазу бутонизации, 47,0–51,7 в фазу цветения и 43,1–50,7 тыс. м^2/га при созревании нижних бобов (табл. 1).

Таблица 1 – Площадь листьев кормовых бобов по фазам развития растений при различном фоне питания, тыс. м^2/га (2005–2008 гг.)

Вариант	Бутонизация	Цветение	Созревание нижних бобов	Спелость бобов
Рядовой посев				
Контроль	31,7	34,9	30,3	14,8
Фон	35,6	38,7	34,1	16,6
NPK на 3,0 т/га	38,7	42,6	37,0	17,9
Фон+ NPK на 3,0 т/га	42,4	47,0	43,1	20,8
Фон+ NPK на 3,5 т/га	47,4	51,5	49,7	23,8
Фон+ NPK на 4,0 т/га	47,5	51,7	50,7	25,2
Широкорядный посев				
Контроль	37,6	42,8	35,6	18,2
Фон	42,0	47,6	40,1	20,4
NPK на 3,0 т/га	45,0	51,1	42,3	21,7
Фон+ NPK на 3,0 т/га	48,7	56,2	49,8	25,3
Фон+ NPK на 3,5 т/га	54,4	61,1	56,5	28,8
Фон+ NPK на 4,0 т/га	54,2	60,2	56,0	29,0

При широкорядном посеве показатель площади листьев превышал таковой при рядовом посеве на всех вариантах во все фазы развития растений.

Сопоставление показателей фотосинтетического потенциала (ФП) при рядовом и широкорядном способе посева позволило установить, что ФП всех вариантов по фазам и в целом за вегетацию выше при широкорядном способе посева.

Внесение запланированных доз минеральных удобрений для получения 3–4 т/га зерна значительно повышало ФП. Так, в целом за вегетацию на рядовом посеве в контроле ФП составил 2379 тыс. м^2 сутки/га, а при внесении NPK на 3,0–4,0 т/га на бактериальном фоне ФП составил 3279–3888 тыс. м^2 сутки/га; при широкорядном посеве – 2827 и 3780–4341 тыс. м^2 сутки/га соответственно.

Сбор сухого вещества (СВ) без применения удобрений составил 5,95 и 7,26 т/га, переваримого протеина – 722 и 768 кг/га в зависимости от способа посева (табл. 2). Инокуляция семян ризоторфи-

ном способствовала улучшению продукционного процесса за счёт симбиотической азотфиксации и получению дополнительно 1,22 и 1,19 т/га СВ, 229 и 207 кг/га переваримого протеина при рядовом и широкорядном способе посева соответственно.

Таблица 2 – Продуктивность кормовых бобов в зависимости от способа посева и внесения удобрений (2005–2008 гг.)

Фактор А – Способ посева	Фактор В – Фон питания	Зелёная масса, т/га	Сухое вещество, т/га	Зерно, т/га	Переваримый протеин, кг/га
Рядовой	Контроль	27,7	5,95	2,39	722
	Фон (ризоторфин)	33,4	7,17	2,66	951
	NPK на 3,0 т/га	35,3	7,38	2,76	1001
	Фон+ NPK на 3,0 т/га	38,5	8,11	3,03	1117
	Фон+ NPK на 3,5 т/га	41,0	8,46	3,50	1211
	Фон+ NPK на 4,0 т/га	44,0	9,29	3,24	1372
Широкорядный	Контроль	32,6	7,26	3,59	768
	Фон (ризоторфин)	37,9	8,45	3,92	975
	NPK на 3,0 т/га	40,0	8,68	3,58	1023
	Фон+ NPK на 3,0 т/га	41,7	9,06	3,93	1083
	Фон+ NPK на 3,5 т/га	45,7	9,74	3,58	1207
	Фон+ NPK на 4,0 т/га	47,7	10,18	3,29	1383
$НСР_{05}$ варианты		5,2	1,30	0,22	
А – способ посева		3,3	0,53	0,12	
В – фон питания		4,2	0,92	0,14	

Действие комплексных удобрений (на планируемый урожай зерна 3,0 т/га) на показатели продуктивности было несколько выше по сравнению с чистыми бактериальными удобрениями – прибавка составила 1,43 и 1,42 т/га СВ, 279 и 255 кг/га переваримого протеина. Совместное использование минеральных и бактериальных удобрений также было эффективным. Наибольший сбор СВ и переваримого протеина получили при внесении NPK на планируемую урожайность 4,0 т/га – 9,29 т/га СВ при рядовом посеве и 10,18 т/га при широкорядном, протеина – 1372 кг/га и 1383 кг/га соответственно.

На естественном плодородии кормовые бобы обеспечили урожай 2,39 т/га зерна на рядовом посеве и 3,59 т/га на широкорядном. Благодаря приёму инокуляции урожайность увеличилась в зависимости от способа посева на 11,3 и 9,2%.

Совместное применение минеральных и бактериальных удобрений на 26,8–46,4% повысило урожайность зерна на рядовом посеве и на 0,3–8,3% снизило при широкорядном посеве. Наиболее благоприятные условия для семяобразования при рядовом посеве складывались в варианте с применением NPK на 3,5 т/га на бакте-

риальном фоне, где получено 3,50 т/га семян, или на 46,4% выше, чем в контроле.

Лучшим вариантом по сбору зерна при широкорядном способе посева оказался вариант с инокуляцией семян ризоторфином и внесением NPK на 3,0 т/га зерна – 3,93 т/га или на 9,4% выше контроля. Дальнейшее улучшение условий питания приводило к недобору урожая вследствие ветвления растений и формирования мощной зелёной массы (в ущерб семенной продуктивности).

Высокие показатели питательной ценности 1 кг абсолютно сухого вещества получили при рядовом посеве – 0,70–0,83 корм. ед., 9,3–10,1 МДж обменной энергии и 174–182 г переваримого протеина в 1 корм. ед. Однако, по продуктивности выделялся широкорядный способ посева – сбор протеина составил 0,77–1,38 т/га, выход обменной энергии с урожаем зелёной массы – 64,4–99,9 ГДж/га.

Питательная ценность 1 кг зерна составила на рядовом посеве 1,17–1,18 корм. ед., в 1 корм. ед. 225–251 г переваримого протеина, 13,2 МДж, на широкорядном – 1,17–1,18 корм. ед., в 1 корм. ед. 230–252 г переваримого протеина, 13,2 МДж обменной энергии соответственно.

Основная задача посева – создание условий для получения своевременных и полных всходов, хорошего их укоренения, ветвления, числа растений на единице площади. В исследованиях выявлено колебание полевой всхожести по годам и вариантам от 78 до 99%. В 2007 г. отмечена низкая полевая всхожесть – 78,0–86,3%, что связано с отсутствием осадков и высокими среднесуточными температурами в период всходов. Наиболее высокие показатели полевой всхожести были получены в 2005 г. при создавшихся оптимальных водном и температурном режимах после посева семян.

В среднем за 4 года сохранность растений составила по вариантам от 86,8 до 90,0%, однако сильно колебалась по годам. Высокие показатели сохранности растений получены в благоприятные по метеорологическим условиям 2005, 2006 и 2008 гг. – 93,9–99,0%, 93,7–99,7% и 82,3–98,7% соответственно. В 2007 г. при сильном поражении растений корневыми гнилями в начальный период вегетации, особенно на разреженных посевах, выживаемость растений к уборке составила 50,7–83,5%.

Продолжительность вегетационного периода удлиняется с увеличением нормы высева – на 2–4 дня. Внесение минеральных удобрений на бактериальном фоне способствовало незначительной задержке в прохождении фаз вегетации – на 1–3 дня. По вариантам продолжительность вегетационного периода «всходы–полное созревание» составил 108–113 дней.

Среди совокупности факторов, определяющих рост, развитие и общую продуктивность растений, ведущая роль принадлежит фо-

тосинтезу. На формирование листовой поверхности большое значение оказывает площадь питания растений (рис. 1).

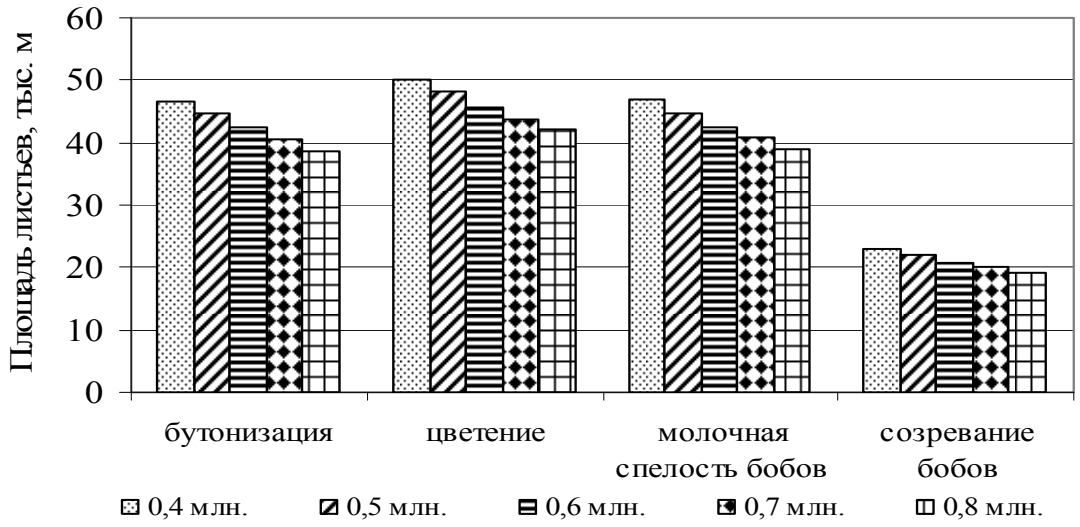


Рис. 1. Площадь листьев растений кормовых бобов по фазам вегетации (независимо от фона питания) (в среднем за 2005–2008 гг.)

Площадь листовой поверхности кормовых бобов в посевах находилась на высоком уровне и максимальную фотосинтетическую поверхность посевы сформировали через 35–40 дней после всходов в фазу цветения. Она снижалась с увеличением нормы высева с 50,1 до 42,1 тыс. м^2/га (независимо от фона питания). В дальнейшем, по мере старения растений (начало созревания нижних бобов) в условиях повышенного температурного режима июля листья 2–4 нижних ярусов облетали и теряли свою фотосинтетическую активность. Площадь фотосинтетической поверхности при этом составила 46,8–49,0 тыс. м^2/га (независимо от фона удобрений).

Большое влияние на темпы и величину прироста ассимилирующей поверхности в посевах оказывают условия питания растений (рис. 2). С улучшением пищевого режима происходит закономерное увеличение величины фотосинтетической поверхности – с 32,4 до 48,2 тыс. м^2/га (независимо от норм высева) в фазу бутонизации, с 35,5 до 56,7 тыс. м^2/га в фазу цветения и с 30,3 до 55,0 тыс. м^2/га в фазу созревания нижних бобов.

Анализ множественной корреляции признаков позволил выявить тесные взаимосвязи между площадью листьев и накоплением сухого вещества, выходом энергии (r=0,73; 0,75).

Для характеристики мощности ассимиляционного аппарата использовали величину фотосинтетического потенциала (ФП), который учитывает не только величину листовой поверхности, но и длительность её работы.

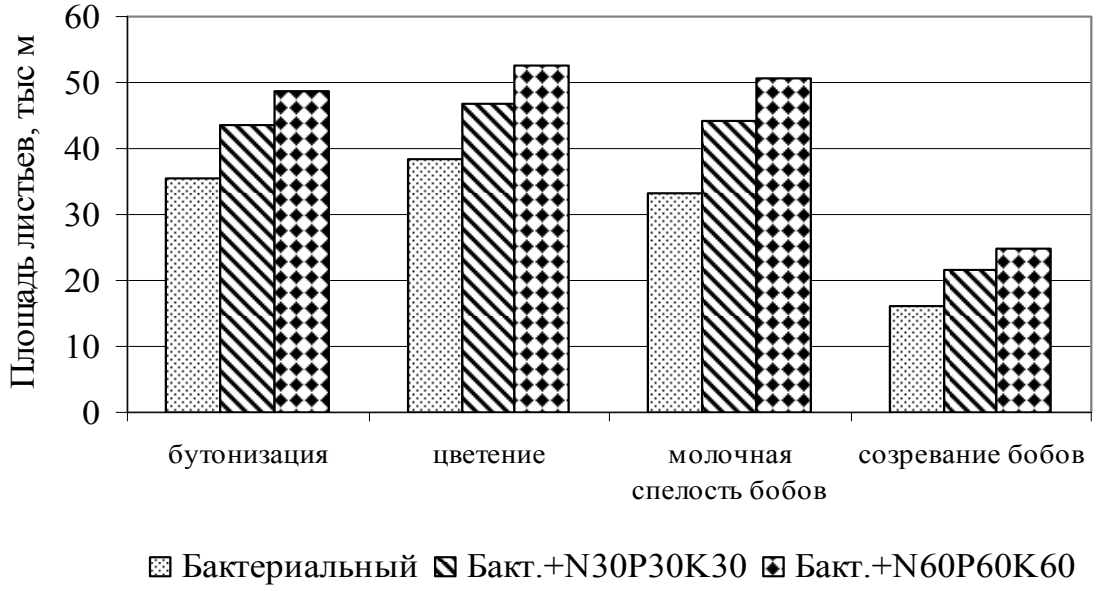


Рис. 2. Площадь листьев растений кормовых бобов по фазам вегетации (независимо от нормы высева) (в среднем за 2005–2008 гг.)

Формирование фотосинтетического потенциала происходило в соответствии с нарастанием площади листьев. Как и площадь листовой поверхности ФП изменялся в зависимости от влагообеспеченности года и комплекса технологических приёмов.

Установлено, что в среднем за годы исследований максимальный ФП – 3654 тыс. м^2 сутки/га сформировался в варианте с внесением $N_{60}P_{60}K_{60}$ на бактериальном фоне при НВ 0,4 млн. всх. семян на 1 га.

Изменение величины фотосинтетического потенциала в течение вегетационного периода аналогично изменению площади фотосинтезирующей листовой поверхности.

С увеличением фона минерального питания происходило закономерное увеличение ФП: с 608 тыс. м^2 сутки/га в период всходы-бутонизация до 857 тыс. м^2 сутки/га, в период бутонизация-цветение с 314 до 453 тыс. м^2 сутки/га, в период цветение-созревание нижних бобов с 957 до 1367 тыс. м^2 сутки/га, в период созревание нижних бобо-полное созревание с 503 до 795 тыс. м^2 сутки/га (независимо от нормы высева).

Тенденции по изменению ФП в зависимости от нормы высева остались такими же, как у площади листьев – отмечено её снижение по мере увеличения нормы высева.

Фон питания оказал неоднозначное действие на ЧПФ. Так, в 2005 г. с внесением повышенных доз минеральных удобрений ЧПФ увеличивался с 2,73 до 2,85 г/м^2 сутки. В остальные годы улучшение фона питания способствовало снижению показателя ЧПФ с 3,24 до 2,86 г/м^2 сутки в 2006 г., с 4,15 до 3,34 г/м^2 сутки в 2007 г., с 3,63 до 2,87 г/м^2 сутки в 2008 г. В среднем за годы исследований внесе-

ние удобрений снизило ЧПФ по сравнению с бактериальным фоном с 3,32 до 2,94 г/м^2 сутки.

Увеличение нормы высева, как по годам, так и в среднем за 4 года, способствовало повышению показателей ЧПФ. Так, в 2005 г. при НВ 0,4 млн./га ЧПФ составил 2,19 г/м^2 сутки, при НВ 0,8 млн./га – 3,56 г/м^2 сутки, в 2006 г – 2,65 и 3,37 г/м^2 сутки, в 2007 г. – 2,22 и 5,22 г/м^2 сутки, в 2008 г. – 2,42 и 3,98 г/м^2 сутки соответственно.

Урожайность кормовых бобов значительно изменялась в зависимости от погодных условий, доз удобрений и норм высева. По годам исследований 2007 г. оказался наименее благоприятным для формирования урожая зелёной массы – по вариантам опыта сформировано 18,7–54,7 т/га или на 15–40% ниже урожая 2005 г. (31,2–61,0 т/га), 2006 г. (34,0–56,0 т/га) и 2008 гг. (35,7–62,5 т/га).

Анализ сбора сухого вещества в зависимости от норм высева и фонов питания показал, что с увеличением нормы высева семян кормовых бобов увеличивается урожайность. Так, независимо от фона питания, сбор сухого вещества при минимальной норме высева составил 7,52 т/га, при максимальной – 10,62 т/га, или на 41,2% выше (табл. 3).

Таблица 3 – Продуктивность кормовых бобов в зависимости от фона питания и норм высева (2005–2008 гг.)

Изучаемый фактор	Сухое вещество, т/га	Зерно, т/га	Переваримый протеин, кг/га	ОЭ, ГДж/га
Фактор А – Фон питания				
Фон (ризоторфин)	7,91	2,56	977	75,1
Фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$	9,24	2,89	1232	88,8
Фон + $N_{60}P_{60}K_{60}$	10,20	3,48	1402	99,5
Фактор В – Норма высева				
0,4 млн./га	7,52	2,56	869	68,1
0,5 млн./га	8,20	2,89	1010	76,6
0,6 млн./га	9,15	3,41	1204	88,0
0,7 млн./га	10,07	3,22	1397	99,1
0,8 млн./га	10,62	2,81	1537	107,3
$НСР_{05}$				
А – фон питания	0,8	0,17		
В – норма высева	0,7	0,22		
Взаимодействие АВ	1,3	0,30		

С повышением уровня питания урожайность растёт на всех вариантах. Так, на бактериальном фоне сбор сухого вещества составил 7,91 т/га (независимо от норм высева), при внесении поло-

винной дозы минеральных удобрений – 9,24 т/га, при внесении полной дозы – 10,20 т/га.

Максимальный сбор сухого вещества кормовых бобов в фазу молочной спелости нижних бобов был получен при норме высева 0,8 млн./га и внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$.

С увеличением нормы высева от 0,4 до 0,6 млн./га урожайность зерна увеличилась с 2,56 до 3,41 т/га, при дальнейшем увеличении нормы высева до 0,8 млн./га урожайность зерна снизилась до 2,81 т/га (независимо от фона питания).

Применение минеральных удобрений увеличило урожайность зерна с 2,56 т/га до 2,89 т/га при внесении половинной дозы и до 3,48 т/га при внесении полной дозы удобрений (независимо от норм высева), или на 12,9 и 35,9% соответственно.

Сбор переваримого протеина в среднем за 4 года составил 869–1537 кг/га, обменной энергии – 68,1–107,3 ГДж/га.

Оценка питательной ценности зелёной массы кормовых бобов подтвердила её высокое кормовое достоинство. Питательная ценность 1 кг абсолютно-сухого вещества составила по вариантам 0,62–0,84 кормовых единиц, обменной энергии – 8,8–10,2 МДж/кг, содержание переваримого протеина в 1 корм. ед. – 174–180 г, сбор протеина с зелёной массой – 0,68–1,76 т/га, сбор обменной энергии – 55–121 ГДж/га. Наиболее высокие показатели получены при норме высева 0,8 млн./га и внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$ на бактериальном фоне.

Оценка энергетической эффективности показала преимущество широкорядного способа посева по сравнению с рядовым. Наибольший коэффициент энергетической эффективности при возделывании кормовых бобов на зелёную массу получили при инокуляции семян ризоторфином – 4,24 на рядовом и 5,66 при широкорядном способе посева.

Фон питания оказал существенное влияние на энергетическую эффективность возделывания кормовых бобов на зерно. Как и при возделывании на зелёную массу лучшим оказался вариант с инокуляцией семян ризоторфином – коэффициент энергетической эффективности составил 1,00 и 2,39 при рядовом и широкорядном способе посева соответственно.

Наибольший чистый энергетический доход с низкой энергетической себестоимостью переваримого протеина получен при норме высева 0,8 млн./га – 75,9–97,5 ГДж/га, коэффициент энергетической эффективности – 4,98–4,16 в зависимости от фона удобрений.

При возделывании на зерно минимальную себестоимость 1 т зерна при наибольшем КЭЭ получили при норме высева 0,6 млн./га на бактериальном фоне – 5682 МДж/т и 1,33.

Таким образом, рядовой посев кормовых бобов сорта Пензенские 16 с нормой высева 0,6 млн./га на 1 га на бактериально-

минеральном фоне и широкорядный посев (45 см) нормой высева 0,2 млн./га инокулированными семенами способствует получению в условиях Среднего Поволжья 3,1–3,9 т/га высокобелкового зерна. При возделывании на зелёную массу, сенаж, силос следует высевать кормовые бобы нормой высева 0,8 млн./га с инокуляцией ризоторфином и внесением $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Литература

1. Михайличенко, Б.П. Концепция кормопроизводства РФ / Б.П. Михайличенко // Кормопроизводство. – 1995. – №4. – С.2–8.

2. Зотиков, В.И. Пути увеличения производства растительного белка в России / В.И. Зотиков, А.А. Боровлёв // Повышение устойчивости производства сельскохозяйственных культур в современных условиях: Сб. научных материалов. – Орёл: ПФ «Картуш», 2008. – С.36–49.

3. Фицев, А.И. Способы улучшения питательности бобовых / А.И. Фицев // Кормопроизводство. – 1997. – №5–6. – С.22–25.

4. Шпаков, А.С. Основные направления увеличения кормового белка в России / А.С.Шпаков // Кормопроизводство. – 2001. – №3. – С. 6–9.

5. Задорин, А.Д. Проблемы научного обеспечения производства зернобобовых и крупяных культур / А.Д.Задорин // Земледелие.-2002. – №5. – С. 43–48.

6. Летуновский, В.И. Научно-технологические основы увеличения производства зернобобовых культур: Автореф.дис. (в виде научн.доклада) д-ра с.-х.наук / В.И. Летуновский. – Немчиновка, Московская область, 1999. – 57 с.

7. Рубцов, М.И. Кормовые бобы. Почему повысился интерес к ним? / М.И. Рубцов // Кормовые культуры. – 1988. – №6. – С. 44–46.

8. Смирнова-Иконникова, М.И. Химический состав зерновых бобов / М.И. Смирнова-Иконникова // Однолетние белковые культуры на корм. – М.: Колос, 1971 с.

9. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1987. – 198 с.

УДК: 633.353:631.5:[631.81.095.337+631.811.96]

ВЛИЯНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВЫХ БОБОВ

О.А. Тимошкин, П.С. Кшникаткин

Установлено, что обработка семян и некорневая подкормка регуляторами роста и микроэлементами кормовых бобов – перспективные приёмы технологии возделывания, способствующие улучшению продукционного процесса и, в конечном итоге, получению существенной прибавки урожая.

В целях ослабления отрицательного воздействия на растение неблагоприятных условий, более полной реализации и повышения потенциала сельскохозяйственных культур большое значение в технологии их возделывания стало занимать использование регуляторов роста и микроэлементов. В настоящее время большое внимание исследователей привлекают различные методы стимуляции семян и некорневой подкормки. Важную роль в сбалансированном питании растений имеют микроэлементы, особенно их хелатные формы [1-3].

К числу наиболее перспективных кормовых культур относятся кормовые бобы, которые наряду с горохом, соей, викой и другими являются важным резервом решения белковой проблемы [4].

Поиск наиболее эффективных регуляторов роста, новых форм микроудобрений и оптимальных способов их использования является актуальной проблемой современного растениеводства.

Экспериментальная работа по изучению влияния обработки семян и некорневых подкормок регуляторами роста и микроэлементами на продуктивность кормовых бобов сорта Пензенские 16 проводится в ГНУ Пензенский НИИСХ.

Почва опытного участка – чернозём выщелоченный среднемощный, тяжелосуглинистый с содержанием гумуса 6,2–6,3%, pH – 5,4, высоким содержанием легкогидролизуемого N – 92–97, повышенным содержанием P_2O_5 – 176–186, K_2O – 143–152 мг на кг почвы.

В пахотном слое содержится доступных форм молибдена – 0,12 мг/кг, бора – 1,9, меди – 0,42, цинка – 0,47 мг/кг почвы.

Опыт I. Обработка семян регуляторами роста и микроудобрениями:

1. Контроль; 2. ТМТД; 3. ЖУСС (0,1%); 4. ЖУСС-2 (0,1%); 5. ЖУСС-3 (0,1%); 6. ЖУСС-5 (0,1%); 7. Эпин; 8. Аквамикс (100 г/т); 9. Мелафен (10^{-2}); 10. Гумат К + микроэлементы (10%); 11. Байкал ЭМ-1 (0,1%); 12. Пектин (10^{-2}). Площадь учётной делянки 10 $м^2$, повторность 4-х кратная.

Опыт II. Некорневая подкормка регуляторами роста и микроудобрениями:

Фактор А. Препарат:

1. Контроль; 2. Гумат Na 10^{-5}%; 3. Аквамикс 10^{-4}%, 4. ЖУСС-2 0,1%, 5. Гумат К + микроэлементы

Фактор В. Срок обработки:

1. Фаза начала бутонизации,

2. Фаза начала цветения,

3. Фаза начала бутонизации и фаза начала цветения.

Метеорологические условия в годы проведения исследований были различными: 2007 г. – остро засушливый в период прорастания-ветвления, созревания, 2008 гг. – благоприятный для роста и развития кормовых бобов.

Полевая всхожесть семян, густота всходов и сохранность растений изменялись под влиянием условий года, регуляторов роста и микроудобрений. В среднем за годы исследований обработка семян кормовых бобов регуляторами роста и микроудобрениями сопровождалась увеличением густоты всходов и полевой всхожести. Максимальную полевую всхожесть получили в 2008 г. – 93,8–96,2% по вариантам опыта, при 86,0–91,3% в 2007 г. Лучшие показатели полевой всхожести в среднем за два года достигнуты при обработке семян протравителем ТМТД – 94,0%, а также препаратом ЖУСС-2 – 92,2%. Обработка семян остальными изучаемыми препаратами не привела к значительному росту показателей полевой всхожести, что связано, с благоприятными погодными условиями периода «посев – всходы» в 2008 г.

Сохранность растений также изменялась как от условий года и применяемых микроудобрений и стимуляторов роста, так и от болезней и вредителей.

В среднем за 2 года сохранность растений составила по вариантам от 81,0 до 85,3%, однако сильно колебалась по годам. Высокие показатели сохранности растений получены в 2008 г. – 96,1–99,3%.

В 2007 г. при сильном поражении растений корневыми гнилями в начальный период вегетации, особенно на разреженных посевах, сохранность растений к уборке составила 65,9–73,5%.

Фотосинтетическая деятельность растений в посевах является основным фактором, определяющим формирование урожая сельскохозяйственных культур. Размеры ассимиляционной поверхности, продолжительность её функционирования и продуктивность фотосинтеза в значительной мере определяют величину урожая. Основной показатель, характеризующий состояние посевов с точки зрения их фотосинтетической деятельности – площадь листьев.

Стимуляторы роста и микроэлементы является мощным фактором увеличения фотосинтетической и продукционной деятельности растений. Исследованиями установлено, что даже, несмотря на неблагоприятные погодные условия, продолжающие до фазы бутонизации в 2007 г., все регуляторы роста и микроэлементы оказали положительное влияние на ассимилирующую поверхность кормовых бобов (табл. 1).

Таблица 1 – Площадь листьев растений кормовых бобов по фазам развития, тыс. м^2/га, 2007–2008 гг.

Вариант	Фазы развития							
	бутонизация		цветение		молочной спелости бобов		созревания бобов	
	2007г.	2008г.	2007г.	2008г.	2007г.	2008г.	2007г.	2008г.
Контроль	22,5	39,4	28,7	42,7	34,2	32,8	22,6	13,8
ТМТД	23,2	40,6	30,1	43,4	36,4	33,4	24,0	14,3
ЖУСС	23,4	40,2	31,5	43,0	37,9	33,2	25,4	14,0
ЖУСС-2	25,6	40,9	33,9	43,9	40,6	33,8	27,1	14,5
ЖУСС-3	24,3	41,6	32,3	44,2	38,7	34,2	25,9	14,6
ЖУСС-5	23,5	40,3	30,5	43,4	37,9	33,4	25,4	14,3
Эпин	24,0	43,4	32,0	46,5	39,3	36,5	25,6	15,7
Аквамикс	24,8	42,2	33,0	44,7	39,6	35,3	26,5	15,1
Мелафен	23,2	40,2	31,1	43,1	37,4	33,2	25,0	14,0
Гумат К +м/эл	25,8	42,0	35,1	44,4	41,8	35,2	28,3	15,0
Байкал ЭМ-1	24,2	40,4	32,0	43,2	38,2	33,3	25,6	14,4
Пектин	23,0	43,6	30,9	48,6	37,1	39,3	24,8	16,3

Так, в 2008 г. площадь листьев в фазу бутонизации в контрольном варианте составила 39,4 тыс. м^2/га, при инокуляции семян микроэлементами и регуляторами роста – 40,2–43,6 тыс. м^2/га, в фазу цветения – 42,7 и 43,0–48,6 тыс. м^2/га, в фазу молочной спелости бобов – 32,8 и 33,2–39,3 тыс. м^2/га, в фазу созревания зерна – 13,8 и 14,0–16,3 тыс. м^2/га соответственно.

Лучшие показатели получены при обработке семян перед посевом эпином и пектином.

Наиболее объективным показателем, позволяющим сопоставить возможность использования энергии солнечной радиации посевами, различающимися по условиям выращивания и продолжительности вегетации, является величина фотосинтетического потенциала (ФП). Этот показатель учитывает как площадь листьев, так и время их функционирования. Установлено, что предпосевное применение регуляторов роста и микроэлементов способствовало лучшему развитию ассимиляционной поверхности, в результате чего ФП как по фазам вегетации, так и в целом за вегетацию превы-

шал контрольный вариант. Наиболее существенную прибавку ФП получили в 2007 г. при обработке семян препаратами ЖУСС-2, ЖУСС-3, эпин, гумат К + микроэлементы; в 2008 г. – при обработке эпином и пектином, ФП составил 2476 и 2577 тыс. м^2 сутки/га, при 2274 тыс. м^2 сутки/га в контроле (табл. 2).

