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 1

Пенза 2009

УДК 631/635
ББК 1/2 42/42 П

Редакционная коллегия:

Смирнов А.А., доктор с.-х. наук, профессор;
Тимошкин О.А., кандидат с.-х. наук, доцент;
Долженко Д.О., кандидат с.-х. наук;
Кирасиров З.А., 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 1. – Пенза, РИО ПГСХА, 2009. – 412 с.

ISBN 978-5-94338-378-6

© ГНУ Пензенский НИИСХ Россельхозакадемии

ПЕНЗЕНСКОМУ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМУ ИНСТИТУТУ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССЕЛЬХОЗАКАДЕМИИ – 100 ЛЕТ

А.А. Смирнов
директор ГНУ Пензенский НИИСХ РАСХН,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

В 1909 году Пензенское Губернское Земское Собрание приняло решение об организации губернского опытного поля при станции Анучино Мокшанского уезда. Главным инициатором этого был губернский агроном М.А. Трофимов. Первым заведующим опытным полем был назначен талантливый агроном Владимир Никандрович Верховский, в разработке первых программ опытной работы активно участвовал известный учёный-опытник того времени В.В. Винер.

Свою научную деятельность коллектив начал в составе одного отдела полеводства. Программа научных исследований включала обработку паров, сравнительную оценку ранних, чёрных и занятых паров, травосеяние, способы посева и нормы высева важнейших полевых культур; агротехнику возделывания картофеля, корнеплодов, проса, гречихи и других культур. С первых лет своей деятельности Анучинское опытное поле приобрело широкую популярность среди передового крестьянства, агрономов и мелких землевладельцев губернии.

В дореволюционный период научными сотрудниками опытного поля работали А.А. Славченко, И.А. Чепов, В.В. Асман, А.И. Быстрова и ряд других.

В начале 1918 года Анучинское опытное поле получило Охранную Грамоту Совета Народных Комиссаров на неприкосновенность его земель, имущества, семенных и фуражных фондов. В конце 1921 года оно было реорганизовано в Анучинскую сельскохозяйственную опытную станцию. В связи с расширением научно-исследовательской работы на станции был создан второй отдел — отдел селекции, который начал работу по селекции и сортоиспытанию основных полевых культур.

В 1930–1931 годах Анучинская сельскохозяйственная опытная станция из комплексной была преобразована в узкоспециализированное учреждение – Анучинский опорный пункт Шатиловской зональной опытной станции по конопле, а в 1932 г. реорганизована в Лунинскую зональную станцию по конопле и передана в ведение Всесоюзного НИИ конопли. Одновременно опытная станция была перенесена в посёлок Лунино.

Вся деятельность учёных того времени сосредотачивалась на разработке специализированных конопляных севооборотов,

вопросах агротехники конопли, системы удобрения, защиты растений от конопляной блохи и стеблевого мотылька, изучалась также динамика почвенного плодородия поймы реки Суры. Отдел селекции вел активную работу по созданию сортов среднерусской конопли и акклиматизации её южных разновидностей.

С 1 января 1940 года опытная станция реорганизована в Пензенскую областную сельскохозяйственную опытную станцию, а в феврале 1956 г – в Пензенскую государственную опытную станцию. В разные годы её директорами были:

Верховский Владимир Никандрович, Устинов В.И., Медянкин А.М., во время ВОВ – Афонин Михаил Герасимович, потом Лайков Иван Артемьевич, Нижегородцев Владимир Федорович, Сорокин Станислав Иванович, Лысенко Юрий Николаевич.

Станция, имевшая ранее, главным образом, полеводческое направление, стала достаточно крупным комплексным научно-исследовательским и производственно-экспериментальным учреждением. На исследование и разрешение были поставлены проблемы повышения урожайности основных зерновых, зернобобовых, технических, кормовых культур; более полного и рационального использования земельных угодий и удобрений; развитие животноводства и укрепление его кормовой базы и др.

И конечно мы признательны людям, честно трудившимся в те годы на благо родного края – селекционерам Канискину М.Ф., Киселевой А.К., Романовой В.Н.; семеноводу Яковлеву И.Я., Киржаевой Н.Н., земледелам — Каминину И.В., Огареву В. Ф., Сизовой М.А., Бойко А.В., Герасимову В.А.; кормовикам – Арбузову Д.С., Толубановой О.Н.; животноводам — Барцеву А.Н., Поповой Г.А., Брюзгину И.В., Толалуеву А.Н.; инженерам – Ибрагимову Н.М., Игошину Н.Н., Киржаеву А.Н., Сизову В.И. и многим другим.

В апреле 1991 года на базе Пензенской областной государственной сельскохозяйственной опытной станции был организован Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, директором которого назначен В.Б. Беляк.

На сегодняшний день ПензНИИСХ – один из старейших центров аграрной науки Поволжья, где ведётся широкий спектр исследований в области растениеводства и охраны окружающей среды. В 2008 году среднегодовая численность работающих в ГНУ ПензНИИСХ составила 205 человек, из них научных сотрудников – 57, в т. ч. 6 докторов и 26 кандидатов наук.

Основные принципы работы ПензНИИСХ – интенсификация аграрного производства методами биологизации земледелия, энерго- и ресурсосбережение, обеспечение экологической безопасности. В этих рамках сформировались основные направления работы института:

- создание новых адаптивных сортов и гибридов яровой и озимой пшеницы, ячменя, тарелочной чечевицы, картофеля, конопли, многолетних трав, масличных и др. культур, оригинальное семеноводство выведенных сортов;
- селекция безнаркотических сортов посевной конопли и мака масличного.
- адресная интродукция нетрадиционных культур (лён, различные виды крестоцветных масличных культур, люпин, новые кормовые растения и др.) для заполнения существующих агроэкологических ниш земледелия Средневолжского региона;
- разработка методов сохранения, воспроизводства и расширения эффективного плодородия почв лесостепной зоны Поволжья;
- элитное и оригинальное семеноводство сельскохозяйственных культур;
- разработка биологизированных энерго- и ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий растениеводства (зернового хозяйства, картофелеводства, коноплеводства, кормопроизводства и др.);

Институт входит в систему научных учреждений Российской академии сельскохозяйственных наук и ведёт исследования по 20 заданиям Программы фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по научному обеспечению развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на 2006–2010 гг. Однако, для полноценного проведения научных разработок финансирования из бюджета РАСХН явно недостаточно. Поэтому коллектив находится в постоянном поиске новых инвесторов, заинтересованных в разработках института.

Так, в 2008 году заключен контракт с Министерством сельского хозяйства Российской Федерации на выполнение научно-исследовательской работы по теме «Разработать методические рекомендации расширения зон возделывания традиционных для России масличных культур с целью обеспечения потребностей в растительном масле отечественного производства».

По заказу Всероссийского ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательского института льна (г. Торжок) выполняются исследования по теме «Разработка высокоэффективных, экономически обоснованных технологий производства льна – долгунца на семенные и товарные цели в условиях Средневолжского региона».

В Пензенском НИИСХ имеются уникальная материально-техническая база и полевой полигон для проведения различного рода исследований с наркосодержащими культурами, которые созданы в рамках участия ПензНИИСХ в федеральной целевой про-

грамме «Комплексные меры противодействия злоупотреблению наркотиками и их незаконному обороту на 2005–2009 годы», утверждённой Постановлением Правительства Российской Федерации от 13 сентября 2005 года № 561. Сотрудниками института выполняются исследования по трём темам данной программы. В результате исследований по теме «Создание высокопродуктивных сортов и гибридов среднерусской конопли с содержанием тетрагидроканнабинола менее 0,2 процента с комплексом хозяйственно-ценных свойств» Пензенским НИИСХ в государственное сортоиспытание переданы новые сорта конопли посевной среднерусского типа Вера и Надежда, гибрид Славянин – волокнистого направления использования, гибрид Масленок масличного направления использования. Как сорта, так и гибриды отличаются от стандарта высокими и стабильными урожаями семян (1,2–1,3 т/га) и пониженным содержанием суммы каннабиноидов и ТГК. Ведётся разработка элементов сортовой агротехники данных сортов и гибридов, в том числе – оценка препаратов для защиты конопли посевной от вредителей, болезней и сорняков.

ГНУ Пензенский НИИСХ является единственным НИУ России, где ведутся работы по селекции и агротехнике безнаркотических сортов мака масличного по теме «Создание безопийных и безалкалоидных сортов мака с высокой масличностью и продуктивностью семян, безнаркотических сортов (гибридов) мака. Разработка технологий их семеноводства и возделывания». В результате исследований создан сорт мака масличного Парус совместной селекции Пензенского НИИСХ и ВНИИР им. Н.И. Вавилова, разрабатываются элементы системы защиты посевов мака масличного от болезней и сорняков.