Таблица 2 – Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза кормовых бобов, тыс. м^2 сутки/га

Вариант	Фазы развития				Всего	ЧПФ, г/м^2 сутки
	бутонизация	цветение	молочной спелости	созревания бобов		
	2007 г.					
Контроль	349	307	220	1448	2325	2,72
ТМТД	360	320	233	1540	2452	2,74
ЖУСС	351	329	208	1582	2471	2,85
ЖУСС-2	384	357	223	1692	2657	2,80
ЖУСС-3	364	340	248	1615	2568	2,74
ЖУСС-5	364	324	239	1551	2479	2,72
Эпин	348	308	250	1687	2593	2,68
Аквамикс	384	347	218	1586	2535	2,87
Мелафен	348	271	274	1498	2391	2,98
Гумат К +м/эл	387	335	269	1682	2674	2,75
Байкал ЭМ-1	375	309	246	1563	2493	2,68
Пектин	356	296	238	1486	2377	2,93
	2008 г.					
Контроль	729	287	302	955	2274	3,66
ТМТД	751	294	307	978	2330	4,06
ЖУСС	724	291	267	968	2249	3,81
ЖУСС-2	736	297	272	990	2295	4,05
ЖУСС-3	749	300	274	1000	2324	4,44
ЖУСС-5	746	293	307	978	2324	3,95
Эпин	759	315	332	1070	2476	4,86
Аквамикс	760	304	320	1033	2417	4,19
Мелафен	724	292	305	968	2288	3,84
Гумат К +м/эл	735	302	318	1029	2385	4,54
Байкал ЭМ-1	747	293	229	978	2247	4,49
Пектин	763	323	352	1140	2577	4,82

Величина урожая растений зависит не только от мощности и продолжительности функционирования ассимиляционного аппарата, но и от продуктивности работы листьев, которая оценивается показателем чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ). По предварительным данным, применение регуляторов роста и микроэлементов способствовало улучшению продукционного процесса, ЧПФ

увеличился по сравнению с контрольным вариантом на 0,02–0,26 г/м^2 сутки или на 0,7–9,6% в 2007 г., и на 0,15–1,20 г/м^2 сутки или 4,1–32,8% в 2008 г. Лучшие показатели продуктивности фотосинтетического аппарата получены при обработке семян препаратами ЖУСС, аквамикс, мелафен, пектин в 2007 г., эпином и пектином в 2008 г.

Важным фактором получения высоких урожаев с качеством продукции, соответствующей стандартам, является регуляция процессов жизнедеятельности на всех фазах роста и развития растений.

Кормовые бобы при благоприятных условиях произрастания способны формировать высокие урожаи зелёной массы, зерна и резко снижать их при неблагоприятных условиях. Так, в неблагоприятном по погодным условиям 2007 г. урожай зерна составил 1,48–1,81 т/га по вариантам. Более благоприятным для семяобразования был 2008 г., в котором урожайность зерна составила 2,81–4,11 т/га.

Согласно нашим данным, обработка семян достоверно повышает урожайность зелёной массы, сбор сухого вещества и зерна. Так, урожайность зелёной массы в среднем за 2 года в контрольном варианте составила 37,4 т/га, а при обработке семян регуляторами роста прибавка составила 7,4–30,9%, сбор сухого вещества – 7,33 т/га, прибавка – 6,5–32,3%, сбор зерна – 2,15 т/га, прибавка – 8,6–35,3% (табл. 3).

Таблица 3 – Урожайность кормовых бобов при обработке семян микроэлементами и регуляторами роста, в среднем за 2007–2008 гг.

Вариант	Зелёная масса		Сухое вещество		Зерно	
	т/га	прибавка, %	т/га	прибавка, %	т/га	прибавка, %
Контроль	37,4	-	7,33	-	2,15	-
ТМТД	40,9	9,4	8,10	10,5	2,58	20,0
ЖУСС	40,2	7,4	7,81	6,5	2,34	8,6
ЖУСС-2	42,7	14,0	8,37	14,1	2,48	15,1
ЖУСС-3	43,1	15,1	8,67	18,3	2,38	10,5
ЖУСС-5	41,2	10,0	7,95	8,5	2,46	14,4
Эпин	46,5	24,3	9,49	29,5	2,91	35,3
Аквамикс	44,9	19,9	8,70	18,7	2,41	11,9
Мелафен	40,4	8,0	7,96	8,5	2,36	9,5
Гумат К +м/эл	45,2	20,9	9,10	24,1	2,71	26,0
Байкал ЭМ-1	40,7	8,8	8,38	14,3	2,35	9,1
Пектин	49,0	30,9	9,70	32,3	2,44	13,5
$НСР_{05}$	2,11		0,41		0,15	

Наибольшая прибавка от применения регуляторов роста и микроудобрений получена при использовании пектина и эпина, гумата калия + микроэлементы. Остальные препараты были менее эффективными.

Зерно кормовых бобов при применении регуляторов роста и микроэлементов отличалось высокими показателями питательной ценности: 1,18 кормовых единиц, 13,3 МДж в 1 кг, 230–249 г переваримого протеина в 1 кормовой единице, сбор переваримого протеина составил 402–531 кг с 1 га, 19,6–24,1 ГДж обменной энергии. Применение препаратов ЖУСС-2, мелафен, аквамикс, гумат калия + микроэлементы позволило получить более высокие показатели питательной ценности и продуктивности.

На протяжении своего онтогенеза растения, как правило, требуют постепенно нарастающей концентрации питательных веществ, изменения их состава, сочетания и соотношения между отдельными элементами питания. Поэтому в целях создания для растений оптимальных условий питания на протяжении всего вегетационного периода необходимо правильное сочетание основного удобрения и подкормок, которые мы проводили в три фазы.

В процессе исследований установлено, что регуляторы роста и микроудобрения усиливают нарастание листовой поверхности. При этом сила воздействия препаратов на рассматриваемый процесс зависит от вида препаратов и фазы их применения.

В 2007 г. обработка растений стимуляторами роста и микроэлементами в фазу начала бутонизации была слабо эффективной в связи с неблагоприятными погодными условиями в этот период. Растения находились в стрессовых условиях, медленно росли, в связи с чем изучаемые препараты не оказали значительного влияния на показатели фотосинтетической деятельности растений.

В 2008 г. обработка в фазу начала бутонизации была более эффективной, чем в фазу цветения. Достаточное количество влаги и тепла способствовало эффективному действию регуляторов роста и микроэлементов. Площадь листьев на опытных вариантах превысила контроль на 1,7–4,2 тыс.м^2/га, ФП – на 0,07–0,13 млн. м^2 сут./га.

В среднем за 2 года наибольшую площадь ассимилирующей поверхности сформировал агроценоз кормовых бобов при обработках в фазу бутонизации и фазу начала цветения – 37,9–43,2 тыс. м^2/га. Лучшие показатели получили при использовании гумата калия + микроэлементы, аквамикса (табл. 4).

Существенное превышение площади листьев при двукратной обработке обусловлено значительным удлинением жизни верхних листьев и увеличением их размеров. Так, к началу созревания на растениях контрольных вариантов осталось жизнеспособными 6–7

ярусов листьев, в вариантах с изучаемыми препаратами 8–10 ярусов; длина и ширина листовых пластинок превышала контрольные на 11–16%. Обработка растений регуляторами роста оказывала существенное влияние на величину чистой продуктивности фотосинтеза. Так, гумат калия совместно с микроэлементами способствовал накоплению дополнительно 0,12–0,48 г/м^2 сутки в зависимости от фазы обработки.

Таблица 4 – Фотосинтетическая деятельность кормовых бобов при обработке посевов микроэлементами и стимуляторами роста в разные фазы, в среднем за 2007–2008 гг.

Вариант	Площадь листьев, тыс. м^2/га	ФП, млн. м^2 сут./га	ЧПФ, г/м^2 сутки
	Фаза начала бутонизации		
Контроль	37,9	2,28	3,61
Гумат Na	39,5	2,35	3,84
Аквамикс	40,5	2,41	3,84
ЖУСС-2	39,2	2,36	3,75
Гумат К +м/эл	40,7	2,42	3,88
	Фаза начала цветения		
Контроль	37,9	2,28	3,61
Гумат Na	39,5	2,38	3,76
Аквамикс	40,3	2,41	3,75
ЖУСС-2	39,1	2,37	3,77
Гумат К +м/эл	40,2	2,42	3,83
	Фаза начала бутонизации и фаза начала цветения		
Контроль	37,9	2,28	3,61
Гумат Na	41,3	2,43	3,97
Аквамикс	43,0	2,50	4,04
ЖУСС-2	41,4	2,44	3,89
Гумат К +м/эл	43,2	2,52	4,09

Существенное влияние на формирование урожая оказывали регуляторы роста и микроудобрения (табл. 5).

Процесс формирования урожая в значительной степени зависит от испытуемых препаратов. Наиболее высокий прирост урожая по отношению к контрольному варианту отмечен при опрыскивании посевов гуматом калия совместно с микроэлементами: в фазу бутонизации – зелёной массы на 10,0%, сухого вещества на 10,5%, зерна на 14,2%; в фазу цветения – 9,6%, 10,6%, 15,1%, при двукратной обработке – 19,3%, 20,2% и 28,6% соответственно. Обработка посевов аквамиксом была столь же эффективной, как и гуматом калия совместно с микроэлементами.

Таблица 5 – Урожайность кормовых бобов при обработке посевов микроэлементами и регуляторами роста в разные фазы развития растений (в среднем за 2007–2008 гг.)

Вариант	Зелёная масса		Сухое вещество		Зерно	
	т/га	прибавка, %	т/га	прибавка, %	т/га	прибавка, %
	Фаза начала бутонизации					
Контроль	36,6	-	7,17	-	2,08	-
Гумат Na	39,1	6,8	7,69	7,3	2,28	9,4
Аквамикс	39,9	9,0	7,86	9,6	2,34	12,5
ЖУСС-2	38,5	5,2	7,57	5,6	2,22	6,7
Гумат К +м/эл	40,3	10,0	7,93	10,5	2,38	14,2
	Фаза начала цветения					
Контроль	36,6	-	7,17	-	2,08	-
Гумат Na	39,1	6,8	7,71	7,5	2,30	10,6
Аквамикс	39,7	8,3	7,86	9,6	2,37	13,7
ЖУСС-2	38,9	6,2	7,67	7,0	2,26	8,4
Гумат К +м/эл	40,1	9,6	7,93	10,6	2,40	15,1
	Фаза начала бутонизации и фаза начала цветения					
Контроль	36,6	-	7,17	-	2,08	-
Гумат Na	41,3	12,7	8,16	13,8	2,47	18,5
Аквамикс	43,1	17,8	8,52	18,8	2,59	24,3
ЖУСС-2	41,0	12,0	8,10	13,0	2,49	19,7
Гумат К +м/эл	43,7	19,3	8,62	20,2	2,68	28,6
$НСР_{05}$ А – фаза В – препарат АВ – взаим.	 2,2 1,6 2,8		 0,46 0,32 0,55		 0,11 0,17 0,21	

Обработка посевов регуляторами роста и микроэлементами способствовала увеличению содержания протеина в зерне кормовых бобов на 0,28–2,50% (абсолютных). Наибольшую прибавку концентрации протеина получили при обработке посевов препаратом гумат калия + микроэлементы – 1,12–2,50%.

При применении регуляторов роста и микроэлементов в 1 кг зерна содержится 1,21 кормовых единицы, 13,49–13,54 МДж, 225–244 г переваримого протеина в 1 кормовой единице, сбор переваримого протеина с 1 га составляет 386–541 кг, обменной энергии 19,15–24,92 ГДж. Применение препарата гумат К + микроэлементы обеспечило более высокие показатели питательной ценности и продуктивности.

Таким образом, использование предпосевной обработки и внекорневых подкормок кормовых бобов в фазу начала бутонизации и фазу начала цветения микроэлементами и регуляторами роста способствует получению дополнительно 17,8–30,9% зелёной

массы, 32,3–19,3% сухого вещества, 28,6–35,3% зерна при низких ресурсных затратах.

Литература

1. Карпова, Л.В. Формирование урожая, посевных качеств и урожайных свойств семян полевых культур в зависимости от приёмов выращивания в условиях лесостепи Среднего Поволжья: Автореф. дис. док. с.-х. наук: 06.01.09 / Л.В. Карпова. – Пенза, 2002. – 54 с.

2. Костин, В.И. Использование пектина амаранта для регуляции адаптивных реакций растений озимой пшеницы и гороха к неблагоприятным факторам среды / В.И. Костин, Е.Н. Офицеров, В.А. Исайчев и др. // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования: III Международный симпозиум. – Пущино, 1999. – Т. 1. – С. 75–-77.

3. Кшникаткина, А.Н. Формирование агроценозов новых кормовых культур в лесостепи Поволжья // Автореф. дис.док. с.-х. наук: 06.01.09 / А.Н. Кшникаткина. – Кинель, 2000. – 44 с.

4. Зотиков, В.И. Пути увеличения производства растительного белка в России / В.И. Зотиков, А.А. Боровлёв // Повышение устойчивости производства сельскохозяйственных культур в современных условиях: сб. научных материалов. – Орёл, ВНИИЗБК, 2008. – С. 36–49.

———

УДК [633.353+633.2]:631.584.5

СМЕШАННЫЕ ПОСЕВЫ КОРМОВЫХ БОБОВ С ЗЛАКОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ

О.А. Тимошкин, С.А. Потехин

Установлены оптимальные злаковые компоненты для бинарных смесей с кормовыми бобами, обеспечивающих получение 8,5–11,5 т/га сухого вещества, 85,7–107,8 ГДж/га обменной энергии и 0,89–1,05 т/га переваримого протеина.

Современное состояние кормовой базы для животноводства Пензенской области не отвечает научно-обоснованным нормам кормления всех видов сельскохозяйственных животных. В результате кризисных явлений заготовки объемистых кормов снизились. Низким остается качество кормов, отмечается значительный дефицит протеина [1]. Так, в 2007 г. заготовлено менее 2,5 тыс. корм. ед. на одну условную голову при зоотехнической норме 3,6 тыс. корм. ед. Обеспеченность 1 корм. ед. переваримым протеином не превышает 70–80 г при норме 110 г.

Постоянный дефицит растительного белка в кормовом рационе (от 20 до 25% в каждой кормовой единице) снижает продуктивность, репродуктивность и здоровье животных. Такие зернокормовые культуры, как овёс, ячмень и кукуруза, по питательности зернофуража, зелёной массы, сенажа и силоса не соответствуют зоотехническим нормам. Это ведёт к перерасходу кормов при производстве животноводческой продукции.

Дефицит переваримого протеина может быть восполнен за счёт зернобобовых культур. Для этого посевы зернобобовых в Пензенской области должны быть увеличены с сегодняшних 28–30 тыс. га до 40 тыс. га с одновременным увеличением урожайности [2].

Одним из путей решения данной проблемы является возделывания поливидовых агроценозов бобовых и злаковых культур, которые позволяют обеспечить не только высокие и устойчивые урожаи высококачественной зелёной массы, но также получать неполегаемый травостой и создавать благоприятные условия для последующих культур севооборота [3,4].

Возделывание смешанных агрофитоценозов позволит довести содержание протеина и незаменимых аминокислот, прежде всего лизина, в фуражном зерне до зоотехнических норм (для крупного рогатого скота – 100–105 г, свиней 115–120 г переваримого протеина и 4,5–5,0 г лизина в 1 корм. ед.) его расход снизится в 1,5–2,0 раза. При выращивании смешанных посевов ячменя и овса с горохом, викой или кормовыми бобами непосредственно в поле формируется биологически полноценная зерносмесь, энергетическая и протеиновая питательность которой на 20–70% выше злакового зерна, или на 1,3 МДж и 35 г переваримого протеина, выход обменной энергии 28–35 ГДж/га.

В связи с этим исследования по оценке продуктивности поливидовых посевов с включением в травостой кормовых бобов имеют определённый научный интерес и существенную хозяйственную значимость.

Цель исследований – разработать научные основы и практические меры повышения продуктивности однолетних бобово-мятликовых агроценозов на основе кормовых бобов, обеспечивающих поступление высококачественной зелёной массы на подкормку и заготовку сенажа в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Экспериментальная работа по подбору устойчиво продуктивных агроценозов однолетних бобово-злаковых ценозов с участием кормовых бобов проводится в ГНУ Мордовский НИИСХ Россельхозакадемии на опытном поле ГУП ОПХ 1 Мая.

Почва опытного участка – чернозём выщелоченный тяжелосуглинистый с содержанием гумуса 5,7–5,8%, $pH_{сол.}$ – 5,3–5,5, высокой ёмкостью поглощения – 36,4–37,6 мг. экв. на 100 г почвы, отме-

чено высокое содержание N – 85–90, повышенное содержание доступного P_2O_5 – 156–174, обменного K_2O – 123–132 мг на кг почвы.

Площадь делянки 50 $м^2$, повторность 3-х кратная.

В качестве объектов исследований используются сорта: кормовых бобов Пензенские 16, ячменя – Вариант, овса – Аллюр, суданской травы – Лунинская, вики яровой – Орловская 4, кукурузы – Катерина СВ.

Технология возделывания кормовых бобов, как в одновидовых, так и в смешанных агроценозах — общепринятая на госсортучастках в лесостепи Среднего Поволжья.

Предшественник — однолетние травы. Почву осенью обрабатывали дисковым лущильником с последующей вспашкой на глубину 20–22 см. Весной при подсыхании почвы проводили боронование. Предпосевную культивацию проводили в день посева.

Семена протравливали препаратами ТМТД (бобовые) и Дивидент (злаковые) заблаговременно. Бобовые инокулировали ризоторфином. Чистые посевы и смеси высевали обычным рядовым способом сеялкой СЗ-3,6. Компоненты в смешанных посевах на зелёную массу подбирали с учётом их оптимальных норм высева и совпадения во времени фаз роста.

Смеси составляли согласно рекомендуемым в республике Мордовия нормам высева двойных травосмесей. Сорта кормовых и зерновых культур использовали районированные в Пензенской области и республике Мордовия. Меры ухода за посевами были обычные. Скашивание травосмесей проводили в 2 срока: в фазу цветения – начала плодообразования у бобов и в фазу молочной спелости нижних бобов.

Метеорологические условия в годы проведения исследований были различными: 2007 г. – остро засушливый в период прорастания-ветвления, созревания, 2008 гг. – благоприятный для роста и развития кормовых бобов.

Оптимальная структура агрофитоценоза является одним их главных факторов получения высоких и, в особенности, планируемых урожаев. Полевая всхожесть семян зависит от условий прорастания семян: температуры, влажности почвы, воздушного и светового режима. В 2007 г. всходы семян попали в условия недостаточной обеспеченности влагой в верхнем слое почвы (0–5 см) в связи с быстрым нарастанием положительных температур во второй декаде мая (табл. 1). В связи с чем всхожесть культур оказалась ниже лабораторной на 5–7%, у суданской травы всхожесть составила 54,5% в чистых посевах. Полнота всходов у кормовых бобов выше, чем у остальных изучаемых культур. В мае 2008 г. сложились оптимальные условия для прорастания и получения всходов изучаемых культур.

Таблица 1 – Формирование агроценоза однолетних культур при различном соотношении в смеси

Культура, смесь	Норма высева, млн. шт./га	Взошло, шт./м^2	Всхожесть, %	Кол-во растений перед уборкой, шт./м^2	Сохранность, %
Бобы	0,6	56,3	93,8	48,5	86,1
Вика	2,0	180,8	90,4	144,3	79,8
Овёс	5,0	442,0	88,4	354,9	80,3
Ячмень	5,0	453,5	90,7	346,5	76,4
Суданка	4,0	253,2	63,3	186,4	73,6
Кукуруза	0,12	11,1	92,6	10,5	94,6
	40+70%				
Вика –овёс	0,8+3,5	65,4+299,6	81,7+85,6	44,1+222,9	67,4+74,4
Бобы-овёс	0,24+3,5	20,7+289,4	86,3+82,7	13,5+218,8	65,3+75,6
Бобы-ячмень	0,24+3,5	21,5+309,0	89,4+88,3	15,0+223,4	69,6+72,3
Бобы-суданка	0,24+2,8	17,6+200,5	73,5+71,6	3,8+140,5	21,6+70,1
Бобы-кукуруза	0,24+0,08	21,8+7,4	91,0+92,0	15,3+7,0	70,4+94,1
	55+55%				
Вика –овёс	1,1+2,75	92,0+223,8	83,6+81,4	65,0+160,2	70,6+71,6
Бобы-овёс	0,33+2,75	29,3+218,9	88,7+79,6	20,8+158,5	71,0+72,4
Бобы-ячмень	0,33+2,75	29,8+229,3	90,2+83,4	22,3+160,9	74,7+70,2
Бобы-суданка	0,33+2,2	25,0+149,6	75,7+68,0	9,4+102,2	37,5+68,3
Бобы-кукуруза	0,33+0,07	30,4+6,3	92,2+90,4	22,3+5,8	73,4+92,6
	70+40%				
Вика –овёс	1,4+2,0	122,2+157,6	87,3+78,8	91,8+105,9	75,1+67,2
Бобы-овёс	0,42+2,0	38,0+151,4	90,5+75,7	30,2+104,8	79,4+69,4
Бобы-ячмень	0,42+2,0	38,4+154,2	91,4+77,1	31,2+102,4	81,3+66,4
Бобы-суданка	0,42+1,6	32,8+102,9	78,1+64,3	20,8+66,2	63,4+64,3
Бобы-кукуруза	0,42+0,05	39,1+4,4	93,0+88,6	30,7+3,9	78,6+88,3

Установлено, на полевую всхожесть бобово-злаковых агроценозов оказали влияние состав смеси и соотношение компонентов. Так, в чистом посеве всхожесть бобов составила 93,8%, в смеси с участием бобов и овсом в соотношении 40+70% – 86,3%, в соотношении 55+55% – 88,7%, в соотношении – 70+40% – 90,5%. То есть выявлена тенденция увеличения всхожести при увеличении бобового компонента в смеси – на 4,2%. Та же тенденция прослеживается и по другим смесям с участием бобов.

Снижение доли злакового компонента в смеси привело к снижению всхожести на 3,4–11,2% в зависимости от культуры. Так, при соотношении 40+70% всхожесть овса была 82,7–85,6% (в зависимости от смеси), при соотношении 55+55% – 79,6–81,4%, при соотношении 70+40% – 75,7–78,8%. Меньше других злаков реагировала на соотношение в смеси кукуруза, снижение всхожести составило

3,4%. Из злаковых культур ячмень и кукуруза оказывали меньшее негативное влияние на всхожесть бобов и вики, по сравнению с овсом и суданской травой.

Полевая всхожесть в смесях несколько ниже, по сравнению с чистыми посевами всех культур, что связано с конкуренцией семян за пищевые ресурсы и аллелопатическим действием их друг на друга.

На протяжении периода вегетации имело место выпадения растений по тем или иным причинам (конкуренция за пищевые и световые ресурсы, поражение болезнями и вредителями и др.).

Сохранность растений к уборке у всех культур в поливидовых посевах в 2008 г. была выше, чем в 2007 г. Из-за высоких показателей всхожести и сохранности растения в смешанных посевах в процессе вегетации были на оптимальном уровне и слабо проявляли взаимное угнетение (за исключением суданской травы, которая при высоких нормах её высева сильно угнетала кормовые бобы).

Бобовые компоненты сильнее, чем злаковые реагировали на соотношение компонентов в смесях. Так, сохранность бобов в чистых посевах составила 86,1%, в смеси с овсом (40+70%; 55+55%; 70+40%) – 65,3%, 71,0%, 79,4% соответственно, в смеси с суданской травой (40+70%; 55+55%; 70+40%) – 21,6%, 37,5%, 63,4%. Суданская трава благодаря использованию июльских осадков развила мощную надземную массу и сильно подавляла бобы, что выразилось в снижении показателей сохранности растений бобов. При увеличении доли бобового компонента в смеси сохранность бобов и вики увеличивалась.

Кукуруза, в силу видовых особенностей (низкая норма высева, слабая конкуренция в агроценозе между растениями) практически не снизила показателей сохранности растений к периоду уборки.

Таким образом, в начальный период роста и развития между компонентами травостоя устанавливаются определённые конкурентные взаимоотношения. Злаковые культуры, особенно суданка и овёс, оказывают угнетающее воздействие на всходы бобов и вики и их сохранность.

Анализ динамики формирования листовой поверхности показал, что наибольшая площадь листьев формируется при уборке однолетних культур в фазу зелёных нижних бобов – 18,3–72,5 тыс. $м^2$/га (в чистых посевах) (табл. 2). Среди изучаемых культур суданская трава и кукуруза сформировали самую мощную фотосинтетическую поверхность – 58,9–72,5 тыс. $м^2$/га, что позволило им в дальнейшем сформировать высокий урожай зелёной массы. Ячмень и овёс ко второму сроку уборки начали снижать площадь листьев с 33,9–38,5 тыс. $м^2$/га в фазу цветения до 18,3–22,7 тыс. $м^2$/га.

Таблица 2 – Площадь листьев однолетних агроценозов по фазам развития, тыс.м^2/га, 2008 г.

Культура, смесь	Ветвление	Бутонизация	Цветение	Зелёные нижние бобы
Бобы	22,3	32,8	40,7	35,8
Вика	19,0	28,2	35,6	31,9
Овёс	18,1	25,6	38,5	22,7
Ячмень	14,9	22,4	33,9	18,3
Суданка	11,4	31,9	65,1	58,9
Кукуруза	13,4	37,2	75,7	72,5
	40+70%			
Вика –овёс	17,9	24,4	34,1	20,8
Бобы-овёс	17,3	23,2	32,4	20,6
Бобы-ячмень	17,0	24,8	34,1	21,2
Бобы-суданка	12,6	28,6	52,1	44,7
Бобы-кукуруза	16,5	34,6	62,0	53,7
	55+55%			
Вика –овёс	17,7	24,2	32,9	21,9
Бобы-овёс	17,0	23,7	31,1	22,2
Бобы-ячмень	17,6	26,0	33,8	23,7
Бобы-суданка	12,9	25,9	42,0	35,9
Бобы-кукуруза	18,1	35,4	58,7	50,0
	70+40%			
Вика –овёс	18,5	25,9	33,6	24,9
Бобы-овёс	18,9	27,0	35,4	27,9
Бобы-ячмень	19,2	27,4	36,2	28,5
Бобы-суданка	14,7	25,5	36,8	31,7
Бобы-кукуруза	19,9	34,4	53,0	44,8

Установлено, что в 2008 г. ПЛ в смесях была на уровне с чистыми посевами. В результате этого свободное пространство разных ярусов в полной мере было заполнено листьями смесей, что свидетельствует о высокой продуктивности фотосинтеза.

Увеличение бобового компонента в смеси с 40 до 70% способствовало увеличению общей площади агроценоза с 12,6–17,9 до 4,7–19,9 тыс. м^2/га в фазу ветвления, с 23,2–24,6 до 25,5–34,4 тыс. м^2/га в фазу бутонизации, с 32,4–62,0 до 33,6–53,0 тыс. м^2/га в фазу цветения, с 20,6–53,7 до 24,9–44,8 тыс. м^2/га в фазу зелёных нижних бобов. Отличались только смеси с кукурузой, в которых увеличение доли бобового компонента способствовало снижению общей площади смесей.

Наиболее интенсивный процесс накопления сухого вещества в растениях приходится на период от бутонизации до цветения бобовых и от трубкования до выметывания или колошения мятликовых растений и ко времени уборки на зелёный корм среднесуточные при-

росты достигают 3,42–5,01 г/м^{2}сутки. В последующий период роста и развития растений среднесуточный прирост сухого вещества снижается – 3,53–4,60 г/м^{2}сутки, однако масса его ко времени уборки на сенаж возрастает.

Значение фотосинтетического потенциала (ФП) изменялось как в зависимости от фазы развития, так и от состава смеси, соотношения компонентов и срока уборки.

В чистых посевах наибольший ФП формирует суданская трава и кукуруза – 2,44–2,55 млн. м^2 х сутки/га, при 1,28–1,56 млн. м^2 х сутки/га у других зерновых и 1,59–1,83 млн. м^2 х сутки/га у бобовых культур (табл. 3).

Таблица 3 – Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза при разных сроках уборки

Культура, смесь	ФП, тыс.м^2 х сутки/га		ЧПФ, г/м^{2}сутки	
	1-й срок	2-й срок	1-й срок	2-й срок
Бобы	1243	1835	5,30	4,31
Вика	1118	1594	3,53	2,89
Овёс	1098	1558	5,29	4,03
Ячмень	953	1283	4,49	3,88
Суданка	1409	2444	6,55	4,99
Кукуруза	1583	2546	4,87	4,02
	40+70%			
Вика –овёс	1003	1348	5,31	4,44
Бобы-овёс	909	1273	5,79	4,86
Бобы-ячмень	944	1320	5,33	4,54
Бобы-суданка	1102	1871	7,73	6,15
Бобы-кукуруза	1343	2263	5,65	4,34
	55+55%			
Вика –овёс	986	1338	4,64	4,01
Бобы-овёс	900	1273	5,61	4,83
Бобы-ячмень	969	1369	5,18	4,66
Бобы-суданка	973	1580	6,59	5,49
Бобы-кукуруза	1349	2198	5,56	4,38
	70+40%			
Вика –овёс	1033	1418	4,13	3,80
Бобы-овёс	1018	1477	5,29	4,74
Бобы-ячмень	1036	1507	5,21	4,85
Бобы-суданка	946	1467	5,87	4,95
Бобы-кукуруза	1308	2060	5,50	4,42

Бинарные смеси с викой и бобами на зелёный корм и сенаж интенсивно формируют листовую поверхность и мощный фотосинтетический потенциал, который достигает максимальных значений при уборке во второй срок (1,27–2,26 млн.м^2 х сутки/га).

С увеличением злаковых компонентов в смеси снижается освещённость посевов и показатель чистой продуктивности фотосинтеза. Аналогичная закономерность отмечена в кормосмесях на сенаж (2-й срок уборки).

Ценотическая активность каждого компонента смеси выражается, прежде всего, через соответствующий ботанический состав каждой группы видов. В исследованиях ботанический состав изучаемых смесей изменялся в зависимости от соотношения и набора компонентов, срока проведения уборки.

Установлено, что лучшее развитие бобового компонента и, как следствие, его большая доля участия в урожае наблюдается в смеси с ячменём и овсом по сравнению с суданкой и кукурузой

При уборке урожая на зелёную массу доля участия бобовых культур в урожае с яровыми ранними культурами составила 25,6–40,4% при высеве 40+70% от полной нормы высева семян, 45,5–62,1% при НВ 55+55%, 67,3–80,1% при высеве 70+40% от полной нормы высева семян.

В смесях с участием суданской травы и кукурузы, данные показатели были ниже и составили 5,8–28,7%, 20,6–43,2%, 51,6–62,6% соответственно.