По теме «Разработка ассортимента высокоэффективных гербицидов для уничтожения незаконных посевов, а также сорных и дикорастущих конопли и мака. Обоснование технических средств, технологии и регламентов их применения» Пензенским НИИСХ совместно с ВНИИ льна выполнены исследования по подбору ассортимента и оценке эффективности гербицидов и их сочетаний отечественного и зарубежного производства для борьбы с дикорастущими наркотическими растениями и их незаконными посевами. Разработаны авиационная и наземная технологии уничтожения незаконных посевов, а также сорных и дикорастущих конопли и мака, подготовлены Рекомендации с указанием регламентов применения гербицидов.

Уже несколько лет во взаимодействии с сотрудниками ФГУП «Госцентр «Природа» (г. Москва) проводится научно-исследовательская работа, направленная на изучение спектральных отражательных характеристик наркотикосодержащих и маски-

рующих растений с целью создания методик по выявлению незаконных посевов конопли и мака масличного посредством аэро- и космической фотосъёмки.

Для нужд сельхозтоваропроизводителей Сурского края ведутся работы по условиям пяти Госконтрактов с Министерством сельского хозяйства Пензенской области

С высокой степенью эффективности работают селекционеры ПензНИИСХ. В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию, находятся 41 сорт 22 сельскохозяйственных культур, созданные селекционерами ГНУ ПензНИИСХ. В 2008 году в него включены лен масличный Исток и мак масличный Парус.

В 2008 году Пензенским НИИСХ получены 12 патентов РФ на селекционные достижения: райграс пастбищный Веймар; ячмень яровой Лунь; пшеницу мягкую яровую Экада 45; лен масличный Исток; коноплю посевную Надежда; клевер луговой Присурский; клевер луговой Пеликан; овсяницу луговую Пензенская 1; овсяницу тростниковую Сура; ежу сборную Торпеда; картофель Батя; картофель Теща.

Производство элитных семян ведущих сельскохозяйственных культур для нужд товаропроизводителей Пензенской области и близлежащих регионов – одно из основных направлений деятельности ПензНИИСХ. В 2008 году отделом семеноводства произведено 327 т семян высших репродукций, реализовано 288 т семян зерновых культур. Пензенский картофель пользуется устойчивым спросом, как у населения области, так и за её пределами. Элитные клубни картофеля ежегодно закупаются картофелеводами Волгоградской, Саратовской, Самарской, Воронежской, Астраханской, Ростовской областей, Краснодарского, Ставропольского краев, Республики Мордовия – всего на сумму около 2,0 млн. руб.

Успешной работе учёных способствует постоянное участие сотрудников ПензНИИСХ в Международных, Всероссийских и региональных конференциях, Днях поля России, выставках, совещаниях и семинарах аграрного профиля. Активная научная деятельность, участие в научно-практических семинарах и конференциях, научные публикации обеспечили авторитет и известность таким специалистам, как член-коррепондент РАСХН, доктор с.-х. наук Беляк В.Б., доктора с.-х. наук Епифанов В.С. – кормопроизводство, Смирнов А.А., Лысенко Ю.Н. – картофелеводство; Тихомиров В.Т. – коноплеводство; Кривобочек В.Г. – селекция мягкой пшеницы; кандидаты с.-х. наук Потокина С.А. – селекция твёрдой пшеницы, Кривобочек И.И., Долженко Д.О – селекция ячменя, Майорова М.М. – селекция тарелочной чечевицы, Кабунин А.А. – селекция картофеля; Серков В.А., Зеленина О.Н., Бражников В.Н. – масличные куль-

туры; Кирасиров З.А. – земледелие, Богданов Н.И. – гидробиология и прудовое рыбоводство и др.

Результаты работы Пензенского НИИСХ широко освещаются в научных публикациях, регулярно представляются на ВВЦ, Нижегородской ярмарке, других выставках различного уровня, где не раз отмечались дипломами и медалями. В 2008 году институт принял участие в подготовке и организации более 20 конференций, семинаров и выставок. Так, ПензНИИСХ участвовал в VIII Международной выставке «Картофель, Овощи и Фрукты – 2008 г.», г. Москва, ВВЦ, 13 февраля 2008 г., Дне российского поля (Белгородская область, 3-9 июля 2008 г.), ярмарке сортов и гибридов полевых культур на Шатиловской СХОС 9 июля 2008 г., Втором инвестиционном форуме, проходившем в г. Пенза 2–4 октября 2008 г.

Повышению квалификации научных кадров способствует эффективно работающая аспирантура, где в настоящее время обучаются 7 человек, кроме того, 3 диссертационные работы готовятся в виде соискательства. В 2008 году аспирантами и сотрудниками института были защищены 5 кандидатских диссертаций, в 2009 году – 2. На ближайшее время запланирована защита 1 докторской и 3 кандидатских диссертаций. За 7 лет активной работы аспирантуры ученую степень кандидата наук получили 19 сотрудников института.

Целенаправленная работа руководства института по оптимизации возрастного состава исследователей, укреплению коллектива молодыми учёными дала хорошие результаты: 36% научных сотрудников – это специалисты в возрасте до 39 лет; возраст еще 27% исследователей не превышает 49 лет; на 10% по сравнению с уровнем прошлого года (до 30%) снизилось количество сотрудников в возрасте 50–59 лет.

Ведущие сотрудники ПензНИИСХ проводят теоретические и практические занятия со студентами агрономического факультета ФГОУ ВПО Пензенская ГСХА, выступают перед специалистами сельскохозяйственного производства в ФГУ Институт повышения квалификации работников АПК, выполняют функции официальных оппонентов при защитах диссертаций разного уровня. Три доктора наук, работающие в институте, являются членами диссертационного совета Д 220.053.01 при ФГОУ ВПО Пензенская ГСХА.

Важным условием повышения эффективности научных исследований является творческое сотрудничество учёных ПензНИИСХ с другими НИУ страны.

Долгосрочный договор о творческом сотрудничестве с ГНУ ГНЦ РФ ВИР им. Н.И. Вавилова, заключенный в целях повышения эффективности и сокращения сроков селекции новых сортов сельскохозяйственных культур, даёт возможность использовать образ-

цы из коллекции ВИР при селекции рыжика, льна, безконаркотичных сортов мака масличного.

ГНУ ПензНИИСХ, наряду с Самарским НИИСХ им. Тулайкова, Башкирским НИИСХ, НИИСХ Юго-Востока, Татарским НИИСХ, Ульяновским НИИСХ, является участником программы «ЭКАДА» и ведёт активное сотрудничество по селекции яровой и озимой пшеницам, ячменю.

Создание новых сортов картофеля и совершенствование технологий его возделывания осуществляется в содружестве с учёными из ВНИИ картофельного хозяйства.

При активном использовании коллекции, созданной на основе образцов, полученных из ВНИИРа, ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, Татарского НИИСХ ведётся селекция многолетних трав.

В связи с актуальностью проблемы противодействия употреблению и распространению наркотиков, расширены связи с Краснодарским НИИСХ по выведению новых сортов (гибридов) конопли посевной, обладающих ценными хозяйственно-полезными признаками и пониженным содержанием опийных соединений.

В последние годы значительно расширилось совместное сотрудничество с ВНИИ фитопатологии и учёными Среднерусской научно-исследовательской фитопатологической станции (Тамбовская обл.) по оценке новых сортов на устойчивость к болезням.

В свой 100-летний юбилей коллектив института полон энергией, творческими силами, научными и производственными замыслами и уверенно смотрит в завтрашний день.

———

ИСТОРИЯ ПЕТРОВСКОЙ СЕЛЕКЦИОННО-ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ

М.М. Майорова, Т.В. Левушкина, Т.И. Рябухина, Н.Н. Кузнецова

14 мая 2010 г. исполняется 100 лет со дня организации Петровской селекционно-опытной станции – одного из старейших опытных учреждений по сельскому хозяйству в нашей стране. Организации станции предшествовало создание в 1910 г. Петровским уездным земством (Саратовская губерния) опытного поля на участке земли крестьянского поземельного банка при с. Даниловка площадью 371 десятина. Это был отруб одного из крупнейших помещиков уезда, который из-за плохого качества земли очень долгое время оставался без покупателей.

14 мая 1910 г. впервые приступили к распашке этого участка, который сначала арендовался земством, а 28 мая 1911 г. был куплен для опытного поля.

Первым заведующим и организатором опытного поля был Григорий Константинович Вехов.

В 1911 году была принята программа работ Петровского опытного поля, по которой опытное поле работало до 1921 г. Программа была составлена с учётом особенностей местных почв и климата и включала в себя следующие вопросы: накопление и сбережение влаги в почве (пары); посев и уход за растениями; культура пропашных; восстановление плодородия почвы (навоз и минеральные удобрения, влияние искусственных залежей); изучение кормовой базы.

В 1921 г. областное совещание по сельскохозяйственному опытному делу нашло необходимым для Петровского опытного поля, расположенного на лёгких песчаных почвах, в типичном картофельном районе, специализироваться на изучении культуры картофеля.

В дореволюционный период Петровское опытное поле представляло собой маленькое захолустное опытное учреждение с одним агрономом – заведующим полем – и с заведующим хозяйственной частью. В этот период оно испытывало и большие материальные трудности, почему и приходилось вести такие хозяйственные операции, как откорм скота, выращивание огородных семян и лекарственных растений.

Немалые трудности переживало опытное поле и в первые годы Советской власти, так что к 1922 г. оказалось на грани развала.

После окончания гражданской войны Петровское опытное поле начало возрождаться. В 1922 и 1923 гг. оно состояло на бюджете Наркомзема и хозяйственно несколько окрепло, частично воспол-

нив поголовье потерянного рабочего скота, расширив посевы и увеличив штат работников. Заведующим опытным полем был А.А. Куприянов. Однако в конце 1923 г. финансовые трудности возобновились. С ноября 1923 г. по май 1924 г. опытное поле существовало за счёт случайных поступлений от продажи остатков огородных семян и т.п. С мая 1924 г. по 1927 г. включительно, опытное поле находилось на местном бюджете – сначала на губернском, потом на уездном.

В этот период опытное поле занималось сортоиспытанием ряда важнейших культур и изучением технических приёмов их возделывания. Оно по-прежнему оставалось маломощным и малозаметным учреждением. Руководили опытным полем Владимир Римович Гуляев (в 1923 по 1926 гг.) Константин Григорьевич Лебедев (с 1926 по 1927 гг.).

Работе опытного поля, кроме материальных условий, мешало и качество земельного участка, рельеф которого не годился для закладки постоянных опытных севооборотов. Поэтому в 1923–1925 гг. перед уездными организациями вставал вопрос о переносе опытного поля на другое место.

Земельный вопрос был положительно разрешен в 1925 г., когда опытное поле при землеустройстве получило вполне удовлетворительный участок, вместе с тем увеличив свое землепользование на 40 десятин.

Увеличение же ассигнований на работу и штат специалистов опытное поле получило лишь в 1927–1928 хозяйственном году, явившимся годом сдвига в сторону его роста.

28 декабря 1928 г. Петровское опытное поле было реорганизовано в Петровскую сельскохозяйственную опытную станцию, увеличен бюджет, штат работников и расширена земельная площадь до 640 га. В 1929 и 1930 гг. станция существовала на окружном и районном бюджетах. Первым директором станции стал Владимир Римович Гуляев (с 1928 по 1933 гг.), затем – Пётр Тимофеевич Филинов (1933–1934), Николай Алексеевич Александров (1934–1938).

Программа работы станции в эти годы развивалась, росли и материально-организационные возможности. Усилилось строительство. С 1930 г. начал работать вегетационный домик станции.

В начале 1930 г. станция в части своих селекционных работ по чечевице и подсолнечнику признана филиалом института засухи РСФСР (позднее – Саратовский селекцентр). В конце года станция влилась в систему Союзсеменоводобъединения, и с 1931 г. стала именоваться «Петровской селекционной станцией». В марте 1931 г. Президиум ВАСХНИЛ признал станцию «основным в Союзе опытным учреждением по селекции экспортной тарелочной чечевицы».

В 1934 г., в связи с реформой опытного дела, станция перешла в введение Московского НИИ северного зернового хозяйства и зернобобовых культур (Всесоюзного института зернобобовых культур). В апреле 1938 г. Наркомземом СССР, в исполнении постановления СНК СССР от 29 июня 1937 г. «О мерах по улучшению семян зерновых культур», на базе Петровской селекционно-опытной станции была организована Петровская государственная селекционная станция.

В 1944 г. земельная площадь госселекстанции была расширена на 587 га за счёт прирезки чересполосного участка (Огаревского) и составила 1226 га.

В 1956 г. станция была передана Всесоюзному НИИ кукурузы. С этого года на станции в широких масштабах развернулись работы по селекции, семеноводству, агротехнике возделывания кукурузы и защите растений этой культуры от вредителей и болезней. В 1957 г. госселекстанция имела штат в 257 человек, в. т числе 33 научных сотрудников, техников и других специалистов. С 1971–1975 гг. Петровская селекционно-опытная станция находилась в ведении Всесоюзного НИИ зернобобовых и крупяных культур (г. Орёл).

В 1976–1981 гг. работой станции руководил Поволжский селекцентр НИИСХ Юго-Востока, а затем, до 1997 г., непосредственно Всероссийское отделение ВАСХНИЛ.

В разные годы директорами Петровской селекционно-опытной станции были: Иван Иванович Ильин (с 1938 по 1941 гг.), Александр Петрович Бржезицкий (1941–1942), Иван Михайлович Орлов (1943–1946), Григорий Владимирович Гуляев (1946–1955), Александр Иванович Татаринцев (1956–1961), Николай Ильич Гуйда (1961–1971), Михаил Акимович Фенин (1971–1989), Валентин Михайлович Стёпочкин (1989–1990), Станислав Иванович Сорокин (1990–1999).

Землепользование опытной станции в 1991 г. составляло 4556 га. На этой земле производилось 2000 тонн зерна, 893 тонны молока, 1,5 т растительного масла, 87 тонн мяса, поголовье крупного рогатого скота 810 голов. Реализовано 3000 ц семян высших репродукций. По всем источникам финансирования освоено 1 млн. 808 тыс. рублей на капитальное строительство.

На основании приказа РАСХН от 27.04.92 г. Петровская селекционно-опытная станция вошла в состав НПО «Петровское», являясь его головной структурной единицей. Произошло организационное присоединение ставшего нерентабельным совхоза «Огаревский» с общей площадью 5,5 тыс. га, численностью работников 140 человек.

Однако, концентрация производства путём сосредоточения средств производства и рабочей силы, рассчитанная на эффективное использование новых машин и орудий, была ошибочно направ-

лена на создание узкоспециализированного элитно-семеноводческого хозяйства и в целом оказалась экономически нецелесообразна. Наличие материально-технической базы для производства, доведения до кондиций и реализации семян, на первом этапе объединения хозяйств позволило резко увеличить производство зерна в 1992 г. до 7,7 тыс. т. Впоследствии, в связи с общими для всего сельского хозяйства проблемами, объёмы снижались ежегодно, вне зависимости от метеорологических условий вегетации, и составили 190 т в 2000 г. Численность поголовья крупного рогатого скота в объединенном хозяйстве снизилась с 1599 (1992 г.) до 936 голов (2000 г.). Спад производства произошёл по всем основным экономическим показателям.

В целом крепкое рентабельное хозяйство Петровской селекционно-опытной станции превратилось сначала в рядовое сельскохозяйственное предприятие, а затем оказалось на грани выживания. Из вновь приобретенных 10460 га пашни в залежи оказалось 1828 га, многолетние травы на площади 2,3 тыс. га находятся в крайне неудовлетворительном состоянии и нуждаются в незамедлительных мерах по их пересеву и реставрации. Снижение занятости работников за 10 лет произошло вдвое. Материально-техническая база пришла в критическое состояние в связи с износом. Вновь поступающей техники нет, а имеющейся крайне недостаточно для проведения технологического процесса семеноводства, поэтому станция не справляется с основными задачами, определёнными как приоритетные.

В июле 1999 г. Петровская селекционно-опытная станция была переименована в Государственное унитарное предприятие «Петровская СОС». С 2002 г. прекращено бюджетное финансирование научных работ.

В 2004 г. на базе лабораторий селекции образован опорный пункт Пензенского НИИСХ со штатом четыре научных сотрудников и три техника. Работы по селекции картофеля были прекращены в 2005 г.

В 2006 г на площади 10240 га было произведено 263 т товарного зерна, 25 т мяса, 700 т молока. Площадь посева яровых и озимых культур составила 2594 га из 6871 га пашни. Залежи – 1828 га. Прекращена реализация семян высших репродукций. Количество работающих – 136 человек. Краткосрочная кредиторская задолженность составила 7,8 млн. рублей. Было принято решение о введении временного управления.

Тематика научных исследований. Петровская селекционно-опытная станция в разные годы осуществляла научно-исследовательскую работу по следующим основным проблемам:

Создать и внедрить высокопродуктивные, устойчивые к осыпанию, болезням, пригодные к возделыванию по интенсивной технологии сорта чечевицы; усовершенствовать интенсивную технологию возделывания чечевицы (1927–2007 гг.).