При уборке на сенаж тенденция изменения содержания бобовых и злаковых культур сохранилась.

На урожайность зелёной массы агроценозов оказывали влияние все изучаемые факторы: соотношение и вид компонентов в смеси, срок уборки и погодные условия. Так, более продуктивными оказались смеси с участием кормовых бобов с суданкой и кукурузой – 8,02 и 8,77 т/га сухого вещества (СВ) (независимо от остальных факторов), в то время как сбор СВ вико-овсяной смеси составил 7,58 т/га, бобов с овсом – 6,68 т/га, бобов с ячменём – 7,45 т/га (табл. 4).

Выращивание кормовых бобов в смесях значительно повышает продуктивность агроценозов. Отечественными учёными интенсивно исследуется соотношение компонентов зернобобовых, в том числе кормовых бобов, в смеси с овсом, кукурузой, подсолнечником и др. [5,6].

Среди соотношений компонентов в смеси выделился вариант с большим участием бобовых трав (70+40%) – получили 8,26 т/га СВ (независимо от остальных факторов), при соотношении 40+70% – 6,71 т/га, при соотношении 55+55% – 8,13 т/га СВ.

Изучение срока уборки показало, что уборка на сенаж обеспечивает достоверную прибавку урожая зелёной массы – 6,57 т/га СВ при уборке на зелёную массу в фазу цветения-начало созревания бобов и 8,83 т/га при уборке на сенаж в фазу молочной спелости нижних бобов.

Таблица 4 – Сбор сухого вещества однолетних агроценозов, т/га (в среднем за 2007–2008 гг.)

Культура, смесь	1-й срок уборки	2-й срок уборки	Среднее по факторам		
			Ф. А – состав смесей	Ф.В – соотношение компонентов	Ф. С – срок уборки
	40+70%				
Вика–овёс	5,33	5,99	7,58b*	6,71a	6,57a
Бобы-овёс	5,27	6,19	6,68a		8,83b
Бобы-ячмень	5,03	6,00	7,45b		
Бобы-суданка	8,53	11,52	8,02c		
Бобы-кукуруза	7,59	9,82	8,77d		
	55+55%				
Вика–овёс	4,57	5,37		8,13b	
Бобы-овёс	5,05	6,16			
Бобы-ячмень	5,02	6,39			
Бобы-суданка	6,41	8,68			
Бобы-кукуруза	7,51	9,62			
	70+40%				
Вика–овёс	4,27	5,39		8,26b	
Бобы-овёс	5,38	7,00			
Бобы-ячмень	5,41	7,31			
Бобы-суданка	5,55	7,26			
Бобы-кукуруза	7,20	9,11			
$НСР_{05}$			0,24	0,18	0,15
	Чистый посев				
Бобы	6,58	7,91			
Вика	3,95	4,61			
Овёс	5,81	6,28			
Ячмень	4,28	4,98			
Суданка	9,23	12,20			
Кукуруза	7,72	10,23			

*Примечание: * – варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана*

Дисперсионный анализ полученных урожайных данных позволил выявить долю влияния изучаемых факторов на урожай зелёной массы и сухого вещества. Установлено, что на сбор зелёной массы и СВ наибольшее влияние оказывает срок уборки травосмесей – 31,3% и 54,0% соответственно. Следующим по влиянию фактором является соотношение компонентов в смеси – 28,5 и 15,0%, затем состав смеси – 17,8 и 12,0% соответственно. Взаимодействие факторов оказывало незначительное влияние на урожай зелёной массы и сбор СВ – менее 10%.

Для целей продуктивного животноводства производимые корма должны иметь высокое питательное качество. Исследованиями установлено, что питательность 1 кг СВ зависела от состава смеси, соотношения компонентов в ней и срока уборки.

Наибольшей питательностью обладала смесь «бобы + кукуруза», при этом в 1 кг СВ в среднем за 2 года содержалось 0,82–0,87 корм. ед., концентрация обменной энергии составила 10,08–10,39 МДж (первый срок уборки) в зависимости от соотношения в смеси (табл. 5).

Таблица 5 – Продуктивность и питательная ценность зелёной массы однолетних агроценозов при первом сроке уборки, % АСВ, (в среднем за 2007–2008 гг.)

Культура, смесь	Питательность 1 кг АСВ, корм. ед.	ОЭ, МДж/кг	Сбор ПП, кг/га	ПП в 1 корм. ед.	ОЭ, ГДж/га
Бобы	0,75	9,64	849	171	63,5
Вика	0,85	10,23	611	183	40,4
Овёс	0,75	9,63	444	102	56,0
Ячмень	0,85	10,23	421	116	43,8
Суданка	0,81	10,02	926	123	92,5
Кукуруза	0,90	10,52	464	67	81,2
	40+70%				
Вика–овёс	0,78	9,79	492	119	52,2
Бобы-овёс	0,76	9,68	484	121	51,0
Бобы-ячмень	0,82	10,06	550	133	50,6
Бобы-суданка	0,82	10,05	886	127	85,7
Бобы-кукуруза	0,87	10,39	584	88	78,8
	55+55%				
Вика–овёс	0,79	9,88	482	133	45,2
Бобы-овёс	0,76	9,67	517	135	48,8
Бобы-ячмень	0,80	9,93	580	145	49,8
Бобы-суданка	0,81	10,00	687	132	64,1
Бобы-кукуруза	0,85	10,27	642	100	77,1
	70+40%				
Вика–овёс	0,81	10,00	522	151	42,7
Бобы-овёс	0,76	9,66	614	151	52,0
Бобы-ячмень	0,78	9,80	657	156	53,0
Бобы-суданка	0,79	9,89	632	144	54,9
Бобы-кукуруза	0,82	10,08	710	120	72,6

По сбору переваримого протеина с 1 га выделился чистый посев суданской травы, в основном за счёт высокого сбора сухого вещества, а также кормовые бобы. Среди смесей по этому показате-

лю стоит выделить вариант «бобы + суданка» – 886 кг/га (40+70%), 687 кг/га (55+55%) в 1-й срок уборки, 1047 кг/га (40+70%), 820 кг/га (55+55%) – во 2-й срок уборки. При насыщении смеси бобовым компонентом (70+40%) высокие показатели получены в смеси с кукурузой – 710 кг/га и 862 кг/га.

Поздний срок уборки не оказал влияния на сбор переваримого протеина смесей с участием ранних яровых культур (снизилось содержание протеина в зелёной массе при незначительном увеличении урожая сухого вещества), и повысился сбор с участием суданской травы и кукурузы (табл. 6).

Таблица 6 – Продуктивность и питательная ценность зелёной массы однолетних агроценозов при втором сроке уборки, % АСВ в среднем за 2007–2008 гг.

Культура, смесь	Питательность 1 кг АСВ, корм. ед.	ОЭ, МДж/кг	Сбор ПП, кг/га	ПП в 1 корм. ед.	ОЭ, ГДж/га
Бобы	0,70	9,26	959	174	73,3
Вика	0,79	9,85	666	184	45,4
Овёс	0,63	8,85	426	107	55,6
Ячмень	0,74	9,56	424	115	47,6
Суданка	0,71	9,35	1054	122	114,1
Кукуруза	0,86	10,29	593	68	105,3
	40+70%				
Вика-овёс	0,67	9,06	506	127	54,3
Бобы-овёс	0,65	8,98	524	130	55,6
Бобы-ячмень	0,72	9,45	596	137	56,7
Бобы-суданка	0,71	9,36	1047	128	107,8
Бобы-кукуруза	0,82	10,08	742	92	98,9
	55+55%				
Вика-овёс	0,69	9,24	525	141	49,6
Бобы-овёс	0,67	9,07	592	144	55,9
Бобы-ячмень	0,71	9,38	685	150	60,0
Бобы-суданка	0,71	9,35	820	134	81,1
Бобы-кукуруза	0,80	9,94	801	104	95,6
	70+40%				
Вика-овёс	0,73	9,46	618	158	51,0
Бобы-овёс	0,68	9,16	752	158	64,1
Бобы-ячмень	0,70	9,33	833	162	68,2
Бобы-суданка	0,70	9,32	744	146	67,7
Бобы-кукуруза	0,77	9,74	862	123	88,7

Таким образом, для получения 8,5–11,5 т/га сухого вещества, 85,7–107,8 ГДж/га обменной энергии, 0,89–1,05 т/га переваримого

протеина, с питательностью кг СВ – 0,71–0,82 корм. ед., 9,36–10,05 МДж обменной энергии и содержанием в 1 корм. ед. 127–128 г переваримого протеина необходимо высевать кормовые бобы в смеси с суданской травой в соотношении 40+70% от нормы высева в чистом виде и убирать зелёную массу в фазу цветения или зелёных нижних бобов.

Литература

1. Кшникаткина, А.Н. Формирование высокопродуктивных агроценозов кормовых культур с использованием адаптивных нетрадиционных растений / Кшникаткина А.Н., Еськин В.Н. // Нива Поволжья. – 2008. – №3. – С. 35–38.

2. Основные параметры развития кормопроизводства в Пензенской области на 2010–2015 гг. / Макаров А.П., Тимошкин О.А. // Концепция развития кормопроизводства Пензенской области на период 2010–2015 гг. – УСХ Пензенской области, 2004. – 29 с.

3. Беляк, В.Б. Биологизация сельскохозяйственного производства (теория и практика). / Беляк В.Б. // Пенза: ОАО Издательско-полиграфический комплекс «Пензенская правда», 2008. – 320 с.

4. Васин, В.Г. Поливидовые посевы с кормовыми бобами на сенаж / Васин В.Г., Фадеев С.В. // Нива Поволжья. – 2007. – №.1. – С. 1–3.

5. Гафаров, Р.Н. Кормовые бобы в смешанных посевах / Р.Н. Гафаров, Э.М. Кузеев // Кормопроизводство. – 2001. – №8. – С. 22–24.

6. Яценко, С.Я. Агроценозы с зернобобовыми культурами / С.Я. Яценко, А.П. Исаев // Кормопроизводство. – 1999. – №2. – С. 22–24.

———

УДК 631.584.5: 636.086.1

СОЗДАНИЕ ПОЛИВИДОВЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ЗЕРНОФУРАЖНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

О.Ф. Бражникова, В.Н. Бражников

Разработаны наиболее продуктивные и энергетически эффективные бинарные смеси: ячмень + люпин, овёс + люпином и тройная смесь: ячмень + овёс + люпин. Определено последействие изучаемых смесей на урожайность озимой пшеницы и взаимоотношения компонентов в агроценозе.

В настоящее время все большее распространение в кормопроизводстве получают зернофуражные смеси. Они обладают многими достоинствами: высокой стабильной продуктивностью, благоприятным влиянием на плодородие почвы, возможностью получе-

ния сбалансированного (концентрированного) корма в поле, что существенно удешевляет продукцию.

Непременным условием получения высокой продуктивности смесей является совпадение прохождения фенофаз развития растений агроценоза и их высокая адаптивность к почвенно-климатическим условиям.

Наибольшее распространение в лесостепной зоне Среднего Поволжья получили смеси ячменя с горохом или чиной на чернозёмах и овса с яровой викой на серых лесных, малоплодородных почвах. Заданных параметров энергетической и протеиновой питательности зернофуража добиваются регулированием норм высева и соотношением компонентов [1,2].

В условиях Пензенской области зернофуражные смеси изучали на Лунинский опытной станции. По данным Н.Я Одинцовой максимальную урожайность обеспечила смесь овёс + ячмень.

В наших исследованиях, наряду с традиционными зернофуражными культурами (овёс, ячмень, горох, вика яровая) использован и перспективный люпин узколистный.

Цель работы: изучить и отобрать лучшие однолетние смеси зернофуражных бобовых и злаковых культур разного срока созревания энергетически выгодных для приготовления комбикормов.

В процессе работы было испытано 9 зернофуражных двухкомпонентных и трехкомпонентных смесей на 2-х фонах удобрений: бактериальном и совместном применении бактериального и минеральных нормой $N_{45}P_{45}K_{45}$. В качестве контроля используется чистые посевы ячменя, овса, люпина, гороха.

Место проведения исследований – опытное поле ПензНИИСХ.

Методика исследований и схема опыта.

1. Ячмень 100% (норма высева 5 млн. шт./га)
2. Люпин 100% (норма высева 1,2 млн. шт./га)
3. Овёс – 100% (норма высева 5 млн. шт./га)
4. Горох – 100% (норма высева 1,2 млн. шт./га)
5. Ячмень + люпин 70% + 30%
6. Овёс + люпин 70% + 30%
7. Ячмень + горох 70% + 30%
8. Овёс + горох 70% + 30%
9. Ячмень + яровая вика 70% + 30%
10. Овёс + яровая вика 70% + 30%
11. Ячмень + овёс + горох 35% + 35% + 30%
12. Ячмень + овёс + вика 35% + 35% + 30%
13. Ячмень + овёс + люпин 35% + 35% + 30%

(указано процентное соотношение компонентов от норм высева в чистом виде)

Опыт изучается на следующих фонах удобрений:

1. Контроль (без удобрений)
2. Бактериальные удобрения
3. Бактериальные удобрения + $N_{45}P_{45}K_{45}$

На фоне бактериальных удобрений семена перед посевом обрабатывали соответствующими штаммами бактерий: для бобовых – ризоторфин, для злаковых – ризоагрин.

Использовали следующие сорта: ячмень – Одесский 100, овёс – Аллюр, вика яровая – Орловская 4, люпин узколистный – Кристалл, горох – Самарец. Сев проводили сеялкой СН –16 , учёт урожая – метровыми площадками в 10–и кратной повторности на каждом варианте. Снопы взвешивали и обмолачивали комбайном «Hege».

Изучалось последействие зернофуражных смесей на озимую пшеницу, конкурентоспособность (LER), аллелопатическое взаимодействие компонентов агроценозов [5,9]. Режим проращивания, подсчет проросших и не проросших семян регламентирован ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур: методы определения всхожести. Наблюдения за ростом и развитием растениями проводились по общепринятым методикам [6,8].

Почва – чернозём выщелоченный среднемощный среднегумусный тяжелосуглинистый и глинистый на лессовидных суглинках.

Содержание агрономически ценных (10–0,25 мм) воздушно сухих агрегатов по шкале С.И. Долгова и П.Х. Бахтина оценивается как хорошее (60–74%) коэффициент структурности (КС) – 1,33–1,61. Содержание гумуса 7,0–7,6%, обеспеченность почвы подвижными формами фосфора высокая и очень высокая, обменным калием повышенная, легкогидролизуемыми формами азота повышенная.

Формирование урожая в годы изучения проходило в контрастных гидротермических условиях. 2002 г. отличался засушливостью второй половины лета, количество осадков за вегетационный период было значительно ниже среднемноголетних величин. В 2003 г. влагообеспеченность была выше среднемноголетней.

Наиболее контрастными были погодные условия июля, в период налива и созревания ячменя, гороха и люпина. В 2002 г. температура июля на $3,3^0$С была выше средней многолетней, а осадки практически отсутствовали (4,2 мм). Это ускорило созревание и позволило начать уборку смесей ячменя с горохом и ячменя с люпином в III декаде, которые находились в фазе полной спелости. Растения вики в это время находились в фазе восковой спелости. В августе отмечено снижение температуры на $2,4^0$С, а количество осадков было вдвое ниже среднемноголетних значений. К уборке ячменя с викой приступили уже в I декаде августа вместе со смесями овса с бобовыми компонентами.

В 2003 г. температура июля находилась на уровне среднемноголетнего значения, количество осадков превышало на 63,7 мм. В связи с этим отмечено сильное полегание агроценозов овса, вики с ячменем, тройных смесей с применением удобрений. Неравномерность теплового и водного режимов сказалась на продолжительности созревания вики. К уборке вико-овсяной и тройных смесей (ячмень + овёс + вика) приступили во II декаде августа.

В практике создания агрофитоценоза известны правила и принципы подбора растений, которые учитывают длину вегетационного периода, тип скороспелости, урожайность и т. д. Однако эти правила не отражают характера аллелопатического (химического) взаимодействия в результате чего один вид подавляет рост и развитие другого вида.

Результаты совместного проращивания семян компонентов изучаемых агрофитоценозов подтверждают правильность их подбора для зернофуражных смесей (таблица).

Оценка целесообразности использования культур в смешанных посевах

№ п/п	Испытуемые компоненты	Суммарное подавление всхожести, %	Степень подавления всхожести	Выводы о целесообразности возделывания
1	Ячмень + люпин	3,5 + 20	слабая	целесообразно
2	Ячмень + горох	9,0 + 11,5	слабая	целесообразно
3	Ячмень + вика	7,0 + 15,0	слабая	целесообразно
4	Овёс + люпин	8,0 + 5,5	слабая	целесообразно
5	Овёс + горох	8,5 + 10,0	слабая	целесообразно
6	Овёс + вика	20,0 + 19,0	слабая	целесообразно

Разработка технологии возделывания зернофуражных смесей направлена на получение сбалансированных по белку концентрированных кормов при снижении затрат на их производство за счёт создания агрофитоценозов, обладающих высокой урожайностью, большей устойчивостью продуктивности, благоприятным влиянием на плодородие почвы.

В контрастных погодных условиях при возделывании монокультур устойчивую урожайность показал ячмень – 2,89–4,27 т/га, люпин узколистный значительно уступил ячменю по урожайности – 1,21–1,76 т/га. Валовой сбор кормовых единиц ячменя составил 2,89–4,27 т/га, у люпина – 4,15–6,33 т/га; с урожаем ячменя получили протеина 0,35–0,54 т/га, с урожаем люпина – 0,30–0,50 т/га. Посевы овса и гороха в чистом виде во влажном 2003 г. обеспечили урожайность 3,25–4,15 т/га и 4,15–5,09 т/га.

В бинарных смесях в группе ячменя все изучаемые смеси по урожайности и сбору кормовых единиц имеют близкие показатели и изменяются в зависимости от фона удобрений в пределах 2,68–3,75 т/га, 3,22–4,77 т/га.

В группе овса, наиболее урожайным проявил себя агроценоз овса с люпином 3,39–4,41 т/га, валовой сбор кормовых единиц составил 4,26–5,13 т/га. Зернофуражные смеси овёс + горох и овёс + вика имеют близкие показатели по урожайности, а по сбору кормовых единиц смесь овса с горохом превышает на 0,13 т/га смесь овса с люпином и на 0,51 т/га овса с викой.

Добавление овса в бинарную смесь ячменя с люпином (при изменении процентного участия по 35% злаков) повысило урожайность на 1,39–2,49 т/га, валовой сбор кормовых единиц составил 5,04–5,46 т/га.

Использование бактериальных удобрений способствовало повышению урожайности на 21–27% в монокультуре, в бинарных смесях на 7–15%, в тройных (2003 г.) – 15,9%.

Сочетание бактериальных и минеральных удобрений повысило урожайность на 22–40% по сравнению с контролем (без применения удобрений).

При определении критериев оценки смешанных посевов должны быть учтены цели их возделывания. Для товаропроизводителей целесообразность смешанных посевов можно оценить с помощью земельного эквивалента (LER). Для исследовательских целей важна биологическая оценка взаимодействия культур в агроценозах.

Для оценки эффективности смешанных посевов используем отношение земельных эквивалентов (LER – Land Eqvivalent Ratio). С его помощью делают расчёт единицы земельной площади, необходимой для получения в монопосеве того количества каждой культуры, которая сформировалась бы на единице площади смешанного посева. При LER > 1,0 возделывание агроценозов эффективно. При LER ≤ 1 эффективность снижена, т.е. смешанные посевы проводить нецелесообразно. Использование такого критерия оценки зернофуражных смесей доказывает эффективность их возделывания.

Среди изучаемых смесей эффективно возделывание агроценозов ячменя с овсом и люпином (LER 1,24–1,35) и овса с горохом (LER 1,1–1,25) в зависимости от фонов удобрений. Несколько ниже целесообразность смешанных посевов овса с люпином, ячменя с овсом и горохом (LER 1,01–1,08).

Возделывание бинарных смесей ячмень+люпин и ячмень+горох не эффективно (LER 0,76–0,98). Для экономии земельных угодий целесообразно эти культуры возделывать в чистом виде

и для получения комбикормов смешивать их на специальном оборудовании.

При сформировании урожая в агроценозах оказывают влияние взаимоотношения растений их конкурентоспособность. В своих исследованиях для изучения взаимоотношений компонентов агроценозов мы использовали «коэффициент агрессивности» (CR) предложенный Willey, Rao (1980) или коэффициент конкурентоспособности. При анализе полученных данных выявлено, что наиболее агрессивными в зернофуражных агрофитоценозах является злаковые культуры. Среди бобовых компонентов изучаемых агроценозов наиболее конкурентоспособен горох. Люпин имеет низкую конкурентоспособность. Это доказывает и структурный состав зернофуражных смесей.

Бактериальные удобрения увеличивали конкурентоспособность зернобобовых культур. Совместное использование минеральных и бактериальных удобрений в бинарных смесях злаков с горохом привело к повышенной агрессивности злаков (овса и ячменя).

В тройных смесях ячмень + овёс + люпин и ячмень + овёс + горох наиболее конкурентоспособным проявил себя овёс по отношению к ячменю и зернобобовым культурам, в зависимости от удобрений CR 1,27–1,65 и CR 1,56–3,04.

Среди зернобобовых культур в тройных агроценозах, как и в бинарных, наиболее конкурентоспособен горох.

Озимая пшеница предъявляет высокие требования к предшественникам, хорошим предшественником является чёрный пар, клевер и эспарцет. Среди однолетних культур хорошими предшественниками считаются вико-овёс и горох [3].

Наибольшую урожайность озимой пшеницы получили после вико-овса (1,25–1,63 т/га), овса с горохом (1,29–1,63 т/га); при этом содержание протеина в зерне озимой пшеницы составило (156,3–164,3 г/кг) и (148,7–172,3 г/кг) соответственно.

Несколько ниже была урожайность озимой пшеницы посеянной по люпину, ячменю с люпином, овсу с люпином и ячменю с викой.

Самую низкую урожайность озимой пшеницы обеспечил ячмень, используемый в качестве предшественника, содержание протеина в зерне озимой пшеницы составило 135,8–147,8 г/кг.

Урожайность озимой пшеницы зависела от фона удобрений. На не удобренных вариантах зернофуражных смесей урожайность пшеницы ниже, чем на вариантах с удобрением. Наибольший эффект наблюдается при совместном внесении бактериальных и минеральных удобрений. Эффективность удобрений прослеживается при оценке качества полученного зерна. При применении удобре-

ний повышается содержание сырого протеина в зерне и, следовательно, валовой сбор сырого протеина.

Наиболее объективным методом анализа в кормопроизводстве является биоэнергетическая оценка производства кормов, где используется универсальный энергетический показатель – отношение аккумулированной в продукции энергии к затраченной на её получение. Это даёт возможность в любых экономических ситуациях наиболее точно учесть и единообразно выразить не только прямые затраты энергии на технологию, но и энергию, воплощенную в средствах производства и в производственной продукции.

В наших исследованиях прямые и косвенные затраты энергии на выращивание зернофуражных смесей в одновидовых и смешанных посевах определяли на основании технологических карт, типовых норм высева, затрат горючего, энергетических эквивалентов использования сельскохозяйственной техники.

В вариантах с применением бактериальных удобрений коэффициент энергетической эффективности выше, чем на контроле и при совместном применении бактериальных и минеральных удобрений. При этом обменная энергия, выход валовой энергии, затраты совокупной энергии возрастают с применением бактериальных и минеральных удобрений.

Наиболее энергетически эффективно производство зернофуража при использовании бинарных смесей овса с люпином (КЭЭ 2,39–3,20), ячменя с люпином (КЭЭ 2,3–3,20) и тройных смесей ячменя, овса и люпина (КЭЭ 2,94–4,00).

Выводы

Проведённые исследования показали, что наиболее продуктивны смеси: ячмень с люпином – 3,04–3,73 т/га, овёс с люпином – 3,39–4,41 т/га и тройная смесь (ячмень, овёс, люпин) – 4,0–5,4т/га. Возделывание всех зернофуражных смесей при оценке с помощью земельного эквивалента (LER) эффективно, за исключением смесей ячмень + люпин, ячмень + горох. В изучаемых агроценозах наиболее агрессивны злаковые культуры, бобовые имеют низкую конкурентоспособность. Хорошими предшественниками для озимой пшеницы являются все зернофуражные смеси. Применение бактериальных удобрений позволило повысить урожайность монокультур на 21–27%, бинарных на 7–15%, трёхкомпонентных на 15,9%. Сочетание бактериальных и минеральных удобрений повысило урожайность на 22-40%; по сравнению с контролем. Наиболее энергетически эффективно производство зернофуража при использовании смеси овса с люпином (КЭЭ 2,39–3,20), ячменя с люпином (КЭЭ 2,3–7,15) и тройной смеси ячменя, овса и люпина (КЭЭ 2,94–4,00). Более высоким коэффициентом энергетической эффективности отличаются смеси, возделываемые при применении бактериальных

удобрений по сравнению с контролем и вариантами совместного использования бактериальных и минеральных удобрений. Возделывание смесей различного срока созревания позволяет наиболее эффективно использовать ресурсо-техническое обеспечение хозяйства.

Литература

1. Беляк В.Б. Интенсификация кормопроизводства биологическими приёмами (теория и практика). Пенза, 1998. – 180 с.

2. Бойко А.В., Кирасиров З.А. Основные зернофуражные культуры // Кормопроизводство. № 9 – 1998 г. – 16–17 с.

3. Вавилов П.П., Грищенко В.В., Кузнецов В.С. и др. Растениеводство. М.: Агропромиздат, 1986. – 612 с.

4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Колос, 1979 – 415 с.

5. Иванов В. Г. Растительные выделение, их значение в жизни фитоценозов. – М.: Наука 1973. – 295 с.

6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 3. – М.: Колос, 1972. – 239 с.

7. Методические рекомендации по биоэнергетической оценке севооборотов и технологий выращивания кормовых культур. – М.: ВНИИК им. В.Р. Вильямса, 1998 г.

8. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М.: ВНИИК им. В.Р. Вильямса, 1987. – 198 с.

9. Словарь-справочник по агрофитоценологии и луговедению / Гродзинский А.М., Злобин Ю.А., Миркин Б.М. – АН УССР, Центр. респ. ботан. Сад. – Киев: Наук думка, 1991. – 136 с.

УДК **633.2/.3: 631.61**

ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПОЧВОЗАЩИТНОЕ ДЕЙСТВИЕ ЧИСТЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ РАЗЛИЧНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ

Л.Е. Вельмисева, З.А. Кирасиров, О.А. Тимошкин, И.В. Бакулова

В результате многолетних исследований установлены виды многолетних трав для эффективного залужения необоснованно распаханных и деградированных земель на склонах различных экспозиций. Показано влияние многолетних трав на агрофизические показатели почвы, её структурное состояние, биологическую активность почвы. Приведена продуктивность, ценотическая активность агрофитоценозов в зависимости от вида входящих в него трав и экспозиции склона.

Проведение экономических реформ в стране обострило ряд проблем в сельском хозяйстве. Так, темпы деградации земель, снижение естественного плодородия почв сейчас значительно опережают темпы проведения экологических мероприятий. Эта тенденция характерна и для Пензенской области. В условиях ограниченного ресурсного обеспечения сельского хозяйства произошли изменения в структуре сельскохозяйственных угодий, в частности, увеличилась площадь неиспользуемой пашни. В 2007 г. площадь под залежью составила в РФ 13,4 млн. га, или 8% от всех сельхозугодий. Кроме недостаточной материально-технической обеспеченности, одной из причин заброшенности пашни в настоящее время была проводимая в 1950–60 гг. сельскохозяйственная политика интенсивного освоения земель, в результате которой нередко были распаханы природные кормовые угодья, не подлежащие переводу в пашню (пойменные луга, склоновые земли и др.). Сохранение необоснованно распаханных участков склонов разных экспозиций от дальнейшей деградации, а по возможности и восстановление их прежнего природного состояния чрезвычайно актуально как во всём мире, так и для условий лесостепи Поволжья.

Для предотвращения дальнейшей деградации таких земель необходимо разработать технологии консервации и восстановления плодородия. Без их использования суммарный экологический и экономический ущерб от необратимых деградационных процессов может иметь катастрофический характер.

Возделывание многолетних трав – наиболее эффективный способ сохранения и повышения плодородия почвы. Однако с учётом большого разнообразия компонентов агроландшафтов (склоны различной экспозиции, состав почв, их кислотность, микроклимат и т.д.), требующих восстановления, необходимо использование различных видов многолетних трав или создание сложных агрофито-

ценозов. Такие растительные сообщества должны быстро формироваться и создавать мощную дернину, обладать высокой конкурентоспособностью по отношению к сорнякам, иметь высокую жизнеспособность при неблагоприятных условиях и значительную продолжительность жизни. Такой способ консервации и восстановления деградированных почв предполагает и возможность использования получаемой продукции на кормовые цели.

В 2004 г. на полях Пензенского НИИСХ заложен многофакторный опыт, целью которого является разработка оптимальных вариантов использования сеяных многолетних трав для обеспечения продуктивности сенокосов, консервирования почв, сохранения и воспроизводства их естественного плодородия на эрозионно-опасных участках склонов юго-восточной и северо-западной экспозиций.

Схема опыта:

Фактор А – экспозиция склона:

юго-восточная;

северо-западная.

Фактор В – способ использования залежи:

косимая (интенсивно используемая);

некосимая (заповедная).

Фактор С – состав фитоценозов:

естественная незасеваемая (контроль);

клевер двуукосный;

клевер одноукосный;

эспарцет песчаный;

люцерна;

козлятник восточный;

кострец безостый;

эспарцет + кострец (75% + 40%) от НВ в чистом виде;

люцерна + кострец (75% + 40%);

козлятник + кострец (75% + 40%).

В опыте использованы следующие сорта: клевер двуукосный Пеликан; клевер одноукосный Присурский; эспарцет Петушок; люцерна Камелия; козлятник восточный Магистр; кострец безостый Пензенский 1.

Опыты заложены в пределах водораздела Сура-Шукша (в поле № 9 на юго-восточном склоне и в поле № 4 на северо-западном склоне). Крутизна северо-западного склона от 3 до 4°, юго-восточного от 4 до 5°. Почвы среднесмытые. По данным Л.И. Китаевой [1], поверхностный сток и смыв почвы в области начинается при уклоне пашни 0,5–1,0°. При закладке фитоценозов в качестве контроля использован их естественный (без подсева трав) вариант.