Создать и внедрить сорта картофеля различного хозяйственного назначения (столовые и универсальные) с комплексной устойчивостью к болезням и вредителям, пригодные к механизированной уборке, организовать первичное семеноводство картофеля на безвирусной основе (1922–2004 гг.).

Разработать и внедрить зональную систему земледелия, обеспечивающую защиту почв от эрозии, эффективное использования почвенно-климатических ресурсов, средств по интенсификации и увеличить производство продукции земледелия, относящихся к региональным программам.

Разработка научных основ сохранения и повышения плодородия почв путём систематического применения удобрений и известкования.

Изучить в выявить высокопродуктивные гибриды кукурузы отечественной и зарубежной селекции, отвечающих требованиям интенсивной технологии возделывания, входящая в региональные программы.

Разработать и внедрить технологические процессы производства семян зерновых культур для семеноводческих хозяйств, обеспечивающие ускоренные сортосмену и сортообновление, полную потребность хозяйств в высококачественных семенах и высокую эффективность их производства.

За 100 лет Петровской селекционно-опытной станцией проделана значительная работа по селекции и семеноводству зернобобовых, яровых зерновых и озимых культур, картофелю, подсолнечнику, однолетним и многолетним травам.

Разработаны основные вопросы агротехники озимых, яровых зерновых и зернобобовых культур, картофеля, кукурузы, однолетних и многолетних трав. За период с 1922 по 2007 гг. на станции выведено и передано в государственное сортоиспытание 60 сортов различных сельскохозяйственных культур: чечевицы (25 сортов), картофеля (13), подсолнечника (2), овса (1), проса (1), чины (3), вики (1), костреца безостого (1), озимой пшеницы (11), кукурузы (1), редиса (1). Наиболее результативной является работа по селекции тарелочной чечевицы, которая была начата в 1927 г. и продолжается в настоящее время (см. статью Майоровой М.М. в томе 2 настоящего издания).

———

I. ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, ПОЧВОВЕДЕНИЕ, АГРОХИМИЯ

УДК 631.5: [005.332.8+005.214]: 631.117

ДОСТИЖЕНИЯ И ЗАДАЧИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

З.А. Кирасиров

В статье коротко изложены итоги исследований коллектива отдела земледелия со дня создания в 1909 году Анучинского опытного поля. Особое внимание обращается на достижения за последние годы и задачи совершенствования системы земледелия в ближайшие десятилетия.

В современных условиях при решении проблемы эффективности технологий производства продукции растениеводства и повышения их экологической безопасности всё большее внимание уделяется вопросам экономии невосполнимых источников энергии, сохранения пахотных земель от дальнейшей деградации и повышения эффективности их использования.

История земледелия насчитывает многие тысячелетия. По степени интенсивности использования земель обычно выделяют три основные группы систем земледелия: примитивные, экстенсивные и интенсивные.

При примитивных системах в лесных районах применялась подсечно-огневая система, при которой лес сжигали или вырубали и на освободившейся площади в течение двух–четырёх лет возделывали преимущественно зерновые культуры. Когда урожаи значительно падали, прекращалась обработка участка и для посевов вырубались новые площади. Так постепенно подсечно-огневая система земледелия заменялась лесопольной: лес – пашня – лес. В степных районах применялась залежная система: через четыре – шесть лет после распашки целинных или залежных земель в связи с падением плодородия почв участок оставляли под залежь и осваивали новые площади. С течением времени такая система земледелия сменялась переложной: после десяти-пятнадцатилетнего перерыва возобновившаяся травянистая естественная растительность на залежи снова распахивалась. Таким образом, примитивные системы основывались на использовании потенциального плодородия почв.

При экстенсивных системах земледелия увеличение производства сельскохозяйственной продукции происходит за счёт расширения посевных площадей, непрерывного использования потен-

циального плодородия почв, его истощения. Задача – любыми средствами получить как можно быстрее и больше дешёвой сельскохозяйственной продукции (без заботы о сохранении плодородия почв в последующие годы).

При переходе к интенсивным системам земледелия задача ставится иначе: получить максимальный урожай сельскохозяйственной продукции при минимальных затратах труда и средств, сохранении и наращивании плодородия почв. Больше уделяется внимания внесению удобрений, вводятся севообороты с паром, посевами многолетних трав и сидеральных культур, применяются другие приёмы сохранения и наращивания плодородия почв, в том числе безотвальная обработка почв с сохранением стерни. Возникли системы интенсивного земледелия: паровая, травопольная, сидеральная, безотвальная (безплужная) и другие, названные по ведущему фактору.

Системы земледелия иногда разделяют по преобладающему составу возделываемых культур на пахотных землях: зерновая, зернотравяная, зернопропашная, пропашная и др. Однако, отождествлять систему земледелия на пашне с системой земледелия, применяемой на всех землях хозяйства, неправильно. Системы земледелия относятся не только к пахотным землям, но и к другим сельскохозяйственным угодьям, а также землям, которые в настоящее время не используются в сельском хозяйстве, но могут быть включены в сельскохозяйственное производство при их мелиорации. ГОСТ 16265–80 приводит следующее толкование понятия «система земледелия»: это комплекс взаимосвязанных агротехнических, мелиоративных и организационных мероприятий, направленных на эффективное использование земли, сохранение и повышение плодородия почвы, получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур [1].

Развитие отечественного земледелия в последние десятилетия базировалось на интенсивных методах ведения сельскохозяйственного производства, конечной целью которых являлось получение максимального количества сельскохозяйственной продукции, обеспечивающей население продуктами питания, а промышленность – сырьём. Используя созданный мощный производственный потенциал, концентрацию сил и средств на направлениях, обеспечивающих наибольшую отдачу, широкое освоение интенсивных технологий, сельскохозяйственное производство достигло определённых успехов. Вместе с тем, интенсификация в сельском хозяйстве часто сопровождается большими затратами труда и средств и отрицательными экологическими последствиями, в наибольшей степени проявляющимися на состоянии почвенного покрова.

В течение всего исторического периода использованная земля всегда находилась под влиянием антропогенного воздействия.

Теперь коротко остановимся на том, как формировался и чего достиг отдел земледелия нашего института за 100 лет.

Отдел земледелия был создан в 1909 г. с момента организации Анучинского опытного поля и является одним из старейших, история которого началась вместе с историей опытной станции. С 1921 г., после реорганизации опытного поля в Анучинскую (Пензенскую) сельскохозяйственную опытную станцию, отдел принимал участие в создании широкой сети массовых опытов с органическими и минеральными удобрениями, по известкованию почв в различных районах и различных почвенных разностях.

Начиная с 30-х гг. прошлого столетия, в течение десяти лет изучаются вопросы агротехники культуры конопли, системы удобрения этой культуры, разрабатываются специализированные конопляные севообороты.

С 1940 г. развёртываются работы по агротехнике возделывания основных полевых культур. Длительное время изучались вопросы обработки чистых паров, проводилась сравнительная оценка чёрных и занятых паров; способы посева и нормы высева основных полевых культур; агротехники возделывания картофеля, корнеплодов, проса, гречихи и других культур.

В конце 60-х – начале 70-х гг. изучалась эффективность разноглубинной зяблевой вспашки на выщелоченных чернозёмах. На основании полученных данных была показана целесообразность проведения глубокой вспашки через 4–5 лет, в первую очередь, под пропашные культуры, а также при сильном засорении поле корнеотпрысковыми сорняками.

Продолжительное время проводились исследования по изучению новых сортов и форм удобрений, эффективности применения органических и минеральных удобрений. В 1980 г. закончены производственные опыты по проверке положительного влияния доломитной муки Иссинского карьера на агрофизические и агрохимические свойства выщелоченного чернозёма и урожай различных культур.

На основании всех этих работ была выявлена эффективность и дозировки, соотношения и способы внесения органических и минеральных удобрений под различные сельскохозяйственные культуры. Уточнены нормативы расхода известковых материалов для сдвига реакции до оптимального уровня pH. Получены данные о продуктивности полевых севооборотов в зависимости от насыщения их зерновыми культурами. Выявлена эффективность плоскорезной обработки почвы и сочетание её с традиционной вспашкой в системе полевого севооборота, влияние плоскорезной обработки на

изменение водных и физических свойств почвы и урожай сельскохозяйственных культур.

Материалы исследований явились основой для разработки и внедрения научно-обоснованных систем земледелия в Пензенской области.

С организацией Пензенского научно-исследовательского института сельского хозяйства в 1992 г. был создан отдел земледелия и удобрений, в состав которого вошли три лаборатории: лаборатория севооборотов, лаборатория обработки почвы и лаборатория систем удобрений.

Основное направление отдела – разработка биологических принципов ведения земледелия [2]. Отдел в разное время возглавляли: доктор сельскохозяйственных наук, профессор В.Н. Литвинов (1993 г.), кандидат сельскохозяйственных наук Н.П. Охрименко (1994–1995 гг.), кандидат сельскохозяйственных наук З.А. Кирасиров (1996–1999 гг.).

В лаборатории севооборотов были разработаны специализированные конопляные и полевые севообороты. Дана оценка действия и длительности последействия чистых и сидеральных паров на урожай сельскохозяйственных культур и отдельные показатели плодородия почвы.

Основным направлением работы лаборатории являлось разработка и совершенствование севооборотов, обеспечивающих воспроизводство плодородия и повышения продуктивности сельскохозяйственных культур за счёт различных уровней поступления органического вещества в почву, скорости его трансформации при возделывании моно- и поликультур.

Исполнителями этих работ были научные сотрудники Л.Е. Вельмисева и В.И. Золотов. Научным руководителем этих исследований с 1993 по 1999 гг. был заведующий лабораторией А.В. Бойко [3].

Сотрудниками лаборатории обработки почвы изучены и внедрены в производство поверхностные способы обработки почвы под озимые культуры. Установлена эффективность чередования поверхностных обработок с глубокой отвальной и безотвальной вспашкой в системе севооборотов.

Основным направлением лаборатории являлось проведение исследований по изысканию способов минимализации обработки, обеспечивающей защиту почв от эрозии, формирование на поверхности почвы мульчирующего слоя как регулятора водного, пищевого и микробиологического режимов. Были заложены многолетние стационарные полевые опыты, где изучалось семь способов основной обработки почвы: 1– вспашка; 2 – лущение + вспашка; 3 – чизельная обработка; 5 – поверхностная обработка; 6 – поверхност-

ная обработка + культивация; 7 – нулевая обработка. Исследования проводились в семипольном севообороте: пар чистый – озимая пшеница – овёс+клевер – клевер первого года пользования – клевер второго года пользования – озимая рожь – просо. По результатам этих исследований дана оценка эффективности различных способов обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур в севообороте. Исполнителями этих работ являлись младшие научные сотрудники А.В. Алексеев и С.В. Сальников. Научным руководителем и ответственным исполнителем с 1993 по 1999 гг. являлся кандидат сельскохозяйственных наук З.А. Кирасиров [4].

Сотрудниками лаборатории систем удобрений в предшествующий период изучены эффективность использования навоза, соломы, сидератов, минеральных удобрений и их сочетаний на выщелоченных суглинистых чернозёмах. Выявлена эффективность доз и соотношений азотных, фосфорных и калийных удобрений под озимые культуры. Определена эффективность известкования выщелоченных чернозёмов и внесения минеральных удобрений при разных уровнях обеспеченности почвы фосфором.

Основным направлением лаборатории являлось проведение исследований по оценке влияния органических, минеральных, бактериальных и комбинированных систем удобрений в севооборотах на плодородие почвы и урожай сельскохозяйственных культур. Исполнителями этих работ являлись: старший научный сотрудник М.А. Сизова и младшие научные сотрудники В.А. Самодуров и Т.Р. Мурсяев.

Научным руководителем и ответственным исполнителем этих работ с 1993 по 1999 гг. являлся кандидат сельскохозяйственных наук И.Н. Зеленин [5].

В 2002 г. на базе трёх лабораторий сформирована объединенная лаборатория земледелия и сортовой агротехники под руководством кандидата сельскохозяйственных наук Зуфяра Аббясовича Кирасирова. В штате лаборатории семь научных сотрудников, среди которых пять кандидатов сельскохозяйственных наук и два аспиранта.

Основная задача лаборатории на современном этапе – организация исследований по разработке систем земледелия нового поколения и современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Кроме того, ведутся работы по разработке сортовой агротехники для озимой и яровой пшеницы, ячменя, голозёрного овса, а также озимой ржи и тритикале.

Особое место занимают вопросы разработки современных ресурсосберегающих технологий, основанных на последних достижениях науки и техники, системном подходе к их освоению.

В настоящее время в лаборатории земледелия и сортовой агротехники продолжаются исследования по изучению влияния различных сидератов на плодородие почвы, продуктивность сельскохозяйственных культур и качество продукции в зависимости от способов заделки сидератов и норм минеральных удобрений (И.Н. Зеленин).

Развёрнуты многолетние стационарные опыты на эродированных склонах разной экспозиции по изучению почвозащитной способности сельскохозяйственных культур и повышения их продуктивности. Также изучаются вопросы, связанные с использованием комбинированных почвообрабатывающих и посевных машин нового поколения (Кирасиров З.А., Курятникова Н.А., Бакулова И.В.). В последние годы развернуты исследования по влиянию биологически активных веществ на поступление тяжёлых металлов в урожай сельскохозяйственных культур, а также разработаны методы прогноза поступления тяжёлых металлов в продукцию растениеводства (Кирасиров З.А., Криушин Н.В.) [6, 7].

Сотрудниками лаборатории земледелия предложены новые технологические комплексы возделывания зерновых культур, которые включают зерновые и зернотравяные севообороты короткой ротации, минимальные и дифференцированные способы обработки почвы, высокоэффективные системы удобрений с биологическими приёмами воспроизводства почвенного плодородия (Кирасиров З.А., Курятникова Н.А.) [8].

В последние годы значительная часть склоновых земель оказалась под естественными залежами крайне низкой окультуренности и продуктивности. Однако в целом эти земли ещё сохраняют значительные потенциальные возможности для производства грубых полноценных кормов.

Сохранение необоснованно распаханных участков от дальнейшей деградации на склоновых землях разных экспозиций, а по возможности, и восстановление их прежнего природного состояния актуально для условий лесостепи Поволжья.

В связи с этим на базе лаборатории земледелия (научный руководитель З.А. Кирасиров, ответственные исполнители, кандидаты сельскохозяйственных наук Л.Е. Вельмисева, И.В. Бакулова и О.А. Тимошкин) проводятся исследования по теме «Изучить продуктивность и почвозащитное действие чистых и смешанных посевов многолетних трав на склоновых землях различной экспозиции». В результате проведённых исследований будут даны рекомендации по повышению потенциала деградированных склоновых земель за счёт подбора культур, способных давать высокие урожаи и обладающие наибольшими почвозащитными свойствами.

В 2006–2008 годах сотрудниками лаборатории были разработаны 5 рекомендаций.

1. Опубликовано практическое руководство «Применение сидерации в Пензенской области» [9]. Авторы подробно излагают цель и задачи исследований, т.к. современный уровень внесения органических удобрений (навоза, компостов, торфа и др.) не может обеспечить стабилизацию и повышение почвенного плодородия. Поэтому возникает необходимость применения альтернативных вариантов накопления органического вещества в почве. Наукой и практикой установлено, что наиболее эффективный вариант повышения почвенного плодородия – применение сидерации.

Учитывая современное крайне низкое экономическое и материально-техническое состояние большинства сельскохозяйственных предприятий, важно выбрать такие сидераты, с помощью которых можно было бы наиболее экономично решить вопросы, повышения продуктивности сельскохозяйственных культур.

Исследования по подбору наиболее эффективных сидеральных культур и их влияние на продуктивность культур в звене севооборота проводили на выщелоченных чернозёмах в стационарных полевых опытах Пензенского НИИСХ.

Исследования показали, что продуктивность и удобрительная ценность сидератов зависели от вида растений. Более высокие показатели принадлежат представителям семейства бобовых.

Заделка биомассы всех исследуемых культур оказала положительное влияние на повышение продуктивности культур звена севооборота как при прямом действии (озимая пшеница), так и в последействии (просо).

В зависимости от вида сидератов в среднем за 3 года исследований прибавка урожая озимой пшеницы составила от 7% при заделке рыжика озимого до 22% донника жёлтого. Прибавка проса, выращиваемого в последействии, составила от 6 до 16% относительно неудобренного чистого пара.

Исследованиями, проведёнными на выщелоченных чернозёмах опытного поля Пензенского НИИСХ, установлено положительное влияние заделки сидеральных смесей в звене севооборота сидеральный пар – озимая пшеница – просо. В зависимости от состава смесей прибавка урожая при прямом действии составила от 14 до 28%, а в последействии от 9 до 20%.