Многолетние травы были высеяны в 2004 г. под посев ячменя. При посеве использованы рекомендуемые нормы высева трав.

Для оценки степени деградации почв опытного участка проводили анализ агрофизического состояния почвы.

Из таблицы 1 видно, что на склоне северо-западной экспозиции плотность сложения пахотного слоя составила 1,18 г/см^3, подпахотного – 1,20 г/см^3 при скважности 51,6 и 52,2% соответственно. На склоне юго-восточной экспозиции плотность слоя 0–30 см составила 1,22 г/см^3, слоя 30–50 см – 1,23 г/см^3, скважность 50,9% одинакова в пахотном и подпахотном слоях. Таким образом, по плотности сложения почвы различных склонов отличались незначительно. По характеристике уплотнённости выщелоченного чернозёма почва с показателями в пределах плотности сложения 1,2–1,3 г/см^3, скважности – 52–48% классифицируется как «плотная» [2]. Из литературных источников известно, что в плотной почве плохая аэрация, низкая биогенность, слабо разлагаются негумифицированные остатки, в ней мало доступных растениям питательных веществ, т.е. низкое эффективное плодородие. В такую почву трудно равномерно заделать семена, в ней хуже развиваются корни (поры мельче 0,01 мм не доступны корневым волоскам растений). И.Б. Ревут [3] отмечал, что плотность сложения почвы является первичным, определяющим фактором всей физики почв. С ней непосредственно связаны водный, тепловой и воздушный режимы в почве. Плотность тесно связана со структурным составом почвы.

Данные по структуре почвы отражены в таблице 2. Из таблицы видно, что на северо-западном склоне содержание агрегатов от 10 до 0,25 мм в пахотном слое составляет в среднем 62%. Структурное состояние подпахотного горизонта характеризуется большим содержанием агрономически ценных агрегатов (78%). Структурное состояние почвы на юго-восточном склоне несколько хуже. Содержание агрегатов от 10 до 0,25 мм в пахотном слое составило 49%, в подпахотном – 66%. Эти данные характеризуют степень выпаханности почвы. Это особенно заметно при сравнении рассматриваемых данных с почвами естественного развития, где на долю водопрочной структуры (>0,25 мм) приходится 78–89% [4]. Таким образом, на северо-западном склоне выпаханность составила 25%, а на юго-восточном – 41%.

Агрофизическое состояние почв опытного участка свидетельствует о наличии деградационных процессов: уплотнение, выпаханность, которые усугубляются поверхностным стоком и смывом почвы на фоне склонов северо-западной (крутизна >3–4°) и юго-восточной (4–5°) экспозиции. Поэтому актуальным является консервация этих почв посредством залужения для предотвращения дальнейшей деградации.

Таблица 1 – Агрофизические показатели почвы в зависимости от экспозиции склона, 2004 г.

Слой почвы, см	Склон северо-западной экспозиции												Склон юго-восточной экспозиции											
	Естественная залежь			Люцерна			Кострец			Кострец + люцерна			Естественная залежь			Люцерна			Кострец			Кострец + люцерна		
	Объёмная масса, г/см^3	Общая скважность, %	Аэрация, %	Объёмная масса, г/см^3	Общая скважность, %	Аэрация, %	Объёмная масса, г/см^3	Общая скважность, %	Аэрация, %	Объёмная масса, г/см^3	Общая скважность, %	Аэрация, %	Объёмная масса, г/см^3	Общая скважность, %	Аэрация, %	Объёмная масса, г/см^3	Общая скважность, %	Аэрация, %	Объёмная масса, г/см^3	Общая скважность, %	Аэрация, %	Объёмная масса, г/см^3	Общая скважность, %	Аэрация, %
0-10	1,07	57,2	28,7	1,14	54,4	29,4	1,08	56,8	34,1	1,06	57,6	32,6	1,24	50,4	21,9	1,10	56,0	37,4	1,05	58,0	28,8	1,07	57,2	30,3
10-20	1,11	55,6	25,9	1,30	48,0	18,6	1,27	49,2	18,8	1,21	51,6	20,4	1,31	47,6	16,4	1,27	49,2	20,5	1,26	49,6	14,7	1,18	52,8	20,5
20-30	1,10	56,0	26,0	1,34	46,4	18,7	1,25	50,0	22,0	1,31	47,6	17,5	1,28	48,8	14,6	1,32	47,2	16,3	1,25	50,0	17,1	1,25	50,0	18,8
0-30	1,09	56,4	26,9	1,26	49,6	22,2	1,20	48,0	25,0	1,19	52,4	23,5	1,28	48,8	17,6	1,23	49,2	24,7	1,19	52,4	20,2	1,17	53,2	23,2
30-40	1,18	52,8	21,4	1,21	51,6	24,3	1,24	50,4	22,4	1,30	48,0	17,1	1,13	54,8	26,3	1,21	51,6	22,6	1,25	50,0	17,5	1,37	45,2	10,8
40-50	1,09	56,4	26,8	1,17	53,2	27,8	1,14	54,4	29,2	1,22	51,2	22,3	1,30	48,0	22,4	1,17	46,8	27,6	1,18	52,8	19,1	1,21	51,6	19,8
30-50	1,14	54,4	24,8	1,19	52,4	26,2	1,19	52,4	25,8	1,26	49,6	19,7	1,22	51,2	22,4	1,19	52,4	25,1	1,21	51,6	18,3	1,29	48,4	15,3

	Среднее по склону северо-западной экспозиции			Среднее по склону юго-восточной экспозиции		
	Объёмная масса, г/см^3	Общая скважность, %	Аэрация, %	Объёмная масса, г/см^3	Общая скважность, %	Аэрация, %
0-30	1,18	51,6	24,4	1,22	50,9	21,4
30-50	1,20	52,2	23,9	1,23	50,9	20,2

Таблица 2 – Структурное состояние почвы опытного участка, 2004 г.

Слой почвы, см	Склон северо-западной экспозиции								Склон юго-восточной экспозиции							
	Естественная залежь		Люцерна		Кострец		Кострец + люцерна		Естественная залежь		Люцерна		Кострец		Кострец + люцерна	
	10-0,25 мм	Кс	10-0,25 мм	Кс	10-0,25 мм	Кс	10-0,25 мм	Кс	10-0,25 мм	Кс	10-0,25 мм	Кс	10-0,25 мм	Кс	10-0,25 мм	Кс
0-10	65,3	1,88	72,0	2,57	74,1	2,86	69,4	2,27	19,0	0,23	63,0	1,71	51,8	1,08	70,2	2,34
10-20	19,6	0,24	78,0	3,56	54,3	1,19	47,4	0,90	64,4	1,81	69,9	2,32	33,6	0,51	40,2	0,67
20-30	59,6	1,47	72,5	2,64	73,2	2,73	59,1	1,44	23,7	0,31	55,2	1,23	45,4	0,83	47,7	0,91
0-30	48,2	1,20	74,2	2,92	67,2	2,26	58,6	1,54	35,7	0,78	62,7	1,75	43,6	0,81	52,7	1,31
30-40	71,8	2,55	77,8	3,50	81,1	4,28	66,7	2,00	66,1	1,95	68,6	2,19	51,8	1,07	45,8	0,85
40-50	83,0	4,88	82,3	4,66	86,2	5,23	75,9	3,15	55,4	1,24	90,0	9,00	74,4	2,91	77,9	3,55
30-50	77,4	3,72	80,0	4,08	83,6	5,26	71,3	2,58	60,7	1,60	79,3	5,60	63,1	1,99	61,9	2,20
	Среднее по склону северо-западной экспозиции								Среднее по склону юго-восточной экспозиции							
	количество агрегатов > 0,25%								количество агрегатов > 0,25%							
0-30	62,0								48,7							
30-50	78,1								66,2							

В формировании урожая и ослабления эрозионных процессов большую роль играет густота стояния растений. Выявлено, что условия склона северо-западной экспозиции оказались более благоприятными как для всхожести, так и для сохранности посевов многолетних трав. Всходы бобовых трав в смешанных посевах угнетались всходами костреца. В зависимости от экспозиции склона это происходило неодинаково. Эспарцет сильнее угнетался на северо-западном склоне, а люцерна и козлятник на юго-восточном.

Анализ урожайных данных показал, что в среднем за четыре года пользования фактор «экспозиция склона» оказал существенное влияние на урожай зелёной массы трав. Средняя (независимо от состава фитоценоза) урожайность зелёной массы на северо-западном склоне составила 22,4 т/га, на противоположном – 19,7 т/га, что на 2,7 т/га ниже. Независимо от экспозиции склона наиболее высокой продуктивностью отличались посевы эспарцета и люцерны (28,8 и 29,5 т/га). Бобово-злаковые травосмеси по урожайности зелёной массы существенно не различались, при этом выделился вариант смеси костреца и люцерны (21,6 т/га). Посевы костреца в чистом виде и его смесь с козлятником отличались от других травостоев самой низкой урожайностью независимо от экспозиции склона. Урожайность зелёной массы костреца составила на северо-западном склоне 12,5 т/га, в смеси с козлятником – 17,6 т/га; на юго-восточном соответственно – 12,6 и 15,2 т/га. Бобовые травы (средний урожай по вариантам 24,9 т/га) имеют явное преимущество по урожайности зелёной массы перед злаковыми (12,6 т/га), произрастая в аналогичных условиях.

По суммарному урожаю зелёной массы за четыре года пользования выделились фитоценозы с посевом эспарцета и люцерны на обоих изучаемых склонах. На северо-западном их урожайность составила 132,0 и 130,1 т/га, на противоположном – 98,0 и 105,6 т/га, соответственно (табл. 3).

Один из показателей хозяйственной ценности травостоя – отавность – свойство растений давать отаву, т.е. восстанавливать свою наземную массу. В 2007 г. (третий год пользования) на северо-западном склоне высокой отавностью отличались травостои эспарцета (34%) и козлятника (25%). На юго-восточном склоне лучше отрастали растения люцерны (23%). В целом, независимо от вариантов залежи, на северо-западном склоне отавность травостоев (26%) выше, чем на юго-восточном склоне – 20%. Независимо от экспозиции склонов интенсивнее отрастали растения на незасеваемой естественной залежи и на зарастающих сорной растительностью клеверных залежах.

Таблица 3 – Урожайность зелёной массы трав в зависимости от изучаемых факторов, 2005–2008 гг.

Вариант залежи	Зелёная масса, т/га				
	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	сумма за 4 года
Склон северо-западной экспозиции					
Залежь естественная	15,9	22,4	8,7	17,6	64,6
Клевер раннеспелый	31,0	22,0	10,3	15,8	79,1
Клевер среднеспелый	34,7	21,8	19,3	20,3	96,1
Эспарцет	28,9	41,1	18,5	43,5	132,0
Люцерна	33,7	24,9	22,3	49,2	130,1
Козлятник	9,3	25,2	16,1	48,7	99,3
Кострец безостый	9,1	14,8	12,6	13,6	50,1
Кострец + эспарцет	9,4	27,1	13,4	27,0	76,9
Кострец + люцерна	21,2	26,3	17,0	31,9	96,4
Кострец + козлятник	9,0	21,5	12,1	27,6	70,2
Склон юго-восточной экспозиции					
Залежь естественная	19,2	21,1	10,3	10,1	60,7
Клевер раннеспелый	34,9	22,5	10,8	15,1	83,3
Клевер среднеспелый	33,6	22,3	13,5	12,8	82,2
Эспарцет	21,9	34,3	21,8	20,0	98,0
Люцерна	23,5	32,9	19,1	30,1	105,6
Козлятник	12,4	20,6	25,8	30,9	89,7
Кострец безостый	11,8	11,5	11,0	15,9	50,2
Кострец + эспарцет	11,5	18,0	11,2	19,4	60,1
Кострец + люцерна	14,6	20,9	14,0	26,6	76,1
Кострец + козлятник	10,8	16,8	13,8	19,2	60,6
$НСР_{05}$	5,4	6,3	0,94	5,7	

В 2008 г. (четвертый год пользования) на северо-западном склоне высокой отавностью отличился травостой люцерны (96,0%) и смеси люцерны с кострецом (92,2%). На юго-восточном склоне лучше отрастали растения люцерны (78,1%) и козлятника (78,6%). В целом, независимо от вариантов залежи, на северо-западном склоне отавность травостоев выше (59,6%), чем на юго-восточном склоне – 57,9%.

Исследования взаимоотношений между культурными и сорными растениями в процессе роста и развития с определением показателей характеризующих количественные параметры этих взаимоотношений, позволяют объективно оценить степень напряжённости конкуренции, выявить виды сорняков. Степень вредоносности сорного компонента агрофитоценоза не является постоянным признаком. Она определяется условиями, при которых происходит взаимодействие компонентов агрофитоценоза, обилием сорняков,

их видовым составом, особенностями биологии культурного компонента.

Анализ ценотической активности компонентов агроценоза показал, что она изменяется в зависимости от изучаемых факторов (табл. 4, 5).

Таблица 4 – Соотношение компонентов агроценоза многолетних трав, четвертый год жизни, 2007 г.

Вариант	Северо-западный склон			Юго-восточный склон		
	всего, кг/м^2	культурные растения, %	сорняки, %	всего, кг/м^2	культурные растения, %	сорняки, %
Залежь	0,45	-	100	0,71	-	100
Клевер раннеспелый	0,60	-	100	0,56	6	94
Клевер среднеспелый	0,54	-	100	0,65	4	96
Эспарцет	1,57	86	14	1,54	84	16
Люцерна	2,30	96	4	1,56	76	24
Козлятник	1,48	92	8	1,74	88	12
Кострец безостый	1,05	94	6	1,03	81	19
Кострец + эспарцет	1,06	88	12	0,92	66	34
Кострец + люцерна	1,56	97	3	1,17	74	26
Кострец + козлятник	0,94	92	8	1,31	76	24

Таблица 5 – Соотношение компонентов агроценоза многолетних трав, пятый год жизни, 2008 г.

Вариант	Северо-западный склон				Юго-восточный склон			
	всего, кг/м^2	культурные растения		сорняки, %	всего, кг/м^2	культурные растения		сорняки, %
		бобовые	злаковые			бобовые	злаковые	
Естественная залежь	1,11	–	–	100	0,65	–	–	100
Клевер раннеспелый	1,14	–	–	100	1,03	–	–	100
Клевер среднеспелый	1,41	–	–	100	0,84	–	–	100
Эспарцет	2,87	81,8	–	18,2	1,36	61,0	–	39,0
Люцерна	2,51	94,6	–	5,4	1,69	75,0	–	25,0
Козлятник	3,25	87,1	–	12,9	1,73	82,0	–	18,0
Кострец	0,79	–	83,9	16,1	1,02	–	68,0	32,0
Эспарцет + кострец	1,95	37,5	46,5	16,0	1,22	21,0	65,0	14,0
Люцерна + кострец	1,66	47,0	44,0	9,0	1,74	38,0	47,0	15,0
Козлятник + кострец	1,79	44,0	41,0	15,0	1,24	39,0	40,0	21,0

Снижение всхожести и сохранности культурных растений в первый год жизни на юго-восточном склоне снизило их конкурентоспособность, и, как следствие, биологическая масса сорного компонента возросла по сравнению со склоном северо-западной экспозиции. В 2007 г. долевое участие массы сорняков к общей массе компонентов агрофитоценозов на склоне северо-западной экспозиции в среднем по вариантам фитоценозов составило 36%, на противоположном склоне – 44%. Доля участия массы сорняков на северо-западном склоне выше на варианте эспарцета в чистом виде (14%) и его смеси с кострецом (12%), (кроме клевера – 100%). На третьем году пользования (2007 г.) клевера полностью выпали из травостоя и началось зарастание вариантов сорной растительностью, при этом отмечено абсолютное доминирование бодяка полевого и осота жёлтого.

На северо-западном склоне сорняки в основном были представлены осотом жёлтым, осотом розовым (бодяк), вьюнком полевым. На склоне юго-восточной экспозиции доля сорняков выше на вариантах смеси эспарцета и костреца (34%). На этом склоне среди сорняков преобладают ромашка, осот розовый, вьюнок полевой. Анализ ботанического состава травостоя на варианте естественной незасеваемой залежи на третий год исследований показал, что основную долю биомассы на северо-западном склоне составляют осот жёлтый (47%); осот розовый (34%); вьюнок полевой (7%), а также подмаренник цепкий, мелколепестник, ярутка полевая, фиалка трёхцветная, полынь, рыжик. На юго-восточном склоне: осот жёлтый – 90%, осот розовый – 5%, ромашка – 4%, одуванчик, вьюнок полевой, мелколепестник.

В 2008 г. долевое участие массы сорняков к общей массе компонентов агрофитоценозов на склоне северо-западной экспозиции составило 39,3%, на противоположном склоне – 46,4%. На четвертом году использования в посевах практически исчезают однолетние сорные растения, а многолетние получают наибольшее распространение. Наиболее вредоносными является пырей ползучий, осот полевой, бодяк полевой и вьюнок полевой.

Существенную роль в формировании плодородия почвы играют показатели её биологической активности – интенсивность выделения из почвы углекислого газа и целлюлозоразрушающая способность.

На северо-западном склоне независимо от типа залежи (косимая, некосимая) из почвы выделялось 158 мг CO_2 на 1 м^2, что на 17 мг/м^2 больше, чем на противоположном склоне. Независимо от экспозиции склона на некосимой залежи в среднем по всем вариантам травостоев выделялось углекислого газа 151 мг/м^2, что выше чем

на косимой (148 мг/м^2). Повышение суммарной биогенности почвы связано с поступлением в неё большего количества легкоразлагаемого органического материала. Самый высокий уровень выделения CO_2 отмечен под посевами люцерны и козлятника (154 мг/м^2). Количество углекислого газа на варианте костреца безостого в чистом виде было стабильно высоким (154 мг/м^2) и не зависело от экспозиции склона и интенсивности использования. Выявлено действие изучаемых факторов на целлюлозоразрушающую способность почвы. В целом, независимо от ценоза и интенсивности его использования, на склоне северо-западной экспозиции разложение льнополотна выше (46%), чем на юго-восточной (43%). Независимо от экспозиции склона, на косимых вариантах, в среднем по культурам, целлюлозоразлагающие организмы активнее (46%), чем на некосимых вариантах (42%). Более высокая скорость разложения клетчатки в слое 0–30 см отмечена под клевером (58%), а самая низкая – на варианте смеси люцерны с кострецом (33%).

Таким образом, возделывание многолетних трав является наиболее эффективным способом сохранения и повышения плодородия необоснованно распаханных склоновых земель от дальнейшей деградации. Они – важный агробиологический и экономический резерв производства сельскохозяйственной продукции на пашне и природных кормовых угодьях.

Литература

1. Китаева, Л.И. О классификации смытых почв / Л.И. Китаева // Почвоведение. – 1983. – № 4. – С. 112–115.

2. Сидоров, М.И. Научные и агротехнические основы севооборотов / М.И. Сидоров, А.И. Зезюков. – Издательство Воронежского университета, 1993. – С. 104.

3. Ревут, И.Б. Физика почв / И.Б. Ревут. – Л.: Колос, 1972. – С. 364.

4. Гальдин, Г.Б. Агрофизическая характеристика и водный режим выщелоченных чернозёмов / Г.Б. Гальдин // Повышение плодородия почв. – Приволжское книжное издательство. – 1976. – С. 75–99.

УДК 633.852:631.5:631.559(470.40)

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОГО РЫЖИКА В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Т.Я. Прахова, В.А. Прахов

Изучено влияние элементов технологии (нормы высева, сроки посева, способы посева и применение удобрений) на продуктивность озимого рыжика. Установлено, что оптимальным сроком посева озимого рыжика является 3-я декада мая, норма высева 8 млн. всхожих семян на гектар при рядовом способе посева. При данных элементах технологии возделывания рыжик формирует наибольший урожай до 1,63–1,84 т/га.

Рыжик – масличная культура, происходящая из Малой Азии. В течении тысячелетий рыжик был только сорняком, засорявшим посевы озимых и яровых зерновых культур и льна. Во II половине XIX века его стали вводить в культуру почти одновременно в России и Франции. В России в конце 40-х – начале 50-х гг. XX века рыжик занимал площади в 350–400 тыс. га. В последующие годы возделывание рыжика в России практически прекратилось: в 1984–1987 гг. площади посева составляли всего 1,2–3,5 тыс. га.

В настоящее время рыжик вновь привлекает внимание благодаря своей неприхотливости и скороспелости, высокой и стабильной урожайности. Несмотря на ограниченность занятых рыжиком земельных площадей, эта культура обладает большой пластичностью и способна произрастать в различных почвенно-климатических условиях [1].

Рыжик озимый (*Camelina sylvestris* Waller, ssp. *pilosa* Zing.) относится к семейству капустных (крестоцветных). Это однолетнее растение, высотой от 30 до 80 см. Стебель прямой, деревянистый, ветвящийся в верхней части [3].

Озимый рыжик является растением-космополитом, культурой, малотребовательной к условиям среды, легко приспосабливающейся к различным почвенно-климатическим условиям. Рыжик озимый имеет ряд преимуществ перед яровым: использует весенний максимум влаги в почве, лучше переносит весенне-летние засухи, более урожаен. Кроме того, он практически не поражается вредителями, в частности, крестоцветными блошками из рода *Phyllotreta,* и болезнями. Благодаря более раннему созреванию (на 7–10 дней раньше озимой ржи) снимается напряжённость в проведении полевых работ.

Рыжик относится к группе скороспелых культур. Длина вегетационного периода зависит от сроков посева и от метеорологических условий весны и лета. Однако, как показывает опыт многолетнего выращивания рыжика при различных гидротермических условиях

вызревает он во II декаде июля. Полный цикл развития от начала всходов до созревания, включая и период зимнего покоя, составляет– 295–315 дней [2].

Культура хорошо переносит суровые зимы Поволжья. Зимостойкость составляет 90–93%. Для развития и созревания рыжика требуется относительно мало тепла. Семена начинают прорастать при температуре +1°С, всходы легко переносят заморозки до минус 15°С. Он экономично расходует влагу и сравнительно легко переносит засуху. К почвам озимый рыжик нетребователен и может расти на легких, довольно бедных, даже песчаных почвах [4].

При посеве во влажную почву и температуре выше +10…+12°С всходы рыжика появляются через 5–6 дней. Через месяц (в сентябре–октябре) растения рыжика развивают розетку (диаметром до 10–13 см) прикорневых продолговатых листьев на черешках, что является решающим условием нормальной перезимовки рыжика. Рано весной он начинает формировать грубый стебель с многочисленными сидячими стеблевыми листьями. Озимый рыжик является самоопылителем с долей перекрёстного опыления от 10 до 25% [2, 3].

В ходе селекционной работы в Пензенском НИИ сельского хозяйства выведен сорт озимого рыжика Пензяк, который с 2002 г. допущен к использованию по всем регионам возделывания и является единственным сортом озимого рыжика, включённым в Государственный реестр селекционных достижений РФ [5].

Изучение влияния элементов технологии возделывания на продуктивность озимого рыжика сорта Пензяк проводили в 1999–2002 гг. при закладке четырех полевых опытов: 1 – нормы высева (от 4 до 9 млн. всхожих семян на гектар с шагом 1 млн.); 2 – способы посева (широкорядный, рядовой, узкорядный), сроки сева (II и III декады августа, I и II декады сентября) и внесение удобрений (контроль без удобрений, фоны удобрений N_{30} и $N_{30}P_{60}$ и бактериальное удобрение бактосан.

Урожайность семян озимого рыжика значительно изменялась в зависимости от погодных условий, сроков посева и применяемых удобрений. По годам исследований в опыте со сроками посева урожайность находилась в пределах 1,28–1,79 т/га, в опыте с удобрениями – 1,51–1,91 т/га (табл.1).

В 2001 г. было получено максимальное количество семян озимого рыжика – 1,54–1,91 т/га. Данный год характеризовался благоприятными погодными условиями для роста, развития растений и формирования полноценного урожая: высокие среднесуточные температуры и достаточное увлажнение (ГТК 1,3) в период цветение – созревание. В засушливых условиях 2002 г. отмечено снижение урожайности по всем вариантам в 1,2–1,3 раза – урожай соста-

вил 1,28–1,74 т/га. Реакция озимого рыжика на неблагоприятные условия среды была несколько ниже, во влажном (ГТК 2,3) и холодном 2000 г. урожайность уменьшалась в 1,0–1,1 раза.

Таблица 1 – Продуктивность озимого рыжика Пензяк при разных сроках посева и фонах удобрений

Вариант	Урожайность, т/га				Сбор масла (в среднем за 3 года), т/га
	2000	2001	2002	средняя	
Срок сева					
1 срок (II д. августа)	1,58	1,74	1,36	1,55	0,54
2 срок (III д. августа)	1,59	1,79	1,51	1,63	0,59
3 срок (I д. сентября)	1,45	1,65	1,47	1,52	0,55
4 срок (II д. сентября)	1,39	1,54	1,28	1,40	0,52
$НСР_{05}$	0,26	0,17	0,07	0,07	0,02
Удобрение					
Без удобрений (контроль)	1,56	1,76	1,51	1,61	0,58
N_{30}	1,63	1,83	1,65	1,70	0,60
$N_{30}P_{60}$	1,68	1,91	1,74	1,78	0,63
Бактосан	1,61	1,81	1,59	1,67	0,60
$НСР_{05}$	0,04	0,06	0,11	0,05	0,02

Определяющую роль в формировании урожая озимого рыжика играли удобрения. В среднем за три года исследований прибавка урожая при внесении азотно-фосфорного комплекса составила 0,17 т/га. В то же время отмечена невысокая эффективность бактериального удобрения. Прибавка урожая по сравнению с контролем по годам составила 0,05–0,08 т/га. В год с недостаточным увлажнением (2002) бактосан обеспечил прибавку урожая на 0,08 т/га, в отличие от 2001 г., где прибавка урожая была всего 0,05 т/га. В 2002 г. прибавка урожая за счёт бактериального препарата была несущественной. В целом на посевах озимого рыжика роль минеральных удобрений была выше, чем роль бактериального удобрения.

Сбор масла на изучаемых вариантах был достаточно высоким и варьировал в пределах 0,52–0,63 т/га.

Со сроками посева озимого рыжика связана устойчивость растений к неблагоприятным осенне-зимним и весенним условиям, их перезимовка и, в конечном итоге, урожай. В формировании урожая большую роль играет количество сохранившихся к уборке растений на единице площади и их продуктивность.

Как показали наблюдения, растения озимого рыжика ранних сроков посева всегда бывают более продуктивными, но не всегда – более зимостойкими. Растения первого срока посева уходят в зиму в фазе стеблевания, что делает их менее устойчивыми к отрица-

тельным температурам, и, вследствие изреживания в период перезимовки, урожай семян с единицы площади снижается до 1,55 т/га.

Растения поздних сроков посева (II и III декады сентября) уходят в зиму менее развитыми (т.её. в фазе двух-трёх настоящих листочков) и оказываются более зимостойкими. Но из-за короткого периода осенней вегетации они закладывают меньше ветвей, чем растения ранних сроков посева. Образование продуктивных ветвей у этих растений происходит, в основном, весной – за короткий период и при повышенных температурах. В связи с этим семенная продуктивность рыжика в этих вариантах снижается.

Оптимальным сроком посева во все годы исследований второй (III декаду августа), при котором сформировалась наибольшая урожайность семян (в среднем за три года 1,63 т/га). Это можно объяснить тем, что растения этого срока посева полнее используют благоприятные условия осени для накопления пластических веществ и формирования вегетативной массы; у них ещё с осени происходит закладка продуктивных ветвей.

Семенная продуктивность во многом зависит от способов посева и норм высева, где определяющим фактором является густота стояния растений. Оптимальная густота стояния растений имеет особенно большое значение, так как она сильно влияет на крупность, выравненность семян, их урожайные качества.

При заниженных нормах высева (3 млн./га) растения не полностью используют питательные вещества и влагу почвы. Это приводит к снижению урожайности за счёт меньшего числа растений на единице площади и усилению неоднородности семян, хотя продуктивная кустистость отдельного растения может быть высокой. Однако самое высокое ветвление не в состоянии компенсировать отрицательного влияния изреживания посева, вызванного заниженными нормами высева. По мере увеличения нормы высева увеличивается густота стояния растений, что приводит к существенному изменению внешнего вида растений. У них уменьшается ветвление, количество стручков, и продуктивность резко падает. Однако за счёт увеличения густоты стояния растений урожай семян повышается, но лишь до определёного предела. Дальнейшее увеличение густоты стояния растений приводит к снижению урожайности.

В среднем за три года оптимальной нормой высева для озимого рыжика являлись 8 млн. всхожих семян на гектар, что способствует формированию наибольшей урожайности семян – 1,84 т/га (табл. 2). При дальнейшем загущении посевов растения затеняют и угнетают друг друга, в результате урожай семян снижается: при норме высева 9 млн./га урожайность составляет уже 1,74 т/га.

Таблица 2 – Семенная продуктивность озимого рыжика в зависимости от способов посева и норм высева

Вариант	Урожайность, т/га			
	2000 г.	2001 г.	2002 г.	средняя
Способ посева:				
широкорядный	1,19	1,49	1,26	1,31
рядовой	1,65	1,78	1,45	1,63
узкорядный	1,51	1,61	1,37	1,49
$НСР_{0,5}$	0,34	0,06	0,19	0,12
Норма высева:				
3 млн./га	1,45	1,55	1,01	1,34
4 млн./га	1,49	1,64	1,12	1,42
5 млн./га	1,60	1,70	1,29	1,53
6 млн./га	1,69	1,80	1,46	1,65
7 млн./га	1,74	1,88	1,58	1,73
8 млн./га	1,79	1,99	1,69	1,84
9 млн./га	1,76	1,89	1,59	1,74
$НСР_{05}$	0,31	0,09	0,09	0,10

В опыте со способами посева наибольшая семенная продуктивность в среднем за 3 года была отмечена при рядовом посеве – 1,63 т/га. При узкорядном посеве урожайность рыжика снижается на 0,14 т/га. Это происходит за счёт снижения числа кистей и стручков на одном растении. При широкорядном способе посева, наоборот, число стручков на одном растении увеличивается, а урожай за счёт густоты стояния растений снижается до 1,31 т/га.

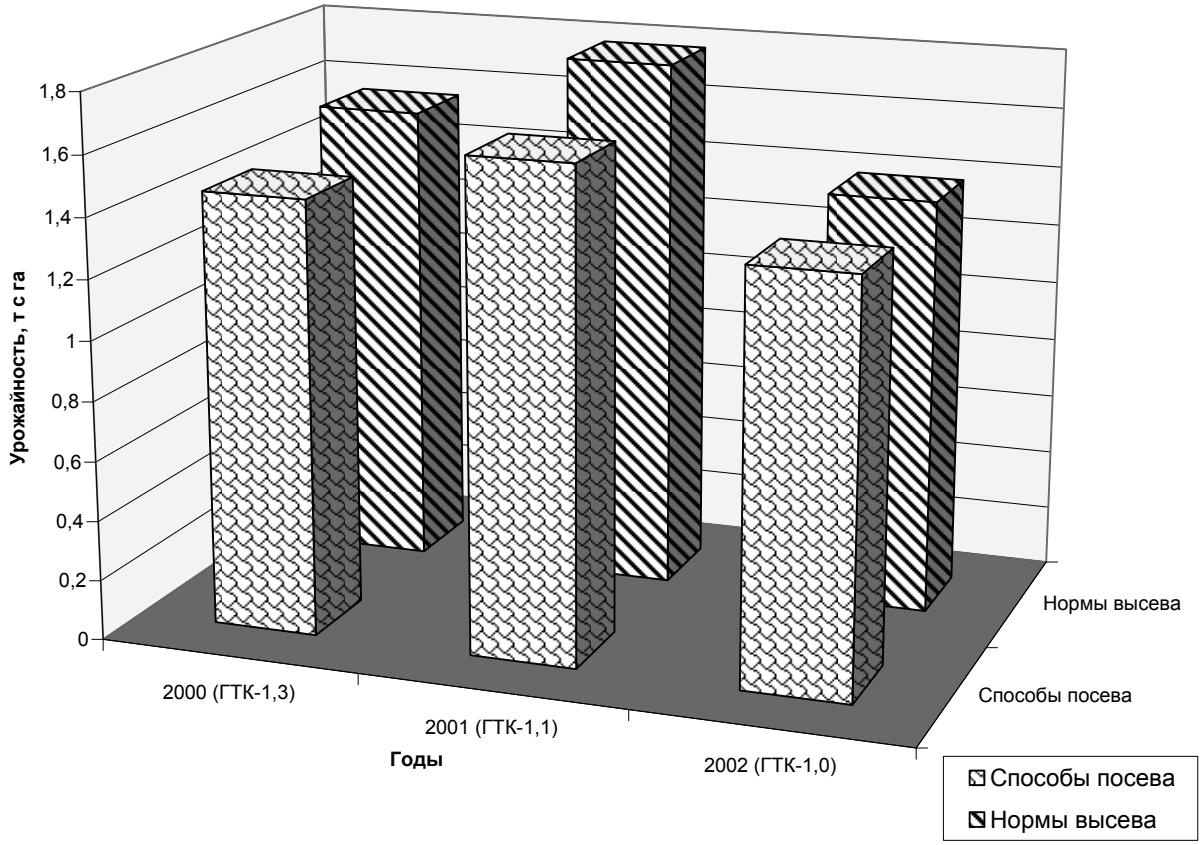
При этом обсемененность растений всех вариантов практически одинаковая.

На формирование урожайности большое влияние оказывают условия произрастания растений озимого рыжика. В наших исследованиях урожайность по годам была различна: в 2000 г. – 1,19–1,69 т/га, в 2001 – 1,49–1,99 т/га, в 2002 –1,01–1,69 т/га (рисунок).

Наибольшая урожайность отмечена в 2001 г. В среднем по вариантам опыта со способами посева она составила 1,49–1,78 т/га, по нормам высева – 1,55–1,99 т/га. При этом условия увлажнения были оптимальными, в среднем за вегетационный период ГТК составил 1,1, а за период цветение–спелость – 1,3. В засушливом 2002 г. (ГТК за период вегетации – 1,0) урожайность озимого рыжика несколько снижалась. По способам посева и нормам высева она составила 1,26–1,45 т/га и 1,01–1,69 т/га, соответственно, причём ГТК за период цветение–созревание составил 0,7. В 2000 г., при избыточном увлажнении (ГТК за период всходы–спелость 1,3, цветение–спелость – 2,3) урожайность семян достигала 1,45–1,79 т/га.

Таким образом, озимый рыжик в любой по погодным условиям год даёт стабильную и достаточно высокую урожайность.

Продуктивность масличных культур характеризуется не только урожайностью семян, но и их масличностью. Данный признак в значительной степени определяется сортовыми особенностями, почвенно-климатическими условиями и приёмами агротехники.



Зависимость урожайности озимого рыжика от гидротермических условий выращивания

В среднем за 3 года содержание жира в семенах рыжика колебалось по вариантам опытов от 39,48 до 41,42% (табл. 3). Оно было наивысшим в 2001 г. (38,55–41,32%), а самым низким – во влажный и прохладный 2000 г. (38,77–41,38%). Установлено, что маслонакопление зависит в основном от среднесуточной температуры и влажности воздуха в период «цветение–созревание».

Кроме того, выявлено, что сроки посева оказывали существенное влияние и на процесс накопления масла в семенах рыжика. При раннем сроке посева содержание жира в семенах достигает 41,42%. При более поздних сроках посева этот показатель в среднем снижался на 0,18% от первого ко второму, на 1,34% – от первого к третьему и на 1,16% – от первого к четвертому сроку. Это может быть обусловлено воздействием высоких температур воздуха во время цветения.

Анализируя действие удобрений на масличность семян, можно сказать, что в результате внесения азотно-фосфорных удобре-

ний наблюдается наибольшее повышение масличности (41,30%), что несущественно превышает вариант без удобрений.

Внесение азота снижает масличность семян по сравнению с контролем (40,11%), но эта разница также несущественна. При обработке семян бактосаном существенной разницы в масличности семян по сравнению с контролем не отмечено.

Таблица 3 – Масличность семян озимого рыжика в зависимости от элементов технологии

Вариант	Масличность семян, %			
	2000	2001	2002	среднее
Срок посева				
1 срок	41,29	41,32	41,51	41,42
2 срок	41,38	41,19	41,15	41,24
3 срок	40,35	41,10	41,06	40,08
4 срок	40,01	40,32	40,44	40,26
$НСР_{05}$	0,10	0,13	0,25	0,41
Удобрение				
Без удобрений	39,80	40,72	41,24	40,59
N_{30}	39.56	39.84	40.93	40.11
$N_{30}P_{60}$	39,81	41,12	42,96	41,30
Бактосан	39,09	40,62	41,68	40,46
$НСР_{05}$	0,26	0,43	1,30	0,82
Способ посева				
Широкорядный	40,52	39,07	40,72	40,11
Рядовой	40,12	39,36	39,98	39,82
Узкорядный	40,11	38,98	39,35	39,48
$НСР_{05}$	0,33	0,24	0,50	0,28
Норма высева				
3 млн./га	39,82	40,07	42,36	40,75
4 млн./га	39,62	39,96	42,16	40,58
5 млн./га	38,98	39,82	41,54	40,11
6 млн./га	38,77	39,76	41,21	39,91
7 млн./га	38,90	39,20	40,60	39,90
8 млн./га	39,01	39,08	40,27	39,67
9 млн./га	38,94	38,55	40,60	39,58
$НСР_{05}$	0,19	0,15	0,23	0,19

В опыте со способами посева выделялись по масличности семена широкорядного посева (40,11%). При рядовом и узкорядном посеве масличность семян снижалась на доли процента.

При изучении нормы высева наблюдалась тенденция понижения масличности с повышением урожайности. При урожайности 1,34 т/га (норма высева 3 млн./га) масличность составила 40,75% в среднем за три года исследований, тогда как при урожайности 1,84

т/га (8 млн./га) масличность составила всего 39,67%, что обусловлено «эффектом разбавления». Корреляционный анализ свидетельствует о слабой обратной зависимости масличности от урожайности (r=-0,25).

Однако масличность сама по себе не может характеризовать уровень сбора масла с единицы площади. Валовой сбор масла определяется в большей мере урожаем семян. Несмотря на то, что масличность под влиянием элементов технологии снижалась, сбор масла с гектара по отдельным вариантам оказался выше.

Полученные результаты позволяют утверждать, что азотное удобрение приводит к снижению масличности семян, однако валовой сбор масла с единицы площади за счёт прибавки урожая возрастает. В среднем за годы исследований сбор масла колебался от 0,47 до 0,65 т/га (табл. 4).

Таблица 4 – Сбор масла в зависимости от элементов технологии возделывания озимого рыжика

Вариант	Сбор масла, т/га			
	2000	2001	2002	среднее
Срок посева				
1 срок	0,63	0,64	0,51	0,56
2 срок	0,68	0,66	0,67	0,60
3 срок	0,52	0,60	0,54	0,55
4 срок	0,49	0,55	0,46	0,50
$НСР_{05}$				0,05
Удобрение				
Без удобрений	0,55	0,64	0,55	0,58
N_{30}	0,57	0,65	0,60	0,61
$N_{30}P_{60}$	0,59	0,69	0,67	0,65
Бактосан	0,56	0,65	0,59	0,60
$НСР_{05}$				0,02
Способ посева				
Широкорядный	0,43	0,52	0,46	0,47
Рядовой	0,59	0,62	0,52	0,58
Узкорядный	0,54	0,56	0,48	0,53
$НСР_{05}$				0,06
Норма высева				
3 млн./га	0,51	0,55	0,38	0,48
4 млн./га	0,53	0,58	0,42	0,51
5 млн./га	0,56	0,60	0,48	0,55
6 млн./га	0,58	0,64	0,54	0,59
7 млн./га	0,63	0,65	0,57	0,61
8 млн./га	0,65	0,69	0,61	0,65
9 млн./га	0,62	0,65	0,57	0,61
$НСР_{05}$				0,05

Наибольшего значения этот показатель достигал при втором сроке посева (0,60 т/га); при внесении азотно-фосфорного комплекса (0,65 т/га) и при норме высева 8 млн./га (0,65 т/га).

Отдельно по годам наибольший валовой выход масла отмечен в 2001 г. (0,52–0,69 т/га), когда при наиболее благоприятных погодных условиях сформировался высокий урожай семян.

С увеличением нормы высева валовой сбор масла с единицы площади увеличивался за счёт увеличения урожайности.

Таким образом, наиболее оптимальным является посев рыжика в III декаде августа рядовым способом с нормой высева 8 млн. всхожих семян на гектар. При этом уменьшается опасность осеннего перерастания растений, улучшается их перезимовка, формируется наибольший урожай семян с высоким процентом масличности и отмечен максимальный сбор масла с единицы площади.

Кроме этого, изучаемые агроприёмы отличаются высокой энергетической эффективностью, о чем свидетельствует биоэнергетический коэффициент (>1). По вариантам опытов данный показатель колебался от 2,09 до 3,00, причём наиболее энергетически эффективными были рядовой способ посева с нормой высева 8 млн. всхожих семян на гектар. Коэффициенты биоэнергетической эффективности при данных приёмах составили 2,89–3,00, соответственно.

Литература

1. Беляк, В.Б. Интродукция озимого рыжика / В.Б. Беляк, Т.Я. Прахова // Новые методы селекции озимых колосовых культур: Сб. трудов. – Уфа. – 2001. С.158–163.

2. Методические рекомендации по возделыванию и семеноводству рыжика / В.Б. Беляк и др. – М.: Россельхозакадемия, 2004. – 40 с.

3. Ряхова, Д.К. Озимый рыжик /Д.К. Ряхова. – Уфа: Башкнигоиздат, 1957. – 19 с.

4. Семенова, Е.Ф. Масличный рыжик: биология, технология, эффективность / Е.Ф. Семенова, В.И. Буянкин, А.С. Тарасов – Новочеркасск: «Темп», 2005. – 88 с.

5. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Сорта растений (Официальное издание). – М., 2008.

УДК 633.852«324»:631.5:58.036.5

БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МОРОЗОСТОЙКОСТИ РАСТЕНИЙ ОЗИМОГО РЫЖИКА

Т. Я. Прахова, Е.Ф. Семёнова

Изучали влияние отдельных элементов технологии возделывания (нормы высева, сроки посева и применение бактериальных удобрений) на формирование морозоустойчивости озимого рыжика в условиях Пензенской области. Оценивали динамику накопления свободного пролина в листьях рыжика в процессе перезимовки и возможность использовать его в качестве оценочного показателя зимнего состояния и морозостойкости рыжика при различных элементах технологии возделывания.

Озимый рыжик (*Camelina sativa* L.) – нетрадиционная и перспективная масличная культура, которая характеризуется высокой степенью адаптации к сложным условиям перезимовки и отличается от других капустных культур высокой морозостойкостью и зимостойкостью.

Зимостойкость и морозостойкость растений – сложное физиологическое свойство. Оно непостоянно и формируется на определёных этапах развития, особенно в процессе закалки растений. Благополучная перезимовка растений зависит от многих факторов и, в первую очередь, от природы самого растения, его способности быстро перестраивать обмен веществ [1].

Значительная роль в зимостойкости растений принадлежит пролину, который является протеиногенной аминокислотой, содержание которой тесно связано с физиологией растения. Вегетативные органы растений, для которых в норме характерно низкое содержание пролина, обычно накапливают его в значительных количествах в неблагоприятных условиях существования (низкие температуры, засуха, засоление почв и т.д.).

В настоящее время не вызывает сомнения, что свободный пролин при стрессе обладает полифункциональным биологическим эффектом, который проявляется не только в осморегуляторной и протекторной функциях, но также и в антиоксидантной, энергетической и других, обеспечивающих поддержание клеточного гомеостаза и его переход в новое адаптивное состояние [2, 3].

Несмотря на то, что озимый рыжик обладает высокой экологической пластичностью и устойчивостью к неблагоприятным зимним условиям, в отдельные годы наблюдается гибель посевов рыжика при перезимовке. Как показал анализ, одной из главных причин гибели и снижения урожайности является вымерзание растений.

В связи с этим мы изучали влияние элементов агротехнологии (нормы высева, сроки посева и применение бактериального

удобрения) на формирование морозостойкости с применением биохимического контроля зимнего состояния рыжика, в результате которого периодически в осенне-зимне-весенний период определяли концентрацию амиинокислоты пролина в листьях растений.

Опыты по изучению влияния пролина на морозо- и зимостойкость озимого рыжика проводили на полях Пензенского НИИСХ. Объектом исследования служили растения озимого рыжика сорта Пензяк селекции Пензенского НИИСХ. Оценку морозостойкости растений осуществляли в лаборатории растениеводства Пензенской ГСХА под руководством доктора сельскохозяйственных наук А.П. Стаценко по разработанному им методу, в основу которого заложена степень накопления в листьях пролина, который сочетает в себе защитные от низкотемпературного шока свойства со способностью накапливаться в вегетативных органах растений при низкой температуре [4].

Для этого осенью, во время закаливания растений, зимой, в критические по температурным условиям периоды зимовки и весной в посевах проводили отбор растительных образцов для оценки динамики накопления пролина.

Объектом исследования служили растения озимого рыжика сорта Пензяк, созданного в Пензенском НИИСХ. Образцы для анализа отбирали при четырех нормах высева 6, 7, 8 и 9 млн. всхожих семян на гектар, при трех сроках посева III декада августа, I и II декада сентября и при обработке семян бактосаном.

Результаты оценки морозостойкости растений рыжика озимого при разных элементах технологии возделывания, приведённые в таблице, показывают сезонную зависимость между содержанием пролина и устойчивостью растений к низким температурам, то есть наибольшее накопление аминокислоты происходит в период зимних максимальных отрицательных температур.

Осенью, в фазу розетки 3–5 листьев, при относительно высокой среднесуточной температуре (+10°С), содержание свободного пролина в листьях растений рыжика по всем вариантам опыта существенно не различалось и было относительно низким (от 10 до 15 мг%).

Температуры закаливания спровоцировали повышение содержания аминокислоты на 2–8 мг%, что свидетельствует о хорошей адаптивной реакции растений на воздействие пониженных температур. Причём наиболее интенсивная аккумуляция пролина отмечалась в растениях рыжика на вариантах с нормой высева 8 млн. всхожих семян на гектар, при посеве в третьей декаде августа и с применением бактосана. В то же время относительно низкое содержание пролина фиксировалось в растениях более поздних сроков посева.

Содержание свободного пролина (мг %) в растениях озимого рыжика при разных элементах технологии возделывания

Дата отбора образца и среднесуточная температура	Норма высева, млн. всх. семян/га				Срок посева			Удобрения	
	6	7	8	9	III декада августа	I декада сентября	II декада сентября	бактосан	без удобрений
1.10 (+10°С)	10	13	13	14	10	12	13	11	13
9.11 (-10°С)	15	15	18	16	18	14	16	17	15
6.01 (-31°С)	25	23	21	19	31	21	20	29	21
12.02 (-3°С)	17	20	18	16	17	17	16	18	19
16.03 (-7°С)	20	21	20	18	21	18	18	21	20
8.04 (+10°С)	14	11	11	13	16	16	12	17	16
21.04 (+20°С)	9	9	9	11	12	12	11	11	12
Степень накопления пролина, мг %/°С	1,45	1,27	1,09	0,73	1,73	0,82	0,81	1,64	0,82
Зимостойкость, %	89	88	85	80	92	85	82	91	82

В критический период зимовки, когда минимальная температура воздуха достигала минус 31°С, максимальное накопление пролина (31 и 29 мг/%) отмечено в растениях рыжика, посеянного в III декаде августа и обработанного бактериальным удобрением, что говорит о наилучшей приспособленности этих растений к условиям криостресса и подтверждается максимальными показателями выживаемости к началу весенней вегетации – 92 и 91%.

Более поздние сроки посева не обеспечивают хорошей закалки растений, о чем свидетельствует относительно низкое накопление аминокислоты и меньший процент выживаемости растений при перезимовке.

Высокие показатели по содержанию аминокислоты (25 мг%) и зимостойкость растений рыжика (89%) были отмечены также в варианте с наименьшей нормой высева (6 млн/га); при увеличении нормы высева содержание пролина в растениях и выживаемость пропорционально снижались.

В период оттепели (с повышением температуры до минус 3°С) содержание криопротектора в листьях рыжика во всех вариантах опыта значительно уменьшалось (в 1,2–1,8 раза). А при последующем похолодании (минус 7°С) вновь возрастало на 1–4 мг%. При этом наиболее чутко реагируют на температурные изменения растения первого срока посева.

Озимый рыжик на других вариантах опыта медленнее приспосабливается к резким перепадам температур, что снижает его морозостойкость и выживаемость.

В весенний период, с повышением температуры до +10 и +20°С и с возобновлением вегетации озимого рыжика, содержание свободного пролина в листьях резко снижается в 2–2,5 раза в связи с использованием его для биосинтеза белка. Особенно большой спад концентрации пролина отмечен на вариантах с нормой высева 6–8 млн. всхожих семян на гектар.

Адаптивная способность растений в условиях криостресса зависит в большей мере не от абсолютной величины содержания пролина, а от того, как быстро изменяется его концентрация при снижении температуры. Этот процесс характеризует степень накопления пролина в листьях, которая тесно коррелирует с выживаемостью растений к весне.

Наибольшая степень накопления пролина фиксировалась в варианте при посеве в III декаде августа (1,73 мг%/°С). Показатель зимостойкости здесь достигал 92%. Наиболее низкая степень накопления аминокислоты (0,73 мг%/°С) наблюдалась в варианте с нормой высева 9 млн/га, что свидетельствует об их слабой приспособленности к условиям низкотемпературного стресса и подтверждается наименьшим показателем выживаемости растений к весне – 80%.

Таким образом, оптимальными факторами агротехнологии возделывания озимого рыжика, обеспечивающими устойчивость к низким температурам в условиях Пензенской области, является норма высева 6–7 млн. всхожих семян/га при посеве в III декаде августа и обработке семян бактериальным удобрением.

Содержание в листьях растений рыжика криозащитной аминокислоты пролина можно успешно использовать в качестве оценочного показателя зимнего состояния и морозостойкости рыжика при различных элементах технологии возделывания.

Литература

1. Туманов, И.И. Физиология закаливания и морозостойкости растений / И.И. Туманов – М.: Наука, 1979. – 350 с.

2. Стаценко, А.П. О криозащитной роли свободных аминокислот в растениях / А.П. Стаценко // Физиология и биохимия культурных растений. – 1992. – № 6. – С. 16–19.

3. Стаценко, А.П. Биохимический контроль морозостойкости озимых культур / А.П. Стаценко, Е.В. Преснякова // Достижения науки и техники АПК. – 2001. – № 1. – С. 16–17.

4. Перуанский, Ю.В. свободный пролин вегетативных органов – биохимический показатель морозостойкости озимой пшеницы / Ю.В. Перуанский, А.П. Стаценко // Сельскохозяйственная биология. – 1981. – Т.16. – № 5. – С. 740–743.

УДК 633.854.54:631.5

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

А.А. Смирнов, В.Н. Бражников, О.Ф. Бражникова

Изучено влияние элементов технологии (предшественники, сорта, нормы высева и применение удобрений) на продуктивность льна масличного. Установлено, что лучшим предшественником являются многолетние травы, норма высева 7,5 млн. всхожих семян на гектар при внесении полного азотно-фосфорно-калийного удобрения. Внедрение в производство разработанных агроприёмов позволит получать стабильный урожай семян в пределах 1,78–1,83 т/га и соломки – 3,05–3,67 т/га.

В настоящее время в связи с необходимостью развития производства биодизельного топлива возрастает потребность в сырье для производства растительных масел. Один из путей удовлетворения этой потребности – увеличение посевов рапса, что и наблюдается в Российской Федерации в последнее десятилетие. Однако рапс как культура, требовательная к уровню агротехники, плодородию почвы и фитосанитарной обстановке, не даёт в России высоких урожаев. Кроме того, увеличение площадей под рапсом может привести к нарушению агроэкологического равновесия в целом ряде аграрных регионов России.

Поэтому представляется более эффективным альтернативный путь повышения производства масличного сырья – повышение биоразнообразия масличных культур.

Повышение стабильности производства маслосемян в России и улучшение качества сырья для выработки растительных масел возможно, в первую очередь, за счёт формирования научно-обоснованной структуры посевов масличных культур, возделываемых сортов и зональной сортовой агротехники, учитывающей биологические особенности сортов и характерные для конкретной зоны возделывания биотические и абиотические факторы (распространённые болезни, вредители, погодные условия, характеристики почв и т.д.). Кроме того, сортовая агротехника должна учитывать и колебания этих условий, обеспечивая купирование воздействия прогнозируемых стрессов.

Целый ряд масличных культур (в том числе лён масличный), не уступают рапсу по сбору масла с гектара и качеству масла, обладают высокой приспособленностью к колебаниям внешних условий и агротехники, менее требовательны к плодородию почвы и фитосанитарной обстановке

Выращивание льна хорошо механизировано и по уровню труда на производство единицы продукции стоит в одном ряду с зер-

новыми культурами. Относительно раннее созревание – очень ценная биологическая особенность льна масличного – позволяет значительно снизить напряжённость уборки. Лён масличный легко переносит недостаток влаги в начальный период своего развития и хорошо использует летние осадки. Такая особенность благоприятствует его распространению в Средневолжском регионе, где 3 из 5 лет являются засушливыми. Увеличение площадей, занимаемых льном в Пензенской области, позволит расширить ассортимент растительных жиров. Кроме того, возможно получение льносоломы и льноволокна, что будет способствовать стабилизации работы предприятий по переработке.

Лён масличный (*Linum usitatissimum*) относится к семейству *Linaceae* и включает пять разновидностей: долгунец, кудряш, межеумок, крупносемянный, стелющийся (полуозимый).

Из масличных льнов наибольшее значение имеют межеумки, вследствие двухстороннего использования продукции культуры – для получения масла и волокна. В нашей работе именно льну-межеумку уделено основное внимание.

За вегетационный период лён проходит следующие основные фазы развития: 1) всходов, когда на поверхности появляются семядольные листочки; 2) «ёлочки» – от появления настоящих листьев до закладки бутонов; 3) бутонизации; 4) цветения; 5) созревания. Первые две фазы характеризуются медленным ростом льна в высоту и быстрым ростом корневой системы, третья быстрым ростом и накоплением надземной массы растений; в эту фазу суточный прирост растений в высоту при благоприятных условиях достигает 2–5 см. В фазе цветения рост в высоту замедляется, а в конце фазы совсем прекращается. В фазе созревания завершается формирование семян и происходит быстрое одревеснение стебля.

Лён масличный – культура весеннего сева. В почве семена наклёвываются при температуре 3–5°С. Минимальная температура для прорастания семян льна около 6°С, однако для получения дружных быстрых всходов почва должна прогреться до 10–12°С, при этом всходы появляются на 5–7 день после посева. Они способны переносить кратковременные заморозки до минус 4°С.

Сорта. Для возделывания льна масличного необходимо использовать сорта, наиболее адаптированные к почвенно-климатическим условиям и допущенные к возделыванию по Средневолжскому региону.

ВНИИМК-622 – среднеспелый сорт, продолжительность вегетационного периода – 75–98 дней. Высота растений – 55–77 см. Цветки голубые, средней величины. Семена коричневые, масса 1000 семян – 5,0–7,7 г. Урожайность семян до 1,79 т/га. Содержание масла в семенах до 43%, йодное число масла до 195 единиц.

Созревание дружное, сорт устойчив к полеганию и фузариозному увяданию.

ВНИИМК-620 – среднеспелый сорт, продолжительность вегетационного периода – 75–98 дней. Высота растений – 56–77 см. Цветки голубые, средней величины. Семена коричневые, масса 1000 семян – 6,72–7,45 г. Урожайность семян до 1,77 т/га, льносоломы – 3,53–4,70 т/га. Масличность – 42–46%, йодное число масла до 195 ед. Сорт устойчив к полеганию и фузариозному увяданию.

Ручеёк (селекции ВНИИМК) – среднеспелый сорт. Вегетационный период – 76–100 дней. Урожайность семян до 1,63 т/га, льносоломы – 3,28–5,18 т/га. Высота растений – 57–75 см. Цветки средней величины голубые. Семена коричневые, масса 1000 семян – 5,7–6,8 г. Содержание масла в семенах до – 43–47%, йодное число масла до 185 единиц. Созревание дружное, устойчив к фузариозу.

Исток (селекции ПензНИИСХ) – среднеспелый сорт. Вегетационный период – 77–104 дня. Урожайность семян – 1,63–2,38 т/га, льносоломы – 3,80–7,14 т/га. Высота растений – 64–98 см. В разреженных посевах растения способны формировать дополнительные стебли за счёт чего на полях, чистых от сорняков, возможно снижать норму высева. Цветки средней величины, лепестки голубые. Коробочки округлой формы, средней величины. Семена светло-жёлтые, масса 1000 семян 5,1–5,5 г. Масличность семян составляет 41–45%. Имеет изменённый жирнокислотный состав масла (содержание линоленовой кислоты менее 3%). Устойчив к полеганию, осыпанию и фузариозному увяданию.

Место в севообороте. Лён требует чистых от сорняков почв, особенно в первый период развития, и не выносит частого возврата на прежнее место в севообороте. Рекомендуется высевать лён на одном и том же поле через 7–8 лет.

Влияние предшественников на продуктивность культуры в ряду других факторов занимает одно из первых мест. Лучше всего посевы льна удаются по чистому, хорошо обработанному пару. Хорошими предшественниками являются многолетние травы (пласт и оборот пласта), озимые. Допустимо размещать посевы льна по яровым зерновым и зернобобовым, а также однолетним травам.

Нами подобраны и использовались в опыте наиболее распространённые в Среднем Поволжье предшественники, которые могут встречаться в севооборотах со льном. По нашим данным, лучшим предшественником является пласт многолетних трав. С этих вариантов был собран максимальный урожай семян, составивший в среднем за 3 года 1,35 т/га, что превышает урожай по вико-овсу на 13,4%, по ячменю – на 12,5%. Кроме того, приемлемыми для посева льна предшественниками являются: оборот пласта многолетних трав, горох и озимые. Урожай семян в указанных вариантах состав-

лял 1,28; 1,25 и 1,23 т/га, соответственно. Посев льна по изучаемым в опыте предшественникам не оказал существенного влияния на масличность семян. Тем не менее, более высокой масличностью отличались семена льна, полученные на вариантах: многолетние травы (оборот пласта) – 41,6%, горох – 41,4% и вико-овёс – 41,3%. Сбор масла в большей степени определялся урожаем семян; в среднем за годы изучения максимальный сбор масла – 0,474 т/га – был получен на варианте посева льна по многолетним травам. С этих вариантов был получен максимальный урожай семян и льносоломы, превышающий урожай посевов, размещенных по вико-овсу на 13,4 и 14,9% соответственно.

Таким образом, лён можно возделывать по многим предшественникам, что очень удобно в производственных условиях. Однако, лучше всего он удаётся по многолетним травам (пласту и обороту пласта), что согласуется с последними тенденциями в растениеводстве, связанными с биологизацией и экологизацией современного сельскохозяйственного производства

При этом обязательным условием является своевременная уборка предшественника, позволяющая провести основную обработку почвы с высоким качеством.

Лён масличный нельзя размещать на полях после подсолнечника, рапса и сурепицы из-за сильного засорения посевов падалицей этих культур.

Обработка почвы под посевы льна должна быть гибкой и дифференцироваться в зависимости от предшественника, срока уборки предшественника, засорённости, типа почв, опасности появления ветровой и водной эрозии. В зависимости от данных факторов, предлагаются следующие схемы обработки:

I. Полупаровая отвальная зябь на полях, засорённых многолетними сорняками

Лущение в 1–2 следа на 6–8 см вслед за уборкой;

Лущение на 8–10 см при появлении сорняков;

Вспашка на 20–22 см.

II. Двухфазная зябь

Лущение на 6–8 см в след за уборкой;

Вспашка на 20–22 см.

III. Полупаровая отвальная зябь после раноубираемых культур, засорённых преимущественно однолетними сорняками

Вспашка на 20–22 см;

Культивация на 10–12 см при появлении сорняков;

Культивация на 12–14 см.

IV. Двухфазная зябь

Вспашка на 20–22 см;

Культивация на 12–14 см.

На полях, подверженных ветровой и водной эрозии, используется безотвальная обработка почвы. Возможно применение гербицидов сплошного действия: раундап, ураган, глисол и т. д. в рекомендованных дозах. Среднесуточная температура воздуха при обработке должна быть не ниже 14°С.

Применение удобрений. Лён довольно требователен к элементам питания, находящимся в легко доступной форме, так как имеет слаборазвитую корневую систему. По сравнению с другими культурами, лён масличный потребляет меньше питательных веществ.