Наличие разнообразных вариантов смесей позволяет варьировать в практической ситуации в производственных условиях. Так, в ОПХ «Центральное» Пензенского НИИСХ в острозасушливом 1998 г. озимая пшеница Безенчукская 380 по сидеральному пару (вика яровая + редька масличная) дала 3,61 т/га, в то время, как по гороху – только 2,67 т/га. Урожайность картофеля сорта Лорх в ОПХ

«Михайловское» Пензенского НИИСХ по сидеральному пару (вика яровая + горчица белая) составила 28,5 т/га, а по озимым – 23,7 т/га.

2. З.А. Кирасировым и Н В. Криушиным разработаны рекомендации «Ведение сельского хозяйства на загрязнённых территориях Пензенской области». Здесь авторы указывают, что вследствие эксплуатации атомных электрических станций и других предприятий ядерного топливного цикла, а также при возникновении аварийных ситуаций, часть продуктов деления и нейтронной активации может поступать в биосферу. Загрязнение почв и растений радиоактивными выпадениями происходит при оседании из атмосферы компонентов аэрозольных и газообразных выбросов.

Выпадение радиоактивных аэрозолей «твёрдой» или «влажной» формы на поверхность растений приводит к накоплению в их надземной массе оседающих радионуклидов. Радиоактивные вещества могут поступать также и из почвы через корневую систему растений. При этом значительна роль таких факторов, как климатические условия и типы почв.

Особую группу загрязнителей представляют тяжёлые металлы, сохраняющиеся в почве длительное время и поступающие в разные органы растений.

Продукция, содержащая радиоактивные вещества и тяжёлые металлы, приводит к снижению здоровья живущего поколения и появлению генетических последствий для будущих поколений. В настоящее время почва является основным источником поступления радионуклидов и тяжёлых металлов в сельскохозяйственную продукцию. Основным радионуклидом, загрязняющим продукцию, выращиваемую в лесостепи Поволжья, является цезий-137.

Установлено, что система ведения растениеводства на загрязнённых территориях должна включить комплекс мероприятий, направленных на получение относительно «чистой» продукции, который состоит из четырёх групп: организационные, агротехнические, агрохимические и технологические.

Выявлено, что накопление радионуклидов и тяжёлых металлов в растениях уменьшается в следующем ряду: корни > листья > стебли > корнеплоды > семена > клубни. Поэтому для выращивания на загрязнённых почвах надо выбирать вид с наименьшим загрязнением потребляемой части растений.

3. З.А. Кирасировым и Н.А. Курятниковой подготовлены к изданию рекомендации по особенностям технологии возделывания овса голозёрного в условиях лесостепи Поволжья.

В этих рекомендациях авторы подробно излагают цель и задачи этих исследований, т.к. в последнее время возрастает интерес исследователей и сельхозпроизводителей к голозёрным формам

овса. Это объясняется тем, что возделывание этой культуры позволяет получать с единицы площади зерна без пленки больше и с меньшими затратами, чем при выращивании плёнчатого овса для его последующей переработки на ядрицу.

Установлено, что в среднем за годы исследований урожайность зерна овса голозёрного составила 2,35 т/га на безотвальном рыхлении и глубине заделки семян на 3–4 см, и 2,21 т/га – при отвальной обработке и глубине заделки семян на 5–6 см. Применение регулятора роста позволило получить максимальный урожай 2,46–2,47 т/га, что на 5,1–11,3% выше по сравнению с вариантами, где не применялись регуляторы роста.

Расчёты энергетической или экономической эффективности показали, что наиболее эффективным способом основной обработки почвы под овёс голозёрный является безотвальное рыхление на глубину 20–22 см и заделка семян на 3–4 см. Коэффициент энергетической эффективности при этом составил 5,75 на контроле и 5,89 при применении регулятора роста, уровень рентабельности – 269–231%. Наиболее энергетически эффективными на отвальной обработке были варианты с глубиной заделки семян на 5–6 см, при которой коэффициент энергетической эффективности составил 4,42–4,91 и уровень рентабельности 232–218%.

Поэтому авторы пришли к выводу, что для получения устойчивых урожаев высококачественного зерна овса сорта Тюменский голозёрный в условиях лесостепи Среднего Поволжья рекомендовать применение безотвального рыхления почвы на глубину 20–22 см и заделку семян на 3–4 см.

Обработку растений овса голозёрного от полегания следует проводить водным раствором регулятора роста хлорхолинхлорид в период конец кущения–начало выхода в трубку, норма расхода препарата – 2 кг/га, расход рабочей жидкости 300 л/га.

4. З.А. Кирасировым и И.В. Бакуловой подготовлены к изданию рекомендации производству «Особенности технологии возделывания озимой пшеницы в условиях лесостепи Поволжья».

Озимая пшеница – важнейшая продовольственная культура, занимающая значительный удельный вес в структуре зернового клина Средневолжского региона Российской Федерации. Она отличается высокими урожаями зерна при хорошем его качестве.

Авторами указывается, что одним их 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 посева, нормы высева и режимы мине-

рального питания, которые главным образом определяют величину и стабильность урожаев.

В результате многолетних исследований показана актуальность изучения комплексного воздействия технологических приёмов (сроки посева, нормы высева, фон минерального питания) на зимостойкость, урожайность и качество новых и перспективных сортов озимой пшеницы.

В Пензенской области на 2008 г. районированы семь сортов озимой пшеницы. Исследования были проведены на сортах Безенчукская 380 (стандарт), Московская 39 и Золушка.

Установлено, что при применении удобрений ($N_{90}P_{40}K_{50}$) по сортам урожайность составила 3,03–3,66 т/га, что на 0,20–0,28 т/га выше, чем на естественном фоне.

Наибольший урожай зерна – 3,12 т/га у сорта Безенчукская 380 и 3,10 т/га у сорта Золушка – получен при посеве во 2 декаде сентября.

Сорт озимой пшеницы Московская 39 характеризуется высокой пластичностью, возможно смещение сроков посева в сторону ранних или более поздних (доля влияния срока посева на урожайность всего 2%).

Оптимальная норма высева сорта Безенчукская 380 – 6 млн. всхожих семян на гектар, сортов Золушка и Московская 39 – 5 млн./га.

Наибольшее количество белка в зерне озимой пшеницы накапливалось при посеве в третьей декаде сентября: у сорта Безенчукская 380 – 16,0%, у сорта Золушка – 16,4%, у сорта Московская 39 – 17,1%.

Высокое содержание клейковины у сорта Безенчукская 380 (29,9%) и Московская 39 (32,0%) получено при посеве во второй декаде сентября, у сорта Золушка (30,5%) – при посеве в третьей декаде сентября. По стекловидности, натуре зерна, массе 1000 семян сорт Безенчукская 380, Золушка и Московская 39 классифицировались как филлеры.

Наиболее энергетически эффективным приёмом является посев сортов Безенчуская 380 и Золушка во второй декаде сентября. Коэффициент энергетической эффективности 4,3 и 4,4, у сорта Московская 39 – 5,3.

Наименьшая себестоимость зерна, наибольший условный чистый доход и уровень рентабельности получены при посеве во второй декаде сентября у сортов Безенчукская 380 и Золушка 1535 и 1496 руб./т; 8010 и 8064 руб./га; 168 и 175%. У сорта Московская 39 данный показатель был на одном уровне при посеве в первой и второй декадах сентября 1292 руб./т; 10140 руб./га и 218%. Экономически эффективнее для сортов Золушка и Московская 39 норма

высева 5 млн. всхожих семян/га, сорта Безенчукская 380 – 6 млн. всхожих семян/га.

5. Л.Е. Вельмисева и З.А. Кирасиров подготовили практические рекомендации «Особенности технологии возделывания новых сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Пензенской области», в которых научно обоснованы и предложены основные элементы технологии возделывания новых сортов яровой мягкой пшеницы.

Яровая мягкая пшеница – важнейшая зерновая культура Поволжья и России, дающая основное сырье для хлебопечения. В последние годы сортовой потенциал этой культуры, как по урожайности, так и по качеству зерна реализуется не в полном объёме. Это связано с несоответствием отдельных приёмов агротехники биологическим требованиям сортов в новых экономических условиях хозяйствования. Точная адаптивная сортовая агротехника – существенный резерв увеличения валовых сборов и качества зерна.

В увеличении урожайности и повышении качества зерна важное место принадлежит агротехнике. Однако сам уровень урожайности в значительной степени определяется наследственными хозяйственно – биологическими свойствами сортов. Все агротехнические приёмы должны быть органически взаимосвязаны и направлены на мобилизацию потенциальных возможностей сортов. Высокие и устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур при хорошем качестве продукции можно получить только при использовании сортов, приспособленных к возделыванию в местных условиях.

В настоящее время в Пензенской области районировано 8 сортов яровой мягкой пшеницы. В их число входят сорта Пирамида и Юлия, созданные совместно селекционерами Пензенского и Самарского НИИСХ, для этих сортов, а также для сорта Нива 2 (стандарт) нами в полевых условиях проведены исследования. Анализ отдельных агроприёмов возделывания яровой пшеницы в регионе вызван рядом объективных причин:

- меняются наборы рекомендованных производству сортов, появляются новые сорта, генотипическая специфика которых требует индивидуального подхода к приёмам их возделывания;
- отмечается потепление климата и увеличение выпадения осадков в основном в осенне-зимний период, а также их перераспределение в течение вегетационного периода.

Яровая пшеница более требовательна к плодородию почвы по сравнению с другими зерновыми культурами.

Исследованиями установлено, что в условиях чернозёмов выщелоченных ведущая роль в формировании урожайности принадлежит фону минерального питания (доля влияния до 72%).

Средняя расчётная норма удобрений на планируемую урожайность 40 ц/га при возделывании на полях Пензенского НИИСХ (чернозём выщелоченный) составляет – $N_{80}P_{70}K_{30}$.

При применении удобрений в среднем по сортам урожайность составила 2,91–3,33 т/га, что на 0,24–0,55 т/га выше, чем на естественном фоне. Сорта Пирамида и Нива 2 более отзывчивы на применение удобрений.

Сроки посева – один из ключевых вопросов агротехники, от которого в значительной степени зависит величина и качество урожая.

В Энциклопедическом сельскохозяйственном словаре (1959) указывается, что сроки весеннего посева определяются состоянием почвы. Ранний срок посева определяется наступлением физической спелости почвы, средний – когда почва начнет прогреваться и наступает её биологическая спелость, а сорняки начинают прорастать, поздний – когда почва хорошо прогревается, появляется массовые всходы сорняков, минуют весенние заморозки.

Проведённый нами анализ гидротермических условий позволил установить, что в последние 20 лет в условиях выщелоченных чернозёмов Пензенской области увеличилось количество лет, благоприятных по влагообеспеченности мая месяца. В этой связи существенно изменился характер формирования урожайности яровой пшеницы. Нашими исследованиями установлено, что посев при биологической спелости почвы без применения удобрений обеспечивает прибавку урожайности по сравнению с ранним сроком посева у сортов Нива 2 – 0,46 т/га, Пирамида – 0,47 т/га, Юлия – 0,26 т/га. На удобренном фоне прибавка урожайности увеличивается до 0,93 т/га у сортов Нива 2 и Пирамида и до 0,41 т/га – у сорта Юлия. При позднем посеве на неудобренном фоне наблюдалось повышение урожая на 6–12% и снижение на 7–10% при использовании удобрений по сравнению с ранним сроком посева.

Существенного влияния норм высева (4–6 млн. всхожих семян/га) на урожайность зерна не выявлено. Нами установлено, что при выборе нормы высева для сорта Нива 2 и Пирамида следует отдать предпочтение 5 млн. всхожих семян на гектар, для сорта Юлия – 4 млн. всхожих семян на гектар, так как эти нормы способствуют проявлению потенциала качества зерна.

В 2005 г. сотрудник отдела Л.Е. Вельмисева защитила кандидатскую диссертацию на тему «Формирование продуктивности и качества зерна сортов яровой мягкой пшеницы в зависимости от приёмов возделывания в условиях лесостепи Среднего Поволжья» [10]. Цель исследований – изучить особенности формирования продуктивности яровой мягкой пшеницы и обосновать приёмы по-

лучения высокой урожайности с оптимальными показателями качества для хлебопечения.

Впервые в среднем Поволжье изучено влияние комплекса технологических приёмов (сроки посева, минеральные удобрения, нормы высева) на формирование урожая и качества зерна новых сортов яровой мягкой пшеницы. Установлено, что в связи с изменением климата в регионе стабильно высокую урожайность яровой мягкой пшеницы обеспечивает посев не при наступлении физической спелости почвы, а при посеве в фазу биологической спелости почвы даже без внесения удобрений. Обоснованы элементы технологии возделывания яровой мягкой пшеницы Пирамида, Юлия, Нива 2, обеспечивающие стабильное получение высоких урожаев зерна хорошего качества.

Разработаны и рекомендованы для сортов яровой мягкой пшеницы Нива 2, Пирамида и Юлия сочетания элементов технологии возделывания (сроки посева, удобрения, нормы высева), позволяющие хозяйствам области получать стабильные урожаи зерна, пригодного для хлебопечения.

В 2007 г. сотрудник лаборатории земледелия и сортовой агротехники Н.А. Курятникова защитила кандидатскую диссертацию на тему «Биологические особенности и элементы технологии возделывания овса голозёрного в условиях лесостепи Среднего Поволжья» [11]. Целью исследований являлось изучение биологических особенностей овса голозёрного, научно обосновать и разработать наиболее эффективные приёмы получения стабильных урожаев высокого качества.

В задачи исследований входило:

- изучить особенности роста и развития овса голозёрного в зависимости от способа основной обработки почвы, глубины заделки семян и регулятора роста;
- выявить зависимость продукционного процесса овса голозёрного от приёмов технологии возделывания;
- выявить влияние основной обработки почвы, глубины заделки семян и регуляторов роста на элементы структуры урожая и качество зерна овса голозёрного;
- дать энергетическую и экономическую оценку приёмов возделывания овса голозёрного.

Применительно к условиям лесостепи Среднего Поволжья научно обоснованы и разработаны основные технологические приёмы возделывания новой пищевой, кормовой и лекарственной культуры овса голозёрного.

Установлено влияние основной обработки почвы, глубины заделки семян регулятора роста на продолжительность вегетационного периода, высоту и морфологию стебля; обосновано влияние

глубины заделки семян и применение регулятора роста на фотосинтетическую деятельность, и структуру урожая.

Разработаны и рекомендованы для овса голозёрного элементы технологии возделывания: основная обработка, глубина заделки семян, применение регулятора роста, позволяющие получать стабильные урожаи зерна 2,5–3,0 т/га, пригодного для диетического питания и кормовые цели.

В 2007 г. сотрудник отдела И.В. Бакулова защитила кандидатскую диссертацию на тему «Формирование урожайности и зимостойкость сортов озимой пшеницы в зависимости от элементов технологии в условиях лесостепи Среднего Поволжья» [12]. Цель работы – разработать научные основы совершенствования приёмов технологии возделывания озимой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья. В соответствии с поставленной целью определены следующие задачи:

- изучить особенности роста и развития сортов озимой мягкой пшеницы;
- выявить влияние сроков посева, норм высева и внесения удобрений на зимостойкость и сохранность растений после перезимовки;
- определить оптимальные параметры технологических приёмов, позволяющих получать высокую урожайность сортов озимой пшеницы;
- установить влияние агротехнических приёмов на формирование физических и биохимических показателей качества зерна;
- дать энергетическую и экономическую оценку возделывания сортов озимой мягкой пшеницы.

В результате комплексных исследований путём оптимизации сроков посева, норм высева и доз удобрений разработаны приёмы реализации продуктивного потенциала сортов озимой мягкой пшеницы Безенчукская 380, Золушка и Московская 39.

Предложены сельскохозяйственному производству адаптивные, экономически и энергетически обоснованные технологические приёмы возделывания, позволяющие управлять формированием устойчивых агроценозов озимой пшеницы и получать экономически оправданную урожайность. Внедрение научных разработок в практику обеспечит рост урожайности и улучшение качества зерна с повышенным содержанием в нем клейковины.

В настоящее время работа лаборатории сосредоточена на совершенствовании систем земледелия. Одним из таких путей является постепенный переход на биологическое земледелие, принципы которого построены на примере развития природных экосистем. Воспроизводство плодородия почвы и наращивание продуктивности сельскохозяйственных культур должны вестись на основе био-

логического земледелия при минимальных энергетических и трудовых затратах с минимальным использованием минеральных удобрений, пестицидов и других веществ, загрязняющих природную среду.

Поэтому на ближайшее время сотрудниками лаборатории будут решаться следующие задачи по шести направлениям.

1. Продолжая работу по тематике биологизации земледелия, планируется продолжение исследований по разработке биологических факторов сохранения почвенного плодородия и повышения продуктивности сельскохозяйственного производства и улучшения качества получаемой продукции. Целью дальнейших исследований является установление закономерностей изменения важных агрохимических свойств почвы при использовании в качестве удобрений зелёной массы, побочной продукции, поукосных и пожнивных остатков сельскохозяйственных культур.