Основную часть азота лён использует в межфазный период «”ёлочка”–цветение», а фосфор и калий – в течение всего периода вегетации. При недостатке азота растения развиваются слабо, имеют бледно-зелёную и желтоватую окраску, узкие, прижатые к стеблю листья.

Недостаток калия в почве определяет у растений укороченные междоузлия, а на кончиках листьев появляются коричневая кайма отмерших тканей. При недостатке фосфора лён развивается слабо, образует мелкие и тусклые листья с голубоватым оттенком. Листья преждевременно желтеют и отмирают. Недостаток элементов питания приводит в итоге к значительному снижению продуктивности, избежать которого позволяет внесение минеральных удобрений.

Дозы минеральных удобрений следует рассчитывать балансовым методом с учётом содержания элементов питания в почве, коэффициентов их использования культурой из почвы, выноса с единицей продукции и коэффициента использования из минеральных удобрений.

В ходе проведённых исследований установлено, что урожай семян льна масличного существенно увеличивался при внесении всех видов удобрений. Основную прибавку урожая обеспечивает внесение азота, как в чистом виде, так и сочетании с фосфором и калием. Семенная продуктивность в указанных вариантах варьировала в интервале 1,66–1,73 т/га, что превышало контроль на 0,21–0,28 т/га. Внесение фосфора и калия в чистом виде и их совместное применение было менее эффективно. Наиболее эффективно использование полного азотно-фосфорно-калийного удобрения с нормой 60 кг д.в. Урожай семян составил 1,78 и 1,83 т/га, соответственно.

Применение минеральных удобрений не оказывает существенного влияния на масличность, содержание сырого протеина и жирнокислотный состав масла. Тем не менее, совместное внесение фосфорных и калийных удобрений повышает масличность семян на 2,17%.

Высокую прибавку урожая льносоломы по сравнению с контролем обеспечивает внесение азотных удобрений в чистом виде и в сочетании с фосфором и калием. При этом урожай льносоломы возрастает на 10,1–14,4%. Внесение фосфора и калия незначительно влияет на продуктивность.

Таким образом, оптимальным является внесение полной дозы азотно-фосфорно-калийного удобрения по 60 кг. д.в. на гектар.

Сроки и способ внесения минеральных удобрений имеют очень большое значение. При внесении весной под культивацию основная часть удобрений сосредотачивается в верхнем слое почвы, который часто пересыхает. Элементы питания при этом малодоступны для растений. Весной под культивацию можно вносить легкорастворимые азотные удобрения. Фосфор и калий необходимо вносит под зяблевую обработку. Хорошие результаты даёт внесение невысоких доз минеральных удобрений (10–15 кг д.в./га) при посеве.

Для оптимального роста и развития льна масличного кроме основных элементов питания необходимы микроэлементы – бор, медь, марганец, молибден, цинк и т.д. Недостаток микроэлементов значительно снижает урожайности культуры. Дефицит указанных элементов питания устраняется применением их для предпосевной обработки семян, использованием удобрений содержащих микроэлементы и внесением в подкормку. Эффект от применения микроэлементов часто сопоставим с его значениями в случае применения минеральных удобрений.

Предпосевная обработка почвы заключается в ранневесеннем боронование, предпосевной культивации при наступлении физической спелости почвы. Этот приём обеспечивает выравнивание и рыхление поверхностного слоя почвы, провоцирует прорастание сорняков и уничтожает их. В условиях затяжной весны, обилия осадков и сильной засорённости участка целесообразно проведение двух культиваций. Первая культивация проводится по достижении физической спелости почвы на глубину 8–10 см, предпосевная – на 4–5 см.

При пересыхании верхнего слоя почвы, что часто наблюдается в Средневолжском регионе, предпосевную подготовку почвы необходимо сочетать с прикатыванием.

Возможно применение фрезы и доминатора, а также комплексных агрегатов. В случае необходимости проводится предпосевная обработка разрешёнными гербицидами в установленных дозах.

Посев. Лён масличный – культура раннего срока сева. Всходы переносят заморозки до минус 4°С. Календарные сроки посева определяются гидротермическими условиями весны. Оптимальные

условия наступают в конце II декады апреля – I декады мая. Запаздывание с посевом приводит к изреживанию всходов, удлинению вегетационного периода, снижению масличности и урожайности.

Семена льна, используемые для посева, должны отвечать требованиям ГОСТ 9668-75.

Перед посевом семена протравливают препаратами ТМТД и фенорам супер. Совместно с фунгицидами целесообразно применять микроэлементы. Протравливание семян проводят на специальных машинах ПС-10, ПСШ-5, «Мобитокс», «Мобитокс-супер».

Способ сева льна рядовой, с шириной междурядий 15 см, узкорядный – 1,5 см и перекрестный. Для посева используют зерновые сеялки СЗ-3,6; СЗУ-3,6; СЗП-3,6 и т.д. Глубина заделки семян 2–5 см. При установке глубины посева следует руководствоваться влажностью верхнего слоя почвы. Увеличивая глубину заделки необходимо повышать норму высева. Средняя рекомендуемая норма высева льна масличного – 6–8 млн. всхожих семян на гектар.

Проведённые в ПензНИИСХ исследования показали, что максимальную продуктивность обеспечивают посевы с нормой 7,5 млн. всхожих семян на гектар. Увеличение норм высева с 5,0 до 7,5 млн. штук всхожих семян на га дало прибавку 0,19 т/га. Дальнейшее увеличение нормы до 8,75; 10,0 млн. шт./га снижало сбор семян с гектара на 0,09; 0,22 т в сравнении с лучшим вариантом.

Нормы высева не оказывают существенного влияния на показатели масличности, содержания сырого протеина и жирнокислотный состав семян. Прослеживается тенденция к некоторому снижению масличности и содержания сырого протеина при загущении посевов. Жирнокислотный состав масла льна в большей степени зависит от погодных условий, чем от нормы высева.

Установлено, что для получения максимального урожая семян в условиях лесостепи Среднего Поволжья оптимальная норма высева – 7,5 млн. всхожих семян на га. В случае двустороннего использования культуры норму высева необходимо увеличить.

Уход за посевами. В начале вегетации лён растёт очень медленно, поэтому сильно угнетается сорняками.

Борьба с сорняками должна быть комплексной. Подбор предшественников, гибкая система обработки почвы в севообороте, а также конкретно под лён, должна учитывать засорённость полей и быть направлена на уничтожение сорняков, вредителей и болезней.

При сильной засорённости полей, предназначенных под посевы льна, с осени в зависимости от вида сорняков за 12–15 дней до вспашки проводят обработку гербицидами (раундап, ураган, пилораунд, глиалка, торнадо – против корнеотпрысковых; фюзилат супер, фуроре супер, тарго супер – против корневищных) в рекомендованных дозах. До появления всходов разрешено использовать на

посевах льна, засорённых преимущественно злаками препараты дуал (2 кг/га); фронтьер (1,2 л/га). По вегетирующим растениям льна, в зависимости от преобладающих сорняков, применяют базагран –1,5–2,5 л/га, хармони – 10,0 л/га, секатор – 120 г/га, агритокс, агритокс Л, гербитокс – 1,0–1,2 л/га, лонтрел 300 – 0,1–0,3 л/га. Указанные гербициды разрешено вносить в фазе «ёлочки» у льна.

При массовом появлении вредителей всходы следует обработать инсектицидами (каратэ, децис, данадим, фуфанон и др.). Норма расхода воды при наземном опрыскивании – 200–400 л/га. Эффективны краевые обработки посевов на ширину 30–50 м. Опрыскивание проводят за 1–2 дня до появления всходов.

Лён масличный довольно устойчив к поражению болезнями. Чаще всего источником болезней являются семена, зараженные спорами грибов. Проявляются заболевания в годы с повышенной влажностью. Наиболее опасны – фузариоз, антракноз, полиспороз и пасмо. Пасмо является карантинным заболеванием на льне.

Борьба с болезнями должна включать профилактические меры: соблюдение севооборота (возврат на прежнее место не ранее чем через 7–8 лет); уничтожение отходов после уборки; тщательная очистка семян посев и уборка в оптимальные сроки; заблаговременное протравливание семян.

В случае появления на посевах льна начальных признаков заболевания проводится их обработка фунгицидами (фундазол – 1,0 кг/га, оксихлорид меди – 2,2 кг/га, Абига – Пик – 2,8 кг/га).

Уборка. Оптимальной для льна масличного является двухфазная уборка. При раздельной уборке потери влаги семенами и соломой протекают более интенсивно, чем при созревании на корню. К скашиванию приступают при созревании в массиве 75% коробочек. Внешним признаком созревания является побурение коробочек. Влажность семян в этот период составляет 20–25%.

Уборка льна ведется теме же машинами, которые используется и при уборке зерновых. На кошении льна в волки применяют навесные жатки (ЖРБ-4,2; ЖВН-6; ЖНС-6-12). Можно использовать и прицепные жатки, агрегатируемые с тракторами МТЗ-80; 82 и подобного им типа.

Лён косится значительно труднее, чем зерновые культуры, поэтому режущий аппарат жаток необходимо готовить с особой тщательностью. Желательно использовать только новые ножи и пальца. При уборке низкорослого льна кошение ведут поперек направления посева, кроме того, планки мотовила необходимо обшить прорезиненным ремнем. Для лучшей работы режущего аппарата целесообразно увеличить частоту вращения кривошипного механизма жатки.

Обмолот валков следует начинать своевременно. Оптимальная влажность семян в просохшем валке – 12%. Частота вращения молотильного барабана в зависимости от состояния валков должна быть в интервале 800–1300 об./мин. Зазоры между бичами барабана и планками деки на выходе устанавливают в пределах 2–8 мм. На ветрах комбайна целесообразно установить заглушки и уменьшить частоту вращения.

Все указанные регулировки необходимо корректировать, глазомерно оценивая поступающий в бункер ворох и оставляемую после обмолота солому, полову.

Уборка льна масличного возможна и прямым комбайнированием. При этом способе уборки целесообразно применение десикации посевов.

Очистка семян. Поступающий на ток ворох льна необходимо подвергать первичной очистке, так как в нем часто имеются растительные остатки. Для предварительной очистки может быть использован очиститель вороха ОВП-20, ОВАП-20А.

Сортировку семян следует проводить на семяочистительных машинах СМ-4, «Петкус-Гигант», «Пектус-Селекта», «Петкус-Супер» оснащенных набором соответствующих решет и триерных цилиндров. Для отделения крупных примесей, как правило, используют решета с продолговатыми отверстиями шириной 1,5–1,7 мм, а мелких примесей – с круглыми отверстиями диаметром 1,5–2,0 мм. Длинные и короткие примеси выделяются триерными цилиндрами с ячейками размером 5,0 и 4,0 мм соответственно.

По нашему опыту, лучшие результаты очистки семян возможно достичь при установке в качестве проходных решёт – решета с круглыми ячейками, подсевных – с продолговатыми ячейками.

К подбору решёт и триерных цилиндров для очистки и сортировки необходимо подходить гибко. Следует учитывать степень засорённости, её характер, размер семян льна и т.д.

Для очистки и сортировки возможно использовать зерноочистительные комплексы типа ЗАВ.

Сушка. Более экономичным является доведение влажности семян до кондиционных показателей в результате естественного просыхания валков. Семена льна, имеющие после предварительной очистки влажность более 13%, нуждается в сушке.

Лён необходимо сушить в шахтных зерносушилках. Сушку проводят при пониженной подаче теплоносителя и небольшом зазоре между лотковой коробкой и пластинами подвижной каретки. Температура теплоносителя дифференцируется в зависимости от влажности вороха и не должна превышать 55–65°С, температура нагрева семян – 35–45°С. Ворох перед сушкой необходимо очистить.

Заключение

Лён масличный является одной из перспективных культур Средневолжского региона. Результаты проведённых исследований позволяют рекомендовать:

- размещать посевы льна масличного по пласту и обороту пласта многолетних трав;
- оптимальную норму высева – 7,5 млн. всхожих семян на га;
- для получения максимальной продуктивности использовать полное азотно-фосфорно-калийное удобрение с учётом обеспеченности почвы соответствующими элементами питания.

———

УДК 631.5:633.522 (470.40)

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ АГРОТЕХНИКИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО СРЕДНЕРУССКОЙ КОНОПЛИ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

С.В. Сальников

Изучено влияние основной обработки почвы, фонов минерального питания и чеканки на количественные и качественные показатели сортов среднерусской однодомной конопли Антонио и Ингреда. Применение безотвальной обработки почвы на фоне минерального питания $N_{90}P_{100}K_{90}$ обеспечивало формирования волокна лучшего качества. Наибольшую прибавку семян обеспечивало сочетание безотвальной обработки почвы с приёмом чеканки на фоне $N_{120}P_{130}K_{120}$.

Конопля посевная (*Cannabis sativa* L.) – важная сельскохозяйственная культура. Являясь сырьем для более 25 тыс. видов продукции, конопля обладает большим преимуществом перед другими культурами, в связи с практически безотходной переработкой [1].

В 90-е годы XX столетия наблюдалось сокращение посевных площадей, занятых коноплёй. Это в немалой степени обусловлено значительной трудоёмкостью возделывания культуры [2].

В системе агротехнических мероприятий обработка почвы является одной из самых энергоёмких операций и важным условием формирования высокого урожая конопли. Вследствие слабого развития корневой системы в начальный период жизни, растение конопли предъявляет высокие требования к водно-воздушному и питательному режимам почвы. Поэтому в системе мероприятий, направленных на повышение урожая и улучшение его качества, ведущее место принадлежит удобрениям [3–6].

В исследованиях, проведённых в 2003–2005 гг. на опытном поле Пензенскиого НИИСХ, использовали сорта среднерусской конопли Антонио и Ингреда.

Цель исследований заключалась в разработке научных основ совершенствования приёмов технологи возделывания среднерусской конопли для различных направлений использования.

Изучали 3 фактора:

Фактор А – зяблевая обработка почвы:

1) отвальная;

2) безотвальная;

3) поверхностная.

Фактор В – применение чеканки:

1) без чеканки;

2) с чеканкой.

Фактор С – минеральное удобрение:

1) естественное плодородие;

дозы удобрений, рассчитанные на планируемую урожайность:

2) $N_{60}P_{70}K_{60}$ (0,6 т семян, 6 т соломки),

3) $N_{90}P_{100}K_{90}$ (0,8 т семян, 8 т соломки),

4) $N_{120}P_{130}K_{120}$ (1 т семян, 10 т соломки),

5) $N_{150}P_{160}K_{150}$ (1,2 т семян, 12 т соломки).

Повторность опыта 4-х кратная. Размер делянок: первого порядка (фактор обработка почвы) 105 м^2, второго порядка (фактор минеральные удобрения) 63 м^2, третьего порядка (фактор чеканка) 31,5 м^2. Размещение делянок систематическое. Предшественник – озимая пшеница по чистому пару. Почва – тяжелосуглинистый среднегумусный чернозём выщелоченный.

После уборки предшественника проводили лущение участка на глубину 8–10 см трактором МТЗ-80 в агрегате с ЛДГ-3. По мере отрастания сорняков, на первом и втором вариантах соответственно, выполняли отвальную и безотвальную обработку почвы трактором Т-150 К на глубину 22 см: отвальная – плугом ПН-5-35, безотвальная – КПШ-5, на третьем варианте проводили поверхностную обработку дисковой бороной БДТ-3 на глубину 12–15 см. Весной, при наступлении физической спелости почвы, на всех вариантах проводили боронование.

Минеральные удобрения вносили дробно – 2/3 под основную обработку почвы и 1/3 – под предпосевную культивацию в соответствие со схемой опыта.

Предпосевную обработку проводили культиватором КПС-4.0 на глубину 6–8 см. Посев – сеялкой СО-4.2 на глубину 3–4 см с последующим прикатыванием. Ширина междурядий – 0,7 м, норма высева – 0,9 млн. всхожих семян на гектар.

Чеканку выполняли в фазу 3-х пар листьев подкашиванием растений на высоте 10–12 см косилкой КС-2,1.

Междурядную обработку проводили 3 раза: при появлении первой пары листьев на глубину 7–8 см, при образовании 3-х пар листьев на глубину 5–6 см, при образовании 5 пар листьев на глубину 5 см.

Наблюдения, учёты и анализы проводили по общепринятой методике [7].

Количество осадков в вегетационный период (с мая по сентябрь) составило в 2003 г. 314 мм, в 2004 – 304 мм, в 2005 – 234 мм при среднемноголетних 250–280 мм. Годы исследований характеризовались хорошим увлажнением, что способствовало благоприятному росту и развитию растений.

Установлено, что чеканка увеличила количество выпавших растений на 14–17%, по сравнению с вариантами без чеканки; количество сохранившихся растений у обоих сортов составило 57%.

При повышении доз вносимых удобрений наблюдалась отрицательная корреляция с сохранностью растений перед уборкой. На вариантах с чеканкой повышение доз удобрений сильно положительно коррелировало с сохранностью растений.

Между вариантами основной обработки почвы – отвальным и безотвальным способами – разница в густоте стояния растений была несущественна, а на варианте с поверхностной обработкой почвы отмечено увеличение выпада растений к уборке на 5–7%.

После проведения чеканки через 7–10 дней из пазушных почек образовывалось до 8–10 шт. ветвей. В процессе вегетации число ветвей постепенно сокращалось за счёт их отмирания и к моменту уборки составляло 1–5 шт. Количество продуктивных ветвей зависело от уровня минерального питания (на фоне $N_{150}P_{160}K_{150}$ показатель был наибольшим) и сортовых особенностей растений (у сорта Антонио сохранность ветвей была выше).

По мере увеличения количества вносимых удобрений увеличивалась высота растений. Так, на неудобренном фоне у сорта Антонио в среднем за 3 года высота растений составила 127 см, на удобренном от 154 до 209 см; у сорта Ингреда на естественном фоне – 117 см, на удобренном – 143–196 см.

Чеканка снизила общую высоту растений на 30–35 см, техническую длину стеблей на 15–20 см, длину метелки на 10–20 см у обоих сортов. Формирование дополнительных продуктивных ветвей увеличило совокупную техническую длину стебля на 56–385 см и метелки на 38–159 см, что в итоге повысило урожайность соломки и семян.

Одним из факторов, снижающих урожай конопли, является засорённость посевов сорной растительностью. Установлено, что в

весенний период, в фазу трёх пар листьев, наибольшее количество сорняков (350 шт./м^2) отмечено на варианте с поверхностной обработкой почвы. При безотвальной обработке их количество ниже на 20–22%, при отвальной – на 50–55%. На варианте с чеканкой отмечено более интенсивное отрастание сорняков, чем на варианте без чеканки. Задержка развития чеканенных растений способствовала ускоренному отрастанию сорняков. Тем не менее, после проведения междурядных обработок сорняки не оказывали отрицательного влияния на развитие растений.

Главная задачей основной обработки почвы – снижение плотности сложения почвы, улучшение водного режима, накопление и экономное расходование влаги. Для конопли наиболее благоприятные условия создаются при плотности почвы 1,20–1,25 г/см^2 [2].

Наиболее оптимальную плотность сложения пахотного горизонта (1,18–1,21 г/см^2) обеспечивала отвальная обработка почвы. На варианте с поверхностной обработкой почвы плотность сложения была выше оптимальной и составляла 1,32–1,35 г/см^2. При безотвальной обработке плотность была в пределах оптимального показателя и составляла 1,23–1,26 г/см^2. Наибольшее накопление влаги в осенне-весенний период и наиболее экономный расход влаги на единицу продукции отмечен на варианте с безотвальной обработкой почвы. Так, у сорта Антонио коэффициент водопотребления на варианте с безотвальной обработкой почвы по сравнению с отвальной был ниже на 20–28 мм на 1 ц семян и на 1–3 мм на 1 ц соломки. У сорта Ингреда этот вариант превосходил контроль на 10–15 мм/ц семян и на 1–2 мм/ц соломки соответственно.

По урожайности семян и соломки между вариантами отвальной и безотвальной обработки почвы существенных различий не выявлено. Урожай волокна был наибольшим на варианте с безотвальной обработкой почвы: 2,70 т/га у сорта Антонио и 2,32 т/га у сорта Ингреда. (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность сортов конопли в зависимости от приёмов основной обработки почвы, т/га (2003–2005 гг.)[*]

Способ обработки почвы (фактор А)	Антонио			Ингреда		
	семена	соломка	волокно	семена	соломка	волокно
Отвальная	1,04	9,26	2,43	0,83	8,70	2,19
Безотвальная	1,12	9,79	2,70	0,88	8,91	2,32
Поверхностная	0,90	8,35	2,13	0,76	7,72	1,83
$НСР_{05}$	0,09	0,49	0,18	0,06	0,37	0,11

**средние показатели независимо от других факторов*

На естественном фоне чеканка отрицательно влияла на урожай семян, соломки и волокна у обоих сортов (таблица 2).

*Таблица 2 – Урожайность сортов конопли в зависимости от чеканки и фонов минерального питания, т/га (2003–2005 гг.)**

Сочетание факторов		Антонио			Ингреда		
В	С	семена	соломка	волокно	семена	соломка	волокно
Без чеканки	$N_0P_0K_0$	0,42	4,98	1,33	0,26	4,89	1,24
	$N_{60}P_{70}K_{60}$	0,61	5,99	1,68	0,36	5,49	1,45
	$N_{90}P_{100}K_{90}$	0,81	6,90	2,17	0,71	6,50	1,82
	$N_{120}P_{130}K_{120}$	0,92	9,36	2,86	0,76	8,85	2,56
	$N_{150}P_{160}K_{150}$	1,08	11,26	3,51	0,80	10,09	3,00
С чеканкой	$N_0P_0K_0$	0,27	3,46	0,72	0,22	3,23	0,61
	$N_{60}P_{70}K_{60}$	0,93	7,73	1,73	0,40	6,10	1,24
	$N_{90}P_{100}K_{90}$	1,23	10,60	2,51	1,08	9,62	2,12
	$N_{120}P_{130}K_{120}$	1,90	14,93	3,73	1,79	14,20	3,34
	$N_{150}P_{160}K_{150}$	2,06	16,01	4,13	1,85	15,51	3,75
$НСР_{05}$ В×С		0,12	0,71	0,42	0,09	0,68	0,31

** – средние показатели независимо от способа основной обработки.*

При внесении удобрений чеканка существенно увеличивала продуктивность: у сорта Антонио – урожайность семян и соломки на всех изучаемых фонах, выход волокна – на фонах $N_{120}P_{130}K_{120}$ и $N_{150}P_{160}K_{150}$; у сорта Ингреда – урожайность семян и соломки на фонах $N_{90}P_{100}K_{90}$, $N_{120}P_{130}K_{120}$, $N_{150}P_{160}K_{150}$, выход волокна – на фонах $N_{120}P_{130}K_{120}$ и $N_{150}P_{160}K_{150}$. Наибольшие достоверные параметры основных признаков продуктивности на варианте с чеканкой отмечены у обоих сортов на фоне минеральных удобрений $N_{150}P_{160}K_{150}$, в т.ч. у сорта Антонио: семян – 2,06 т/га, соломки – 16,01 т/га, волокна – 4,13 т/га; у сорта Ингреда: семян – 1,85 т/га; соломки –15,51 т/га; волокна –3,75 т/га. Выявлено, что у сорта Антонио по урожайности семян между фонами $N_{90}P_{100}K_{90}$ и $N_{120}P_{130}K_{120}$, а также по урожайности волокна между естественным фоном и $N_{60}P_{70}K_{60}$ на варианте без чеканки существенных различий не наблюдалось. У сорта Ингреда на варианте без чеканки по урожайности семян между фонами $N_{90}P_{100}K_{90}$ и $N_{150}P_{160}K_{150}$, а также на варианте с чеканкой между фонами $N_{120}P_{130}K_{120}$ и $N_{150}P_{160}K_{150}$ существенных различий не установлено.

Приёмы основной обработки почвы не оказали существенного влияния на показатели качества волокна и семян (содержание волокна, крепость чёсаного волокна, масличность семян) (таблица 3).

Чеканка в сочетании с минеральными удобрениями оказывала существенное влияние на качественные показатели растений обоих сортов (таблица 4).

На естественном фоне и фонах удобрении $N_{60}P_{70}K_{60}$, $N_{90}P_{100}K_{90}$ чеканка снизила выход общего волокна на 2,3–7,7% у растений сорта Антонио и на 2,4–6,1% у сорта Ингреда. На фонах с внесением

$N_{120}P_{130}K_{120}$, $N_{150}P_{160}K_{150}$ влияние чеканки на качество продукции несущественно, но вместе с тем увеличивает выход общего волокна у сорта Антонио в среднем на 1,5% и у сорта Ингреда на 1,5–2,1%.

Таблица 3 – Показатели качества основных видов коноплепродукции в зависимости от приёмов основной обработки почвы (2003–2005 гг.)[*]

Способ обработки почвы (фактор А)	Антонио				Ингреда			
	содержание волокна, %		крепость волокна, кгс	содержание масла, %	содержание волокна, %		крепость волокна, кгс	содержание масла, %
	общего	длинного			общего	длинного		
Отвальная	24,8	15,3	24,5	27,9	24,1	16,7	22,2	26,7
Безотвальная	25,5	16,2	25,9	28,5	24,7	17,7	22,6	27,7
Поверхностная	24,1	14,7	23,6	26,6	24,5	16,1	20,7	26,1
$НСР_{05}$	1,43	1,56	2,34	1,98	0,69	1,64	1,96	1,75

**средние показатели независимо от других факторов*

Таблица 4 – Показатели качества коноплепродукции в зависимости от чеканки и фонов минерального питания (2003–2005 гг.)[*]

Сочетание факторов		Антонио				Ингреда			
		содержание волокна, %		крепость волокна, кгс	содержание масла, %	содержание волокна, %		крепость волокна, кгс	содержание масла, %
В	С	общего	длинного			общего	длинного		
Без чеканки	$N_0P_0K_0$	23,7	18,1	21,3	27,2	23,0	17,9	19,9	26,4
	$N_{60}P_{70}K_{60}$	27,0	19,6	26,5	28,2	25,8	19,4	22,0	27,3
	$N_{90}P_{100}K_{90}$	32,4	23,2	30,6	29,5	30,3	24,3	25,6	28,4
	$N_{120}P_{130}K_{120}$	24,8	19,3	27,4	30,4	24,0	17,2	24,7	29,1
	$N_{150}P_{160}K_{150}$	21,6	18,5	26,0	31,4	21,3	16,7	23,7	30,4
Чеканка	$N_0P_0K_0$	21,4	12,4	18,6	21,6	20,6	13,5	17,5	21,7
	$N_{60}P_{70}K_{60}$	23,5	13,6	20,1	24,3	22,7	14,5	18,7	23,7
	$N_{90}P_{100}K_{90}$	24,7	14,5	24,7	26,4	24,2	15,6	20,9	25,5
	$N_{120}P_{130}K_{120}$	26,3	16,2	26,3	28,3	26,1	15,5	23,2	27,1
	$N_{150}P_{160}K_{150}$	23,1	13,8	24,9	29,2	22,8	15,3	22,1	28,6
$НСР_{05}$ В×С		1,56	1,15	0,68	1,19	2,13	1,05	0,53	1,12

** – средние показатели независимо от способа основной обработки*

Выход длинного волокна от применения чеканки уменьшался на 3,1–8,7% у растений сорта Антонио и на 1,4–8,7% у растений сорта Ингреда. Также на этих вариантах снижались показатели крепости чёсаного волокна (у сорта Антонио на 1,1–6,4%, у сорта Ин-

греда на 1,5–4,7%) и выхода масла (у семян сорта Антонио на 2,1–5,6%, у семян сорта Ингреда на 1,8–4,7%).

Фоны минерального питания увеличивали выход общего и длинного волокна, разрывную нагрузку чёсаного волокна на варианте без чеканки с внесением $N_{60}P_{70}K_{90}$, $N_{90}P_{100}K_{90}$, а на варианте с чеканкой – при внесении $N_{60}P_{70}K_{90}$, $N_{120}P_{130}K_{120}$. Увеличение дозы внесения удобрений уменьшало показатели качества волокна. Отмечена положительная корреляция показателя с выходом масла у обоих сортов (на варианте без чеканки r=0,96, на варианте с чеканкой r=0,98).

Изучаемые факторы не оказывали достоверного влияния на посевные качества семян, все полученные семена соответствовали первому классу посевного стандарта.

Таким образом, для получения волокна высокого качества целесообразно применять безотвальную обработку почвы на фоне минерального питания $N_{90}P_{100}K_{90}$. Достоверное увеличение урожайности семян обеспечивает применение безотвальной обработки в сочетании с чеканкой на фоне минерального питания $N_{120}P_{130}K_{120}$.

Литература

1. Степанов, Г.С. Безнаркотические сорта конопли для адаптивной технологии возделывания / Г.С. Степанов, А.П. Фадеев, И.В. Романова. – Цивильск, 2005. – 35 с.

2. Голобородько, П.А. Справочник коноплевода / П.А. Голобородько. – Киев: Урожай, 1994. – 80 с.

3. Василенко, Е.Д. Влияние способов основной обработки почвы и удобрений на урожай конопли и его качество / Е.Д.Василенко // Биологические особенности, технология возделывания и первичная обработка лубяных культур. Сб. науч. трудов. – Глухов, изд. ВНИИ лубяных культур, 1983. – С. 39–46.

4. Загородняя, К.П. Влияние доз и соотношений минеральных удобрений на урожай и качество однодомной конопли широкорядных семеноводческих посевов. / К.П.Загородняя // Биология, возделывание и первичная обработка конопли и кенафа: сб. науч. тр: ВНИИКЛ. – Глухов, 1976. – Вып. 39. – С. 125–131.

5. Колобов, А.Н. Биологические особенности конопли и вопросы агротехники / А.Н. Колобов //Труды ВНИИКЛ. – 1959. – Вып.24. – №24. – С. 22–37.

6. Сенченко, Г.И. Конопля / Г.И. Сенченко, М.А. Тимонина / Изд. 2-е, перераб. и доп. – М., «Колос», 1978. – 287 с.

7. Методические указания по проведению полевых и вегетационных опытов с коноплёй. – М: ВАСХНИЛ., 1980 – 38 с.

УДК 633.522:631.5

БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СРЕДНЕРУССКОЙ КОНОПЛИ ДЛЯ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

С.В. Сальников

Изучены два наиболее затратных (основная обработка почвы, фон минерального питания) и один перспективный (чеканка) приёмы агротехники на сортах среднерусской однодомной конопли Антонио и Ингреда. Применение безотвальной обработки почвы на фоне минерального питания $N_{90}P_{100}K_{90}$ обеспечивало наибольшую экономическую и энергетическую эффективность при двустороннем использовании посева. Для возделывания на семенные цели наиболее эффективно применение безотвальной обработки почвы в сочетании с приёмом чеканки на фоне $N_{120}P_{130}K_{120}$.

Начиная с 80-х гг. XX века, наблюдалось сокращение посевных площадей, занятых коноплёй. Резко возросшая стоимость горючего, сельскохозяйственных машин, удобрений и средств защиты растений привела к увеличению затрат, снижающих рентабельность производства продукции. В современных условиях переход на ресурсосберегающие технологии – одно из приоритетных направлений в развитии коноплеводства [1].

В условиях возрастающей энергоёмкости сельскохозяйственного производства и роста цен на энергоносители необходимо энергетически обоснованное ведение коноплеводства.

Экономическую и энергетическую эффективность возделывания конопли можно повысить за счёт внедрения научно-обоснованной технологии возделывания, предусматривающей применение дифференцированной обработки почвы, системы удобрений [2].

Одним из малозатратных и экономически выгодных приёмов возделывания культуры является чеканка растений. Однако этот приём изучен лишь на одном сорте среднерусской желтостебельной конопли Ингреда [3].

В исследованиях, проведённых в 2003–2005 гг. на опытном поле Пензенского НИИСХ, изучали влияние чеканки и других приёмов агротехники на показатели энергетической и экономической эффективности возделывания сортов среднерусской конопли Антонио и Ингреда в трёхфакторном эксперименте.

Фактор А – зяблевая обработка почвы:

1) отвальная;

2) безотвальная;

3) поверхностная.

Фактор В – применение чеканки:

1) без чеканки;
2) с чеканкой.
Фактор С – минеральное удобрение:
1) естественное плодородие;
дозы удобрений, рассчитанные на планируемую урожайность:
2) $N_{60}P_{70}K_{60}$ (0,6 т семян, 6 т соломки),
3) $N_{90}P_{100}K_{90}$ (0,8 т семян, 8 т соломки),
4) $N_{120}P_{130}K_{120}$ (1 т семян, 10 т соломки),
5) $N_{150}P_{160}K_{150}$ (1,2 т семян, 12 т соломки).

Повторность опыта 4-х кратная. Размещение делянок систематическое. Предшественник – озимая пшеница по чистому пару.

Отвальную и безотвальную обработку почвы выполняли трактором Т-150 К на глубину 22 см. Отвальная обработка выполнялась плугом ПН-5-35, безотвальная – КПШ-5. Поверхностную обработку проводили дисковой бороной БДТ-3 на глубину 12–15 см.

Чеканку проводили в фазу 3 пары настоящих листьев косилкой КС-2,1. Минеральные удобрения вносили дробно – 2/3 под основную обработку почвы и 1/3 под предпосевную культивацию, вручную, согласно схеме опыта.

Наблюдения, учёты и анализы, обработку экспериментальных данных проводили по общепринятым методикам [4, 5]. Энергетическую эффективность по совокупным затратам энергоресурсов на возделывание культуры и накоплению потенциальной энергии в урожае основной и побочной продукции определяли по методике Г.С. Посыпанова, В.Е. Долгодворова [6].

Расчёт экономической эффективности проводили по технологическим картам на основании фактического объема выполненных работ и прямых затрат.

В результате трёхлетних исследований установлено, что все изучаемые факторы (агроприёмы) влияли на формирование урожая и его качество. Варьирование урожайности семян по вариантам в среднем за три года составило 0,21–2,18 т/га (сорт Антонио) и 0,19–1,94 т/га (сорт Ингреда). Наибольшую урожайность семян на обоих сортах достоверно обеспечивал вариант с применением безотвальной обработки почвы в сочетании с чеканкой на фоне минерального питания $N_{120}P_{130}K_{120}$. Урожайность соломки варьировала по вариантам от 3,13 до 16,93 т/га у сорта Антонио и 2,88–16,39 т/га у сорта Ингреда. Лучший показатель отмечен на варианте, где применялась безотвальная обработка почвы в сочетании с чеканкой на фоне минерального питания $N_{150}P_{160}K_{150}$. Содержание общего и длинного волокна в стеблях растений сортов Антонио и Ингреда находилось в пределах 20,4–33,4%; 8,5–21,6% и 19,9–31,0%; 9,3–20,3% соответственно. Крепость волокна варьировала по вариантам от 18,3 до 32,6 кгс у сорта Антонио и 16,3–26,3 кгс у сорта Ин-

греда. Наибольшие значения по выходу общего, длинного волокна и его крепости имел вариант, где применяли безотвальную обработку почвы на фоне минерального питания $N_{90}P_{100}K_{90}$. Показатель выхода масла варьировал от 20,4 до 32,8% у сорта Антонио и 20,9–31,7% у сорта Ингреда. Лучший показатель отмечен на варианте, где применялась безотвальная обработка почвы на фоне минерального питания $N_{150}P_{160}K_{150}$. Наименьшие параметры по всем показателям имел вариант, где применялась поверхностная обработка почвы в сочетании с чеканкой на естественном фоне.

На основании результатов исследований выделены оптимальные варианты, в том числе для двустороннего использования (семена + волокно) – безотвальная обработка почвы на фоне минерального питания $N_{90}P_{100}K_{90}$ и преимущественно семенного использования – безотвальная обработка почвы с чеканкой на фоне минерального питания $N_{120}P_{130}K_{120}$.

Сравнительная оценка основных показателей урожая и качества представлена в таблице 1. Контролем служит вариант отвальной обработки почвы без чеканки на естественном фоне минерального питания.

Таблица 1 – Урожайность и качество растений конопли при различных направлениях использования (2003–2005 гг.)

Показатели	Антонио			Ингреда		
	контроль	двустороннее использование	семенное использование	контроль	двустороннее использование	семенное использование
Урожайность, т/га:						
семян	0,44	0,86	2,08	0,28	0,76	1,90
соломки	5,10	7,83	15,82	5,04	7,00	15,39
Выход волокна, %:						
общего	23,7	33,4	26,9	23,1	31,0	26,8
длинного	10,2	21,6	10,5	10,8	20,3	11,3
Крепость волокна, кгс	21,4	32,6	28,1	20,1	26,3	25,3
Выход масла, %	27,5	30,2	29,5	26,3	29,4	27,9

Установлено, что применение технологии двустороннего использования конопли на сортах Антонио и Ингреда обеспечивает прибавки урожая семян по сравнению с контролем на 0,42–0,48 т/га; соломки на 1,96 –2,73 т/га, выхода общего волокна на 7,9–9,7%, длинного волокна на 9,5 –11,4%, крепости чёсаного волокна на 6,2–11,2 кгс, выхода масла на 2,7–3,1% соответственно.

Преимущество технологии семенного использования конопли выражается в основном в прибавке урожайности семян и соломки (у

сорта Антонио +1,64 и +10,72 т/га к контролю, у сорта Ингреда +1,62 и +10,35 т/га к контролю соответственно).

Затраты совокупной энергии у сорта Антонио по вариантам составляли 13,4–31,8 ГДж/га, у сорта Ингреда 13,4–31,8 ГДж/га. Содержание энергии в биомассе колебалось у сортов Антонио и Ингреды от 15,2 до 113,1 ГДж/га и от 13,7 до 107,9 ГДж/га соответственно. Биоэнергетический коэффициент посева варьировал от 1,09 до 4,01 у сорта Антонио и от 0,98 до 3,83 у сорта Ингреда.

Установлено, что наиболее энергетически эффективным приёмом основной обработки почвы является безотвальная с биоэнергетическим коэффициентом посева у сорта Антонио 2,63 (+0,24 к отвальной), у сорта Ингреда 2,23 (+0,13 к отвальной).

Выявлено, что чеканка на естественном фоне не эффективна и снижает биоэнергетический коэффициент посева на 37–40% у сорта Антонио и на 40–42% у сорта Ингреда, по отношению к соответствующему фону без чеканки. Эффективность чеканки проявлялась с увеличением доз минеральных удобрений. Максимальный биоэнергетический коэффициент посева получен на фоне $N_{120}P_{130}K_{120}$ (у сорта Антонио 3,36–4,01, у сорта Ингреда 3,16–3,83). Дальнейшее увеличение дозы удобрений энергетически неоправданно.

На варианте без чеканки наибольшая энергетическая эффективность удобрений отмечена на фоне $N_{90}P_{100}K_{90}$ (у сорта Антонио 1,96–2,61, у сорта Ингреда 1,78–2,20). Снижение дозы уменьшало коэффициент энергетическая эффективность (на 3–11% у сорта Антонио, на 14–17% у сорта Ингреда). Повышение дозы снижало коэффициент у сорта Антонио на 3–15%, у сорта Ингреда на 5–17%.

Анализ энергетической эффективности показал, что по сравнению с контролем технология возделывания на двустороннее использование увеличивает энергетический коэффициент посева в среднем на 23% на посевах сорта Антонио и на 18% – на посевах сорта Ингреда (табл. 2).

С применением технологии возделывания на семенные цели увеличивает энергетическую эффективность посева на 88% у сорта Антонио и на 75% у сорта Ингреда по сравнению с контролем.

Экономическая эффективность большинства агроприёмов зависит не только от количества, но и от качества произведённой продукции. Поэтому расчёт полученной прибыли выполнялся с учётом качественных показателей соломки (табл. 3).

У сорта Антонио от применения элементов технологии прямые затраты варьировали в среднем от 15,1 до 26,7 тыс. руб./га, у сорта Ингреда от 15,1 до 26,1 тыс. руб./га.

Таблица 2 – Энергетическая эффективность возделывания конопли при различных направлениях использования (2003–2005 гг.)

Показатели	Антонио			Ингреда		
	контроль	двустороннее использование	семенное использование	контроль	двустороннее использование	семенное использование
Оценка продукции, ГДж/га	29,45	62,03	113,51	25,71	52,32	107,87
Энергозатраты, ГДж/га	13,90	24,00	28,21	13,84	23,96	28,15
Чистый энергетический доход, ГДж/га	15,55	38,03	85,30	11,87	28,36	79,72
Коэффициент энергетической эффективности	1,12	1,58	3,02	0,86	1,18	2,83
Биоэнергетический коэффициент посева	2,12	2,58	4,02	1,86	2,18	3,83
Энергетическая себестоимость ГДж/т:						
семян	16,11	14,23	6,92	25,21	16,08	7,56
соломки	1,34	1,50	0,87	1,35	1,68	0,90

Таблица 3 – Экономическая эффективность возделывания конопли при различных направлениях использования (2003–2005 гг.)

Показатели	Антонио			Ингреда		
	контроль	двустороннее использование	семенное использование	контроль	двустороннее использование	семенное использование
Оценка продукции, тыс.руб./га	25,61	62,57	127,73	17,58	55,50	118,09
Прямые затраты, тыс.руб./га	16,00	20,10	25,20	15,70	19,80	24,70
Расчётная себестоимость, тыс.руб./т:						
семян	19,33	12,16	6,14	19,56	13,61	6,31
соломки	0,27	0,61	0,18	0,28	0,68	0,19
Условный чистый доход, тыс.руб./га	9,61	42,47	102,53	1,88	35,70	93,39
Уровень рентабельности, %	60,06	211,29	406,87	11,97	180,30	378,10

Оценка стоимости полученной продукции составила в среднем 16,6–127,6 тыс. руб./га сорта Антонио и 11,5–117,9 тыс. руб./га сор-

та Ингреда. Расчётная себестоимость изменялась от 12,2 до 73,6 тыс. руб./га на сорте Антонио и 13,1–82,0 тыс. руб./га на сорте Ингреда. Условно чистый доход и уровень рентабельности от применения элементов технологии сорта Антонио варьировал от –2,6 до 103,3 тыс. руб./га и от 17,2 до 404,4% соответственно. У сорта Ингреда данные показатели варьировали от –3,5 до 93,2 тыс. руб./га и от –23,6 до 375,7% соответственно. Отрицательный условно чистый доход и уровень рентабельности имели варианты естественного фона на вариантах с чеканкой при поверхностной обработке почвы.

Применение безотвальной обработки почвы обеспечило уменьшение расчётной себестоимости продукции (у сорта Антонио на 2,2 тыс.руб./га, у сорта Ингреда на 0,8 тыс.руб./га), увеличение условно чистого дохода (у сорта Антонио на 4,9 тыс.руб./га, у сорта Ингреда на 3,6 тыс.руб./га) и уровня рентабельности (у сорта Антонио на 23,5%, у сорта Ингреда на 15,9%) по отношению к отвальной обработке почвы.

Экономическая эффективность чеканки отмечена на удобренном фоне, причём наилучшие показатели – на фоне $N_{120}P_{130}K_{120}$.

Применение удобрений на варианте без чеканки является экономически оправданным при внесении $N_{90}P_{100}K_{90}$.

Установлено, что применение технологии возделывания на двустороннее использование посева снижает себестоимость продукции (у сорта Антонио на 6,3 тыс. руб./га, у сорта Ингреда на 29,5 тыс. руб./га), повышает условно чистый доход (у сорта Антонио на 32,9 тыс. руб./га, у сорта Ингреда на 33,7 тыс. руб./га) и уровень рентабельности (у сорта Антонио на 151,4%, у сорта Ингреда на 167,0%).

Таким образом, технология возделывания сортов на семенные цели (безотвальная обработка с чеканкой и фоном минерального питания) обеспечивает снижение себестоимости продукции на 24,8–32,5 тыс. руб./га, увеличение условно чистого дохода на 87,1–92,5 тыс. руб./га и повышение уровня рентабельности на 337,6–343,1% по сравнению с контролем.

Выводы:

1. Безотвальная обработка почвы на выщелоченных чернозёмах Среднего Поволжья является энергетически и экономически эффективным приёмом возделывания среднерусской конопли сортов Антонио и Ингреда.

2. При двустороннем использовании среднерусской конопли сортов Антонио и Ингреда целесообразно применять безотвальную обработку почвы с внесением удобрений в дозе $N_{90}P_{100}K_{90}$.

3. В семеноводстве среднерусской конопли сортов Антонио и Ингреда экономически оправданно применять безотвальную обра-

ботку почвы в сочетании с чеканкой и внесением минеральных удобрений в дозе $N_{120}P_{130}K_{120}$.

Литература

1. Голобородько, П.А. Справочник коноплевода / П.А. Голобородько. – Киев: Урожай, 1994. – 80 с.

2. Василенко, Е.Д. Влияние способов основной обработки почвы и удобрений на урожай конопли и его качество / Е.Д.Василенко // Биологические особенности, технология возделывания и первичная обработка лубяных культур. Сб. науч. трудов. – Глухов, изд. ВНИИ лубяных культур, 1983. – С. 39–46.

3. Александрова, Л.Н. Продуктивность конопли в зависимости от сроков чеканки в условиях юго-восточной части Волго-Вятской зоны / Дис. …канд. с.- х. наук. Чебоксары, 2002.– 151 с.

4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М., 1985. – 351 с.

5. Методические указания по проведению полевых и вегетационных опытов с коноплёй. – М: ВАСХНИЛ., 1980. – 38 с.

6. Посыпанов Г.С., Долгодворов В.Е. Энергетическая оценка технологии возделывания полевых культур / Посыпанов Г.С., Долгодворов В.Е. – М., 1995. – 22 с.

———

УДК 633.522:631.526.32:[631.53.048+631.816.1]

НОРМЫ ВЫСЕВА НОВЫХ РАЙОНИРОВАННЫХ СОРТОВ ОДНОДОМНОЙ КОНОПЛИ НА РАЗНЫХ ФОНАХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Т.И. Иващенко, О.Н. Зеленина

Изучено влияние фонов минерального питания и норм высева на продуктивность сортов однодомной конопли Антонио, Диана и Ингреда, возделываемых на семена и на двухстороннее использование. Установлено, что при возделывании на семена оптимальная норма высева составляет 0,9 млн. шт./га на фоне $N_{180}P_{135}K_{135}$. При возделывании на двухстороннее использование норма высева семян должна составлять 2,1 млн. шт./га, а доза удобрений – $N_{120}P_{90}K_{90}$.

Конопля в Пензенской области выращивается на двухстороннее использование. Эта культура чрезвычайно требовательна к условиям возделывания. При урожае волокна 1т/га конопля выносит из почвы по 160 кг азота и калия и 35 кг фосфора [1]. Получение высоких урожаев возможно лишь при достаточной обеспеченности растений питательными элементами.

Недостаток любого из основных элементов питания снижает урожайность культуры. Особенно сильно на продуктивность конопли влияет азот. Применение только азотного удобрения увеличивает урожай семян, но уменьшает их размеры и крепость волокна. Применение только фосфорного удобрения, усиливая крепость волокна, сокращает его накопление в стеблях, снижает урожай семян, их белковость и масличность. Применение азотных и фосфорных удобрений без калийных сокращает прирост сухого вещества и снижает урожаи семян и волокна. Применение полной комбинации NPK обеспечивает повышение урожайности семян на 41–61% и соломки на 23–26% по сравнению с неудобреными посевами. Наиболее эффективными дозами минеральных удобрений под коноплю на выщелоченном чернозёме являются $N_{120}P_{90}K_{90}$. Увеличение доз полного минерального удобрения до $N_{180}P_{180}K_{180}$ повышает урожай стеблей, семян, общего и длинного волокна, но снижает его выход и качество [2].

Внесение высоких доз минеральных удобрений ($N_{120}P_{120}K_{120}$) не оказывает влияния на густоту растений, но увеличивает продолжительность фаз бутонизации и цветения на 4–6 дней [3]. В условиях Пензенской области установлено, что на полевых и пойменных участках на семеноводческих широкорядных посевах сортов конопли, районированных в конце 1960-х гг., оптимальной нормой высева является 0,9 млн. шт./га, при двухстороннем способе использования – 2,5–3,0 млн. шт./га всхожих семян [4,5].

В зоне среднерусского коноплесеяния в последние годы в производство внедряются новые сорта однодомной конопли Диана, Ингреда и Антонио. Из-за отсутствия сортовой агротехники их потенциал, как по урожайности семян и стеблей, так и по качеству конопленродукции реализуется не полностью. Это связано с недостаточной изученностью их требований к условиям возделывания.

С целью установления норм высева семян и фонов минеральных удобрений, обеспечивающих максимальный урожай при выращивании новых селекционных сортов конопли Диана, Ингреда и Антонио на семеноводческие цели и двухстороннее использование, в 2002–2004 гг. провели исследования на опытном поле ПензНИИСХ.

Методика исследований. Почва опытного участка – чернозём, выщелоченный тяжёлосуглинистый и глинистый, средне- и высокообеспеченный элементами питания. Предшественник – чистый пар. Посев проводился сеялкой СН-16 в оптимальные сроки.

Опыт проведён методом расщепленных делянок, способ посева широкорядный с междурядьями 45 см, повторность четырехкратная. На делянках первого порядка изучали сорта Диана, Ингреда, Антонио (репродукция суперэлита); на делянках второго уровня – фоны удобрений ($N_{60}P_{45}K_{45}$, $N_{120}P_{90}K_{90}$, $N_{180}P_{135}K_{135}$); на делянках

третьего уровня – нормы высева семян (0,3; 0,9; 1,5; 2,1 млн. штук всхожих семян на гектар). Размещение делянок систематическое.

Фенологические наблюдения и морфологический анализ растений выполняли по методике Института лубяных культур [6]. Уход за посевами заключался в проведении трёх междурядных обработок. Уборку проводили вручную по мере созревания каждого сорта при созревании 75% семян. В полевых учётах определяли полевую всхожесть, густоту всходов, сохранность растений к уборке [7].

Учёт урожая проводили поделяночно, экспериментальные данные обрабатывали по Б.А. Доспехову [8].

Количественные и качественные параметры урожая стеблей и семян определяли согласно ГОСТ 12042-80, 1991. Содержание волокна в стебле определяли по методике ВНИИЛК. Оценку качества соломки проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 11008-64.

Результаты и обсуждение. Годы проведения исследований различались по метеоусловиям, что позволило более полно выявить влияние агроприёмов на урожайность и качество продукции изучаемых сортов конопли. Количество выпавших за вегетационный период осадков составило в 2002 г. 131 мм, в 2003 – 383 мм, в 2004 – 314 мм. Сумма активных температур в 2002 г. составила 2054°С, в 2003 – 2112°С, в 2004 – 2548°С. По гидротермическому коэффициенту Селянинова 2002 г. относится к засушливым (ГТК 0,64), 2003 г. – к избыточно влажным (ГТК 1,81), 2004 г. – к достаточно увлажненным (ГТК 1,23).

До фазы бутонизации не наблюдалось существенной разницы в росте и развитии растений, высеянных на различно удобренных фонах. Третья пара листьев у всех сортов появилась почти одновременно. Бутонизация и цветение у всех изучаемых сортов на фонах $N_{120}P_{90}K_{90}$ и N_{180} P_{135} K_{135} наступили позднее, чем на фоне без удобрений. Продолжительность вегетационного периода растений на фонах $N_{120}P_{90}K_{90}$ и $N_{180}P_{135}K_{135}$, в сравнении с вариантом без удобрений, была больше у сортов Диана и Антонио на 4–6 дней, у сорта Ингреда на 3–4 дня относительно контроля. Таким образом, вегетационный период конопли удлинился на 3–6 дней на фоне высоких доз NPK.

Урожайность конопли зависела от количества растений, сохранившихся к уборке, которое, в свою очередь, зависело от нормы высева и условий минерального питания растений. Количество выпавших растений увеличивалось с повышением норм высева семян. Это связано с возрастанием конкуренции растений за среду обитания. При минимальной норме высева семян (0,3 млн. шт./га) густота стеблестоя составляла 15–16 шт./м^2, а его сохранность – 100%. Повышение нормы высева до 0,9 млн. шт./га увеличило гус-

тоту стеблестоя до 56–60 шт/м^2, при этом выпадение растений увеличилось до 3,0–8,5%.

Норма высева семян 1,5 млн./га обеспечила густоту стеблестоя 95–105 шт./м.^{2} Выпадение растений к уборке составило 9–15%. При норме высева 2,1 млн./га отмечены максимальные по опыту густота стеблестоя (134–142 шт/м^2) и выпадение растений (14,2–17,8%). Повышение норм высева с 0,9 до 2,1 млн./га снижало сохранность растений. Увеличение дозы минеральных удобрений с $N_{60}P_{45}K_{45}$ до $N_{180}P_{135}K_{135}$ повышало сохранность растений. Наилучшая сохранность растений отмечена при норме высева 2,1 млн./га и внесении $N_{180}P_{135}K_{135}$.

Исследования выявили общие закономерности в формировании урожаев семян, соломки и волокна в зависимости от норм высева и уровня питания (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние норм высева и фонов минеральных удобрений на урожайность соломки конопли (2002–2004 гг.)

Доза NPK	Норма высева млн. шт./га	Урожайность, т/га		
		Диана	Ингреда	Антонио
$N_0P_0K_0$	0.3	3,98	4,01	4,63
	0.9	4,18	4,33	5,07
	1.5	4,59	4,73	5,51
	2.1	5,06	5,08	5,79
$N_{60}P_{45}K_{45}$	0.3	5,54	5,69	6,13
	0.9	5,78	5,92	6,69
	1.5	6,26	6,36	7,10
	2.1	6,64	6,95	7,40
$N_{120}P_{90}K_{90}$	0.3	5,95	6,28	6,53
	0.9	6,26	6,43	7,18
	1.5	6,69	6,83	7,52
	2.1	6,97	7,24	7,75
$N_{180}P_{135}K_{135}$	0.3	6,46	6,66	7,10
	0.9	6,78	6,83	7,63
	1.5	7,21	7,33	8,09
	2.1	7,79	7,48	8,64
Среднее по опыту		6,01	6,13	6,80

$НСР_{05}$ 0,17 т/га

Данные таблицы позволяют заключить, что внесение минеральных удобрений значительно повышает урожай соломки. По сравнению с неудобренными вариантами внесение $N_{60}P_{45}K_{45}$ повышает урожай соломки на 30–37%, внесение $N_{120}P_{90}K_{90}$ – на 38–47%, внесение $N_{180}P_{135}K_{135}$ – на 50–58%.

Самый высокий урожай соломки у всех сортов получен при норме высева 2,1 млн./га на фоне $N_{180}P_{135}K_{135.}$ У сортов Антонио и

Диана он составил 8,64 и 7,79 т/га соответственно, у сорта Ингреда 7,48 т/га.

В таблице 2 представлены данные по влиянию норм высева и доз минеральных удобрений на урожайность волокна.

Таблица 2 – Влияние норм высева и фонов минеральных удобрений на урожайность общего волокна конопли (2002–2004 гг.)

Доза NPK	Норма высева млн. шт./га	Урожайность, т/га		
		Диана	Ингреда	Антонио
$N_0P_0K_0$	0.3	0,90	0,90	1,03
	0.9	1,02	1,05	1,22
	1.5	1,14	1,17	1,31
	2.1	1,33	1,36	1,44
$N_{60}P_{45}K_{45}$	0.3	1,44	1,39	1,49
	0.9	1,51	1,55	1,69
	1.5	1,66	1,67	1,84
	2.1	1,82	1,93	2,08
$N_{120}P_{90}K_{90}$	0.3	1,54	1,71	1,75
	0.9	1,66	1,76	1,95
	1.5	1,84	1,91	207
	2.1	2,05	2,08	2,21
$N_{180}P_{135}K_{135}$	0.3	1,67	1,81	1,94
	0.9	1,88	1,84	2,07
	1.5	2,07	2,07	2,21
	2.1	2,13	2,28	2,36
Среднее по опыту		1,60	1,66	1,79

$НСР_{05}$ 0,1 т/га

Наибольший урожай волокна получен по сорту Антонио, наименьший – по сорту Диана. Урожайность волокна, как и урожайность соломки, увеличивалась при внесении минеральных удобрений. Наибольшая урожайность волокна достигалась при норме высева 2,1 млн.шт./га на фоне $N_{180}P_{135}K_{135.}$

Однако наибольшее содержание длинного волокна хорошего качества получено при дозе минерального питания N_{120} P_{90} $K_{90.}$ При норме высева 2,1 млн.шт./га у сортов Диана и Антонио выход длинного волокна составил 16%, при крепости 24–25 кгс соответственно.

Применение дозы минеральных удобрений $N_{180}P_{135}K_{135}$ привело к снижению выхода и крепости длинного волокна (табл. 3).

Таким образом, наиболее высокие урожаи ценного длинного волокна, с высокой крепостью обеспечивал фон минеральных удобрений $N_{120}P_{90}K_{90}$. Увеличение фона до $N_{180}P_{135}K_{135}$ повышает урожай общего волокна, но снижает выход и качество длинного волокна.

Таблица 3 – Показатели качества тресты конопли в зависимости от норм высева и фонов минеральных удобрений (2002–2004 гг.)

Сорт	Норма высе-ва млн. шт/га	Содержание волокна, %								Крепость волокна, кгс			
		общего				длинного							
		$N_0 P_0 K_0$	$N_{60} P_{45} K_{45}$	$N_{120} P_{90} K_{90}$	$N_{180} P_{135} K_{135}$	$N_0 P_0 K_0$	$N_{60} P_{45} K_{45}$	$N_{120} P_{90} K_{90}$	$N_{180} P_{135} K_{135}$	$N_0 P_0 K_0$	$N_{60} P_{45} K_{45}$	$N_{120} P_{90} K_{90}$	$N_{180} P_{135} K_{135}$
Диана	0,3	22,6	26,0	26,0	25,9	10,3	11,5	14,8	13,5	23,4	23,3	23,8	22,2
	0,9	24,4	26,1	26,4	27,7	11,7	13,0	15,3	13,0	23,2	23,3	23,2	22,1
	1,5	24,8	26,5	28,0	28,7	12,6	13,6	15,4	14,8	23,8	23,4	23,9	23,0
	2,1	26,3	27,4	28,7	28,5	13,6	14,4	16,0	14,3	24,0	24,0	23,9	22,8
Ингре-да	0,3	24,4	24,4	27,2	27,2	10,5	11,4	13,8	12,5	23,8	23,6	23,7	22,6
	0,9	24,2	26,2	27,4	26,9	12,2	12,2	15,7	12,9	24,0	23,8	23,8	23,8
	1,5	24,5	26,3	28,0	28,2	11,2	13,2	15,7	13,0	22,9	20,9	22,3	20,5
	2,1	26,3	27,8	27,5	27,3	12,7	13,5	15,6	13,7	23,9	23,3	23,9	22,4
Анто-нио	0,3	22,2	23,2	26,8	27,3	9,9	10,8	14,5	13,2	23,2	24,0	24,0	23,3
	0,9	24,0	25,2	27,2	27,1	11,8	12,1	14,6	12,7	23,8	23,5	23,6	23,5
	1,5	23,4	25,9	29,4	29,3	12,7	13,2	16,0	13,6	24,3	23,1	22,7	22,4
	2,1	24,8	28,0	28,5	27,3	12,6	13,6	16,1	13,6	24,8	25,0	24,9	23,9

$НСР_{05}$: общего волокна-0,7%; длинного волокна – 0,7%; прочность волокна – 2,4 кгс

В таблице 4 отражено влияние доз минеральных удобрений на урожайность семян конопли при различных нормах высева.

Таблица 4 – Влияние норм высева и фонов минеральных удобрений на урожайность семян конопли (2002–2004 гг.)

Доза NPK	Норма высева млн. шт./га	Урожайность, т/га		
		Диана	Ингреда	Антонио
$N_0P_0K_0$	0.3	0,52	0,54	0,53
	0.9	0,63	0,63	0,60
	1.5	0,63	0,60	0,60
	2.1	0,47	0,48	0,51
$N_{60}P_{45}K_{45}$	0.3	0,70	0,62	0,67
	0.9	0,88	0,85	0,89
	1.5	0,73	0,70	0,74
	2.1	0,62	0,62	0,65
$N_{120}P_{90}K_{90}$	0.3	0,83	0,74	0,77
	0.9	1,04	0,92	1,01
	1.5	0,91	0,87	0,87
	2.1	0,73	0,74	0,75
$N_{180}P_{135}K_{135}$	0.3	0,94	0,80	0,96
	0.9	1,13	1,04	1,15
	1.5	1,01	0,97	1,02
	2.1	0,82	0,85	0,92
Среднее по опыту		0,79	0,75	0,79

$НСР_{05}$ 0,06 т/га

На неудобренном фоне наибольшая урожайность семян 0,6–0,63 т/га у всех изучаемых сортов достигается при норме высева 0,9 и 1,5 млн.шт./га. Увеличение норм высева до 2,1 млн.шт./га снижало урожайность семян. Внесение минеральных удобрений значительно повышало урожайность семян при всех нормах высева. Наибольшая урожайность семян по опыту достигалась при норме высева 0,9 млн.шт./га на фоне $N_{180}P_{135}K_{135}$. У сортов Диана и Антонио она составила 1,13 и 1,15 т/га соответственно, а у сорта Ингреда – 1,04т/га.

Таким образом, установлено, что для формирования высокой продуктивности среднерусских сортов однодомной конопли Диана, Ингреда и Антонио, возделываемых на семена, рекомендуемая норма высева составляет 0,9 млн. шт./га при внесении $N_{180}P_{135}K_{135.}$

Возделывание на двухстороннее использование следует проводить на фоне$N_{120}P_{90}K_{90}$ при норме высева семян 2,1 млн. шт. /га. Рекомендуемые нормы высева и дозы минеральных удобрений позволяют получать высокие и качественные урожаи семян, соломки и волокна новых сортов.

Литература

1. Давидян, Г.Г. Возделывание льна долгунца и конопли / Г.Г. Давидян. – «Колос», Ленинградское отд., 1979. – С. 126–131.

2. Загородняя, К.П. Влияние доз и соотношений минеральных удобрений на урожай и качество однодомной конопли широкорядных и семеноводческих посевов / К.П. Загородняя // Биология возделывания и первичная обработка конопли и кенафа. – Глухов, 1976. – Вып. 39. – С. 125–131.

3. Алмазов, М.Н. Повышение урожая и качества волокна от внесения минеральных удобрений. / М.Н. Алмазов, Л.И. Малышева // Труды Пензенской областной опытной станции. – Пенза, 1973. – С. 127–130.

4. Сустрина, В.Э. Передовые приёмы агротехники конопли / В.Э. Сустрина. – Пенза: Приволжское книжное изд-во, – 1971.– 44 с.

5. Демкин, А.П. Нормы высева семян и урожай однодомной конопли в Пензенской области / А.П. Демкин, А.А.Петров // Биология возделывания и первичная обработка конопли и кенафа. – Глухов, 1977. Вып. 40. – С. 57–64.

6. Сенченко, Г.И. Конопля / Г.И. Сенченко и М.А. Тимонин // М: «Колос», 1978. – 288 с.

7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 3. Технические культуры. – М., 1964. – 144 с.

8. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов – М.: «Колос», 1973. – 335 с.

———

УДК 633.854.492: 632.954

ПОДБОР ГЕРБИЦИДОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ В ПОСЕВАХ МАКА МАСЛИЧНОГО

И.И. Плужникова, А.А. Смирнов, Е.В. Самодурова

Дана сравнительная оценка препаратов фюзилад форте, КЭ (1,5 л/га); комманд, КЭ (0,5; 1,0; 2,0 л/га) и реглон супер, ВР (1,0; 1,5 л/га) в подавлении сорной растительности в посевах мака масличного. В фазу 5–6 листьев биологическая эффективность применяемых гербицидов составляла 51,5–90,1% против 87,2% при ручной прополке. Опрыскивание растений мака в фазе 9–10 листьев обеспечивало уменьшение массы сорняков от 50,4% (фюзилад форте) до 71,3% (комманд – 1,0 л/га) против 88,3% при применении ручной прополки.

На протяжении всего вегетационного периода в посевах мака масличного формируется сложный тип засорения [1]. Для защиты мака от сорняков с помощью гербицидов затрачивается в среднем 10% от стоимости всех затрат на выращивание культуры [2–5,8,9]. Применение гербицидов при возделывании мака проблематично,

поскольку рекомендованные препараты используются в основном как почвенные и послевсходовые на ранних (2–3 листа) фазах развития растений [4].

Предпосылкой эффективной борьбы с сорняками в посевах мака является последовательное использование всех агротехнических возможностей для снижения засоренности, применение гербицидов в зависимости от видового состава сорных растений и соблюдения оптимальных условий применения гербицидов [5–8].

Методика и материал исследований. Исследования проводили на опытном поле ПензНИИСХ в 2007–2008 гг. Почва опытного участка – чернозём выщелоченный среднемощный среднегумусный на лессовидных суглинках с хорошей структурой. Содержание гумуса в пахотном слое – 6,5–6,8%; $pH_{вод.}$ – 5,3–5,5; содержание подвижного фосфора – 121–143 и обменного калия – 150–170 мг/кг почвы, легкогидролизируемых форм азота – 68–75 мг/кг почвы. Сумма поглощенных оснований 32,79–35,73 мг/экв на 100 г почвы.

Объектом исследования в опыте являлся сорт мака масличного Парус. Предшественник – чистый пар. Способ посева широкорядный, формируемая густота стояния растений – 300 тыс. раст./га. Повторность вариантов четырёхкратная. Площадь опытной делянки 12 $м^2$, учётной – 10 $м^2$.

Защитные мероприятия проводили в фазу 5–6 и 9–10 листьев мака по схеме: 1) – контроль без обработок; 2) – ручная прополка; 3) – фюзилад форте, КЭ – 1,5 л/га; 4) – комманд, КЭ – 0,5 л/га; 5) – комманд, КЭ – 1,0 л/га; 6) – комманд, КЭ – 2,0 л/га. В 2008 г. в целях расширения спектра применяемых гербицидов в посевах мака в фазу 5–6 листьев в испытание включен препарат реглон супер в дозах 1,0 и 1,5 л/га. Нормы расхода препаратов не превышали дозы, регламентированные списком пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории РФ [11].

Учёт эффективности действия препаратов на сорняки в посевах мака проводили по количеству и общей массе надземных органов сорных растений путём подсчёта и взвешивания их сырой массы на 1 $м^2$ [12]. Во время уборки поделяночно определяли урожайность и структуру урожая. После уборки по вариантам опыта определяли количество масла в семенах мака по массе обезжиренного остатка [13].

Статистическую обработку экспериментальных данных по массе сырых сорных растений, урожайности и количеству жира в семенах мака выполняли методом дисперсионного анализа [14].

Для изучения последействия (отдаленных фитосанитарных /фитотоксических/ последствий) применения гербицидов в экспериментах с образцами почвы, отобранными в конце вегетационного сезона 2008 г. с делянок различных вариантов полевого опыта в ус-

ловиях вегетационного опыта, были проведены учёты выросших (при поливе почвы в течение 10 дней) тест-растений горчицы белой чувствительной к гербицидам-ингибиторам фотосинтеза. Посев горчицы белой был проведён 26 августа, учёт массы растений – 05 сентября.

Ниже приведены общие сведения об используемых гербицидах.

Команд, КЭ (480 г/л) – действующее вещество *кломазон*. Препарат поступает в растение через корневую систему, листья и побеги и блокирует процесс фотосинтеза. Растения останавливаются в росте и развитии, приобретают хлоротичную окраску, засыхают и гибнут. Торможение роста и развития сорняков наступает через 10–15 дней после обработки. Период защитного действия: 30 дней. Зарубежный опыт применения кломазона от 120 до 480 г д.в./га на ранних стадиях развития мака свидетельствует об успешном его использовании при подавлении двудольных сорняков: мари белой, горца птичьего, щирицы и др. [12]. Препарат малотоксичен для теплокровных, слаботоксичен для рыб, безопасен для пчёл. Остаточное количество кломазона в растительных остатках мака не обнаружено.

Фюзилад форте, КЭ (150 г/га) – действующее вещество *Флуазифоп-П-бутил*. 2-(4-арилоксифенокси)пропионовая кислота относится к слабым кислотам, она способна образовывать соли и эфиры. Эфиры лучше проникают в надземные части растений, где разрушаются с образованием кислоты, которая, образуя коньюганты с сахарами и аминокислотами, передвигается по растению. К препарату чувствительны однолетние злаковые сорняки. Механизм действия этих гербицидов связан с нарушением биосинтеза липидов, каротиноидов. Соединения среднестабильные, в воде сохраняются более 1 мес., в почве до 3 мес., а иногда до уборки урожая. Для теплокровных животных и человека препарат малотоксичен.

Реглон супер, ВР (150 г/га) – действующее вещество *дикват.* Препарат не смывается дождем через 10 минут после опрыскивания, быстро поглощается зелёной растительной тканью, которая разлагается под воздействием действующего вещества. Дикват инактивируется при контакте с почвой и быстро распадается в растениях, поэтому можно безопасно применять препарат на семенных посевах и культурах пищевого назначения. Данный препарат применялся в Германии на посевах мака в фазе 4 и 6–10 листьев в дозе 2,0 и 3,0 л/га [10].

Результаты исследований и их обсуждение. Сорная растительность в посевах мака была представлена малолетними сорняками: ясноткой белой, пикульником обыкновенным, щетинником сизым, куриным просом, дымянкой аптечной, просвирником приземи-

стым, щирицой запрокинутой, ромашкой непахучей, яруткой полевой, фиалкой полевой, смолёвкой обыкновенной, подмаренником цепким. Из многолетних отмечено присутствие вьюнка полевого. Общее количество сорняков перед обработкой гербицидами в 2007 г. в посевах мака в фазу 5–6 листьев составило 54 шт./м^2, в фазу 9–10 листьев 38 шт./м^2, в 2008 г. – 101 шт./м^2 и 93 шт./м^2, соответственно.

Выпадающие осадки во время внесения гербицидов (в мае–июне) оказывают влияние на эффективность их применения. В 2007 г. в данный период выпадение осадков было неравномерным и составило 43,1 и 49,2 мм. Применение гербицида комманд более эффективно после выпадения осадков. В наших исследованиях обработки препаратом проходили в неблагоприятных условиях. В фазу 5–6 листьев мака средняя температура воздуха за первую декаду месяца составляла 15,6°С, осадков не было, в фазу 9–10 листьев осадков выпало 3,6 мм, температура воздуха – 20,5°С. В этих условиях культурные растения плохо развивались, были низкорослыми.

Опрыскивания, проводимые в 2008 г., осуществлялись в более благоприятных условиях. В фазу 5–6 листьев мака средняя температура воздуха за III декаду мая месяца составила 17,7°С, осадков выпало 29,3 мм, в фазу 9–10 листьев осадков выпало 10,6 мм, температура воздуха – 12,2°С. В этих условиях растения мака были хорошо развиты.

За годы исследований обработка препаратом комманд при норме расхода 2,0 л/га вызывала фитотоксичность на растениях мака. Чувствительность сорной растительности к изучаемому гербициду была неодинаковой. Гербицид комманд эффективно снижал распространенность малолетних сорняков подмаренника цепкого, смолёвки и был неэффективен в подавлении дымянки аптечной. Обработка этим препаратом обеспечивала уменьшение надземной массы просвирника приземистого в 2,4–3,5 раза, ромашки непахучей в 8,0–12,6 раза в сравнении с контролем. Эффективность обработок препаратом комманд зависела как от дозы гербицида, так и от состояния сорняков. Малолетние сорняки высотой от 1 до 5 см легко подавлялись препаратом. Однако если к моменту обработки просвирник приземистый и яснотка сформировали до 6 листьев, ромашка непахучая достигала высоты 19 см, а вьюнок полевой – 35 см длины, то они становились более устойчивыми к гербициду. Несмотря на пожелтение и побеление листьев в области точки роста, эти сорняки в дальнейшем продолжали вегетировать. К концу вегетации растений мака, оставшиеся в посевах яснотка, дымянка аптечная и вьюнок увеличивали надземную массу и в большинстве случаев образовывали семена.

В фазу 5–6 листьев мака обработки, провёденные изучаемыми гербицидами, позволяли существенно, на уровне показателей применения ручной прополки, снизить количество и надземную массу сорняков, за исключением применения препарата реглон супер в дозе 1,0 л/га. Препарат фюзилад форте полностью подавлял злаковые сорняки. Применение препарата реглон супер в дозе 1,0 л/га было недостаточным для эффективного подавления сорняков, поскольку к моменту уборки происходило увеличение их надземной массы. Препарат в дозе 1,5 л/га обеспечивал снижение надземной массы сорняков: яснотки в 1,8 раза, просвирника приземистого в 5,7 раза и приводил к полной гибели фиалки полевой, ромашки непахучей, дымянки аптечной, подмаренника цепкого. Однако реглон супер был слабо эффективен в борьбе с вьюнком полевым.

Биологическая эффективность применяемых гербицидов через 30 дней после обработки составляла 51,5–90,1% (табл. 1).

Таблица 1 – Эффективность применения гербицидов в посевах мака масличного сорта Парус в фазу 5–6 листьев

Вариант	Норма расхода препарата, л/га	Масса сорняков через 30 дней после обработки, г/м^2			Биологическая эффективность, %	Урожайность семян мака, среднее за 2007–2008 гг.	
		2007 год	2008 год	среднее		т/га	% к контролю
Контроль	–	46,6	735,0	390,8	0	1,6	100
Ручная прополка	–	4,3	94,8	50,0	87,2	2,1	131,3
Фюзилад форте, КЭ	1,5	26,5	352,7	189,6	51,5	1,8	112,5
Комманд, КЭ	0,5	20,6	243,7	132,2	66,2	1,9	118,8
Комманд, КЭ	1,0	12,1	281,4	146,8	62,4	2,2	137,5
Комманд, КЭ	2,0	16,6	187,8	102,2	73,8	1,9	118,8
$НСР_{05}$		4,0	68,9	–	–	0,1	–

Перед уборкой биологическая эффективность достигала уровня 68,4–77,3% против 76,5% при ручной прополке.

Наиболее эффективным было использование препарата комманд в дозе 1,0 л/га (0,22 т/га против 0,21 т/га при ручной прополке). При применении гербицида в дозах 0,5 и 2,0 л/га формировалась более низкая урожайность (0,19 и 0,18 т/га). Использование препарата в дозе 0,5 л/га было недостаточным для эффективного подавления сорняков, а в дозе 2,0 л/га – в большинстве случаев вызывала фитотоксичность на растениях мака. Препарат фюзилад форте подавлял злаковые сорняки и способствовал получению урожайности 0,18 т/га.

Прибавка урожая к контролю при применении изучаемых гербицидов в фазу 5–6 листьев составила 12,0–40,5% против 31,6% при ручной прополке.

При опрыскивании растений мака в фазе 9–10 листьев масса сорняков яснотки, подмаренника, ярутки увеличивалась до 133,3; 21,6 и 6,5 г против 32,8; 7,0 и 4,6 г при обработке в фазе 5–6 листьев. Просвирник приземистый, ромашка непахучая, дымянка аптечная практически прекратили свой рост. В этих условиях эффективность борьбы с сорняками снижалась (табл. 2).

Таблица 2 – Эффективность применения гербицидов в посевах мака масличного сорта Парус в фазу 9–10 листьев

Вариант	Норма расхода по препаратам, г/л	Масса сорняков через 30 дней после обработки, г/м^2			Биологическая эффективность, %	Урожайность семян мака, среднее за 2007–2008 гг.	
		2007 год	2008 год	среднее		т/га	% к контролю
Контроль		61,5	570,1	315,8	0	0,17	100
Ручная прополка		7,7	66,3	37,0	88,3	0,26	152,9
Фюзилад форте, КЭ	1,5	29,5	283,9	156,7	50,4	0,15	88,2
Комманд, КЭ	0,5	26,3	266,4	146,4	53,6	0,19	111,8
Комманд, КЭ	1,0	24,4	156,9	90,7	71,3	0,20	117,6
Комманд, КЭ	2,0	29,3	203,9	116,6	63,1	0,16	94,1
$НСР_{05}$		3,8	30,2	–	–	0,02	–

Через 30 дней после проведённых обработок уменьшение надземной массы сорных растений составляло от 50,4% (фюзилад форте) до 71,3% (комманд – 1,0 л/га) против 88,3% при применении ручной прополки. При применении гербицидов фюзилад форте в дозе 1,5 л/га и комманд в дозах 0,5 и 1,0 л/га биологическая эффективность защитных мероприятий перед уборкой не превышала 34,7–47,4%.

Опрыскивание посевов мака в фазу 9–10 листьев гербицидом комманд в дозе 2,0 л/га наиболее эффективно снижало массу сорняков по сравнению с ручной прополкой (73,2% против 77,2%). Однако при обработке препаратом комманд в дозе 2,0 л/га на растениях мака отмечена фитотоксичность.

При применении гербицида комманд в дозе 0,5 и 1,0 л/га в фазу 9–10 листьев прибавка урожая к контролю семян мака составляла 12,3 и 15,2% против 52,0% при проведении ручной прополки. Причиной низкой эффективности гербицидных обработок являлись переросшие и приобретшие к этому времени устойчивость сорняки. Однако следует отметить, что в этот период возрастает эффектив-

ность ручной прополки, которая обеспечивала получение 0,9 т/га прибавки урожая.

За годы исследований установлено, что применение гербицидов фюзилад форте и комманд в разных дозах в фазу 5–6 листьев обеспечило получение более высокой урожайности (0,10–0,14 и 0,24–0,30 т/га) по сравнению с вариантом, где препараты применялись в фазу 9–10 листьев (0,6–0,11 и 0,24–0,29 т/га).

Анализ данных, полученных при определении количества масла в семенах мака в зависимости от применения гербицидов, показал, что в фазе 5–6 листьев обработка препаратами комманд в дозах 1,0 л/га и 2,0 л/га приводила к увеличению данного показателя на 2,6% и 2,1% по сравнению с контролем. В остальных вариантах не обеспечивалось увеличение количества масла в семенах.

Изучение в вегетационном опыте отдаленных фитотоксических последствий) применения гербицидов показало, что большинство изучаемых препаратов в примененных нормах расхода не оказывало гербицидного последействия (табл. 3).

Таблица 3 – Последействие гербицидов на снижение массы растений горчицы белой, выросшей в вегетационных условиях на образцах почвы, отобранных с различных вариантов полевого опыта

Вариант	Норма расхода по препаратам, л/га	Опрыскивание гербицидами в фазе 5–6 листьев мака (27.05.08 г.)		Опрыскивание гербицидами в фазе 9–10 листьев мака (09.06.08 г.)	
		Средняя биомасса растений (г/сосуд)	Снижение массы растений (% от контроля)	Средняя биомасса растений (г/сосуд)	Снижение массы растений (% от контроля)
Контроль	-	1,9	0	2,0	0
Ручная прополка	–	1,8	0	2,1	0
Комманд, КЭ	0,5	2,4	0	2,0	0
Комманд, КЭ	1,0	2,2	0	1,7	15,0
Комманд, КЭ	2,0	1,4	26,3	1,2	40,0
Фюзилад форте, КЭ	1,5	2,0	0	2,4	0
Реглон супер, ВР	1,0	1,9	-	-	0
Реглон супер, ВР	1,5	1,9	-	-	0
$НСР_{05}$		0,2	-	0,1	-

Существенное снижение массы растений горчицы происходило при применении препарата комманд в фазу 5–6 листьев в дозе 2,0 л/га (26,3%) и в фазу 9–10 листьев в дозе 1,0 и 2,0 л/га (15,0 и 40,0%).

Таким образом, при использовании препарата комманд необходимо проведение биотестирования уровня фитотоксичности почвы с помощью растений-индикаторов. В случае обнаружения остаточного количества гербицида рекомендуется заменить планируемую к высеву чувствительную культуру устойчивой, либо провести глубокую обработку поля с тщательным перемешиванием почвы для разбавления концентрации гербицида.

Заключение

Более раннее проведение химической борьбы с сорняками в фазе 5–6 листьев мака обеспечивает стабильную и существенную прибавку к урожаю 12,0–40,5%. Наиболее эффективным в подавлении сорной растительности за годы исследований показал себя препарат комманд в дозе 1,0 л/га. Однако предпосылкой эффективной борьбы с сорняками в посевах мака является последовательное использование всех агротехнических возможностей для снижения, в первую очередь, зимующих сорняков (ромашки непахучей). Эффективность использования изучаемых гербицидов в посевах мака находится в зависимости от видов сорных растений и соблюдения оптимальных условий их применения.

Ручную прополку эффективнее проводить в фазу 9–10 листьев мака, когда сорняки становятся устойчивыми к гербицидам. Для дальнейшей разработки системы защиты посевов мака от сорняков необходимо проведение ряда опытов по применению изучаемых гербицидов в различных сочетаниях, а также совместно с ручной прополкой.

Литература

1. Баздырев, Г.И. Защита сельскохозяйственных культур от сорных растений. – М.: КолосС, 2004. – 328 с.

2. Грызлов, В.П. Мак масличный и опийный / В.П. Грызлов, И.Ф. Булгаков, Ф.В. Кутейников. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 143 с.

3. Константинов, П.Н. Масличные культуры в Пензенской области / П.Н. Константинов. – Пенза: Пензен. кн. изд., 1954. – 80 с.

4. Мак / За ред. В.Д. Гайдаша – Луцьк: МКФ «Християнське життя», 2002. – 184 с.

5. Система мероприятий по защите масличных культур от вредителей, болезней и сорняков / О.И.Тихонов, Д.С. Васильев. – М.: Колос, 1976. – 39 с.

6. Jacob, S.: Gezilte, gualitätsgerechte mechanisch-chemische Pflege – und Unkrautbekämpfungsmaßnahmen – eine wichtige Voraussetzung zur TGL-gerechten Backmohnerzeugung / S. Jacob // Feldwirtschaft. – 1982. – 23. – S. 534–536.

7. Leiteritz, R. Zu wichtige Pflanzenschutzmaßnahmen beim erweiterten Mohnanabau im Bezirk Dresden / Leiteritz R.; Roder, W. // Nachrichtenblatt Pflanzenschutz in der DDR. – 1980. – 34. – S. 166–169.

8. Schreier, J. Technologie výroby máku (Metodika) / Ing. Jan Schreier, CSc. – Ing. Joseph Zájeda. – Praha., 1994. – 32 s.

9. Macleod, I.L.: The use of clomazone as a post-emergence herbicide in poppies (*Papaver Somniferum*) / I.L. Macleod // The 1997 Brighton crop protection conference. – Australia, 1997. – S. 27–32.

10. Pank, F. Verbesserter Unkrautbekämpfungserfolg durch Anwendung geeigneter Herbizidfolgen im Mohnanbau / Friedrich Pank und Liselotte Buhr. // Nachrichtenblatt Pflanzenschutz in der DDR. – 1987. – T. 41, №10. – S. 203–206.

11. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории РФ. 2007 год. Справочное издание. – 320 с.

12. Спиридонов, Ю.Я. Организационно-методические и научные основы оптимизации химического способа борьбы с сорняками в исследованиях ВНИИФ / Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г. // Материалы 3-го международного научно-производственного совещания. – Голицыно, 2005. – С. 542–556.

13. Рушковский, С.В. Методика химических исследований при селекции масличных растений / С.В. Рушковский. – М.: Пищепромиздат,1947. – 98 с.

14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М., 1985. – 351 с.

———

СОДЕРЖАНИЕ

III. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Долженко Д.О., Рындина В.Н., Косенко С.В., Кривобочек В.Г., Кривобочек И.И., Потокина С.А.
История селекции зерновых культур: от Анучинского опытного поля до Пензенского НИИСХ …….…..... 3

Дёмина И.Ф., Кривобочек И.И.
Исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья……..……... 13

Кривобочек В.Г., Дёмина И.Ф.
Изменчивость и наследование признака массы 1000 зёрен у гибридов яровой мягкой пшеницы…….. 27

Кривобочек В.Г., Косенко С.В.
Селекционная ценность исходного материала озимой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья……... 40

Косенко С.В.
Генетический контроль высоты и элементов зерновой продуктивности растений озимой мягкой пшеницы..... 47

Кривобочек В.Г., Балеев Д.Н.
Адаптивные свойства и экологическая пластичность сортов озимой пшеницы……..……. 56

Шевченко С.Н., Долженко Д.О.
Продукционный процесс ярового ячменя в связи с селекцией адаптивных сортов степного экотипа…….. 63

Долженко Д.О., Кривобочек И.И., Шевченко С.Н., Ерошенко Л.М., Железникова В.А.
Новый сорт ярового ячменя Лунь……..….. 77

Бобаченко В.И., Долженко Д.О.
Характеристика новых линий голозёрного ячменя……..… 79

Майорова М.М.
Основные направления и результаты селекции тарелочной чечевицы……. 85

Епифанов В.С., Тимошкин О.А., Савельев Г.Д., Епифанова И.В., Тимошкина О.Ю.
История селекции кормовых культур в Пензенском НИИСХ… 100

Епифанов В.С.
Адаптивные сорта многолетних трав – основа эффективного кормопроизводства……..…….... 108

Тимошкина О.Ю.
Состояние и перспективы селекции клевера ползучего в Пензенском НИИСХ…….…….... 127

Епифанова И.В., Лапина М.Ш., Тимошкин О.А.
Селекция люцерны на качество кормовой массы……... 140

Прахова Т.Я., Прахов В.А., Шепелева Е.А.
Сравнительная оценка масличных капустных культур……. 144

Прахова Т.Я., Зеленина О.Н.
Биохимический состав и качество маслосемян озимого рыжика сорта Пензяк…… 150

Бражников В.Н., Бражникова О.Ф.
Результаты сортоиспытания льна масличного……..….. 156

Серков В.А.
Принципы и методы селекции безнаркотической однодомной конопли в Пензенском НИИСХ……. 160

Серков В.А.
Формирование генетической гетерогенности для селекции вида *Cannabis sativa* L……. 170

Зеленина О.Н.
Создание новых безнаркотичных сортов конопли…….……. 181

Зеленина О.Н., Серков В.А.
Модификация метода экспресс-диагностики содержания каннабиноидов в растениях конопли посевной…….. 189

Смирнов А.А., Долженко Д.О.
Проблемы и перспективы возделывания мака масличного в России.……... 194

Долженко Д.О., Прахова Т.Я.
Результаты селекции низкоалкалоидных сортов мака масличного в Пензенском НИИСХ……..……..……. 202

Осадча Г.А., Семёнова Е.Ф.
Болезни мака масличного в Средневолжском регионе……..… 207

Вельмисева Л.Е., Чернышов А.В., Самодуров В.А.,
Васин В.В., Блохина О.В.
Современное состояние первичного и элитного семеноводства в Пензенском НИИСХ…… 213

V. ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Вельмисева Л.Е., Кривобочек В.Г.
Формирование урожая зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от приёмов возделывания в условиях Среднего Поволжья…… 219

Бакулова И.В.
Особенности технологии возделывания озимой пшеницы в условиях лесостепи Поволжья……..…… 229

Бакулова И.В., Кирасиров З.А.
Формирование урожая и качества зерна озимой пшеницы в зависимости от агротехнических приёмов в условиях лесостепи Среднего Поволжья……..……... 235

Бакулова И.В., Кирасиров З.А.
Влияние технологических приёмов на перезимовку и продуктивность озимых хлебов……..….. 249

Бакулова И.В.
Влияние сроков посева, норм высева и удобрений на формирование фотосинтетического аппарата……..……... 258

Самодуров В.А.
Влияние применения комплексного удобрения на продуктивность и качество зерна овса голозёрного в условиях лесостепи Среднего Поволжья……..……..……. 267

Епифанов В.С., Епифанова И.В., Тимошкин О.А.
Приёмы повышения продуктивности новых сортов многолетних бобовых трав……..…….. 281

Епифанов В.С., Малышева Л.И.
Однолетние смеси в полевом кормопроизводстве…… 288

Беляк В.Б., Ишмуратова А.Д.
Технология использования кормовых смесей разных сроков созревания для производства сбалансированных кормов…… 293

Болахнова В.И.
Высокопродуктивный зелёный конвейер для получения зелёной массы и заготовки грубых кормов……..…….. 309

Епифанов В.С., Иванова Е.Н.
Суданская трава сорта Лунинская и приёмы её возделывания……...
. 320

Епифанов В.С., Толубанова О.Н.
Пастбищные травосмеси на пойменных землях…….…… 325

Тимошкин О.А.
Приёмы создания высокопродуктивных пастбищных ценозов 334

Тимошкин О.А.
Низкозатратные приёмы повышения продуктивности козлятника восточного сорта Гале……... 349

Тимошкин О.А.
Продуктивность козлятника восточного сорта Гале при применении минеральных удобрений……..…. 359

Тимошкин О.А.
Формирование высокопродуктивных агроценозов кормовых бобов в лесостепи Среднего Поволжья……..... 373

Тимошкин О.А., Кшникаткин П.С.
Влияние микроэлементов и регуляторов роста на продуктивность кормовых бобов……..……. 383

Тимошкин О.А., Потехин С.А.
Смешанные посевы кормовых бобов с злаковыми культурами…… 391

Бражникова О.Ф., Бражников В.Н.
Создание поливидовых смесей для зернофуражного использования……... 402

Вельмисева Л.Е., Кирасиров З.А., Тимошкин О.А., Бакулова И.В.
Продуктивность и почвозащитное действие чистых и смешанных посевов многолетних трав на склоновых землях различной экспозиции……..……. 410

Прахова Т.Я., Прахов В.А.
Влияние элементов технологии на продуктивность озимого рыжика в условиях Среднего Поволжья……. 420

Прахова Т.Я., Семёнова Е.Ф.
Биохимическая оценка морозостойкости растений озимого рыжика……..... 429

Смирнов А.А., Бражников В.Н., Бражникова О.Ф.
Научные основы технологии возделывания льна масличного 433

Сальников С.В.
Влияние элементов агротехники на продуктивность и качество среднерусской конопли в условиях Среднего Поволжья…. 442

Сальников С.В.
Биоэнергетическая и экономическая оценка возделывания среднерусской конопли для основных направлений использования……..……. 449

Иващенко Т.И., Зеленина О.Н.
Нормы высева новых районированных сортов однодомной конопли на разных фонах минеральных удобрений…….... 455

Плужникова И.И., Смирнов А.А., Самодурова Е.В.
Подбор гербицидов для борьбы с сорной растительностью в посевах мака масличного……..… 462

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ
к 100-летию Пензенского научно-исследовательского института сельского хозяйства

Под общей редакцией доктора с.-х. наук профессора А.А. Смирнова
Компьютерная вёрстка Д.О. Долженко

Подписано в печать 29.05.2009. Формат 60х84 1/16. Печать ризография.
Тираж 250 экз. Усл. печ. л. 26,43. Заказ № 406.

Отпечатано с готового оригинал макета в типографии «Копи-Ризо»
ИП Поповой М.Г.
440600, г. Пенза, ул. Московская, 74, к. 211.
Тел. (8412) 56-25-09