2. Для зоны лесостепи Поволжья впервые будет дана оценка плодородия почвы и продуктивности зернового и зернотравяного севооборотов в зависимости от способа основной и предпосевной обработки почвы, обеспечивающие экологическую безопасность и ресурсосбережение; проведена сравнительная оценка изменения величины получаемых урожаев и качество производимой продукции возделываемых культур под влиянием комплексного воздействия предшественников, способов основной и предпосевной обработки почвы; определена эффективность зернового и зернотравяного севооборотов в зависимости от систем основной и предпосевной обработки почвы; изучена эффективность способов основной обработки почвы под сельскохозяйственные культуры и влияние их на агрофизические свойства, водный и пищевой режим, биологическую активность почвы и засоренность посевов; по каждому севообороту, на основе учётов поступления в почву и отчуждения органического вещества с полей, после окончания ротации будет рассчитан баланс гумуса по углероду и азоту. Ко времени итоговой этапной оценки опытов показатели прихода и расхода сравниваются с фактическим изменением динамики органического вещества (детритные и свежие растительные остатки, гумус и их суммарная масса). Будет дана комплексная оценка взаимодействия чередования культур и систем обработки почвы на общую производительность пашни и эффективное плодородие почвы в севооборотах.

3. Освоение смешанных посевов в сельском хозяйстве является одним из эффективных путей управления количеством и качеством растительной продукции, процессами оптимизации функционирования агроландшафтов. В условиях лесостепи Поволжья впервые будут изучены особенности выращивания овса голозёрного в смешанных посевах (вики яровой, узколистного люпина и кормовых

бобов с овсом голозёрным). В дальнейших исследованиях будет определена роль смешанных посевов овса голозёрного с люпином, викой яровой и кормовыми бобами как фактора оптимизации продукционного потенциала агроценозов в земледелии лесостепи Поволжья; установлены процессы биологического и физиолого-биохимического действия между компонентами смешанных посевов; выявлены оптимальные уровни и соотношение компонентов смешанных посевов люпина, вики яровой и кормовых бобов с овсом голозёрным; изучены динамика формирования урожая и показатели качества продукции смешанных посевов в зависимости от их состава; оценены энергоэкономическая эффективность возделывания смешанных посевов.

На основании этих исследований впервые будет разработана технология возделывания смешанных посевов, обеспечивающий повышение их урожая, получение высококачественной, экономически выгодной, экологически чистой продукции многоцелевого использования, оптимизацию плодородия почв и подавление развития сорных растений.

4. В современных условиях ресурсосбережение выступает в качестве одного из приоритетнейших и наиболее важных направлений в структурной перестройке методов ведения сельскохозяйственного производства. Ресурсосбережение является важной составной частью адаптивной стратегии интенсификации земледелия.

Будет определено влияние способов посева зерновых культур на равномерность размещения растений на единице площади. В производственных опытах будут испытываться опытный вариант сеялки – культиватора СКПС-6 (изготовитель Пензагрореммаш) с пневматической подачей семян и внутрипочвенным их распределением. Сравнительная оценка будут производиться с сеялками АУП-18,5; СУБ-48; СЗУ-3,6. Будут изучены равномерность подачи семян к распределителю сошника; равномерность распределения семян на поле; коэффициент использования засеваемой площади; агрофизические и агрохимические показатели почвы; влажность почвы по периодам и т. д.

Планируется изучить культивации комбинированными орудиями новых модификаций КПК-8; КПШ-10-1; ПАУК-6,0. Предварительными исследованиями установлено, что комбинированные многофункциональные агрегаты дают возможность в 1,5–2 раза сократить затраты, в 2 раза повысить производительность, а главное – сохранить пахотные земли от дальнейшей деградации и повысить эффективность их использования.

5. Одной из основных целей проводимых исследований микроэлементами и биологически активными веществами (БАВ) является получение стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных

культур в условиях лесостепи Поволжья при высоком качестве производимой продукции. Перспективным направлением для решения поставленных задач может быть изучение влияния применения микроудобрений и БАВ в комплексе с системой основной обработки почвы на увеличение продуктивности сельскохозяйственных культур. Разработка этих вопросов позволит в конечном итоге усовершенствовать регламенты применения микроэлементов и БАВ с учётом конкретных почвенно-климатических условий, набора культур и сортов и тем самым повысит их эффективность.

6. Разработать эффективные способы искусственного залужения для рационального использования эродированных и эрозионно опасных участков, консервации и воспроизводства плодородия почвы на временно неиспользованных землях. В ходе исследований будут оценены изменения продуктивности основных видов многолетних трав и качество их продукции во времени в зависимости от экспозиции склоновых земель; выявлены возможности отдельных видов многолетних трав в накоплении органического вещества и основных элементов питания в пахотном (0–30 см) и подпахотном (30–50 см) горизонтах почвенного профиля во времени, в сочетании с использованием потенциального самовоспроизводящегося резерва естественных травостоев на противоположных относительно холодных и тёплых (более увлажнённых и сухих) экспозиций склонов; изучена динамика изменений ботанического состава растительности (косимых и некосимых залежей) в зависимости от экспозиции склона и стартового влияния высеваемых трав в разных вариантах залежи; определены оптимальные варианты консервирования выщелоченных суглинистых чернозёмов на участках противоположных (северо-западных и юго-восточных) экспозиций склонов за счёт использования естественной и отдельных видов сеяных косимых и некосимых залежей; дана поэтапная оценка изменений основных агрофизических и агрохимических показателей почвенных профилей в зависимости от типа залежи. На основании экспериментальных данных будут предложены высокоэффективные и долголетние агроценозы, позволяющие увеличить продуктивность пашни и природных кормовых угодий, улучшить экологические условия территории.

Кроме этих работ, сотрудниками лаборатории разрабатывается сортовая агротехника новых и перспективных культур.

Литература

1. Земледелие. Термины и определения. ГОСТ 16265–80. – М, 1980.

2. Концепция развития биологического земледелия в Пензенской области. – Пенза, 1994. – 62 с.

3. Бойко, А.В. Севообороты как фактор регулирования плодородия выщелоченных суглинистых чернозёмов / Бойко А.В., Вельмисева Л.Е., Золотов В.И., Епифанова И.В. // Вопросы совершенствования сельскохозяйственного производства: Сб. науч. тр. – Пенза, 1995. – С. 51–60.

4. Кирасиров, З.А. Биоэнергетическая оценка различных систем обработки почвы / З.А. Кирасиров, С.В. Сальников // Сб. науч. статей Пензенской ГСХА. – Пенза, 1998. – С. 43–45.

5. Герасимов, В.А. Параметры минерального питания сельскохозяйственных культур на выщелоченных чернозёмах с различным содержанием подвижного фосфора в почве / Герасимов В.А., Сизова М.А., Золотов В.И., Мурсяев Т.Р. // Вопросы совершенствования сельскохозяйственного производства: Сб. науч. тр. – Пенза, 1995. – С. 85–92.

6. Криушин, Н.В. К вопросу о влиянии межсортовых различий сельскохозяйственных культур на поступление экотоксикантов в продукции растениеводства / Криушин Н.В., Кирасиров З.А. // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции: химическое загрязнение среды обитания и проблемы экологической реабилитации нарушенных экосистем. – Пенза, 2003. – С. 86–88.

7. Криушин, Н.В. К вопросу о прогнозировании поступления тяжёлых металлов в урожай сельхозкультур / Криушин Н.В., Кирасиров З.А., Салмин П.А. // Экология и безопасность жизнедеятельности: сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2004. – С. 74–75.

8. Курятникова, Н.А. Влияние различных систем обработки почвы на агрофизические свойства выщелоченных чернозёмов и урожайность голозёрного овса / Н.А. Курятникова, З.А. Кирасиров // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы: Сб. матер. III Международной науч.-практ. конф. – Пенза – Нейбранденбург, 2005. – С. 31–32.

9. Беляк, В.Б. Применение сидерации в Пензенской области: Практическое руководство / Беляк В.Б., Зеленин И.Н., Смирнов А.А., Чернышов А.В. – Пенза: РИО ПГСХА, 2005 – 28 с.

10. Вельмисева, Л.Е. Формирование продуктивности и качества зерна сортов яровой мягкой пшеницы в зависимости от приёмов возделывания в условиях лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. канд. с.-х. наук / Вельмисева Людмила Евгеньевна. – Пенза, 2005. – 23 с.

11. Курятникова, Н.А. Биологические особенности и элементы технологии возделывания овса голозёрного в условиях лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. канд. с.-х. наук / Курятникова Нина Александровна. – Пенза, 2007. – 18 с.

12. Бакулова, И.В. Формирование урожайности и зимостойкость сортов озимой пшеницы в зависимости от элементов технологии в условиях лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. канд. с.-х. наук / Бакулова Ирина Владимировна. – Пенза, 2007. – 20 с.

———

УДК 631.58:631.17

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ СЕВООБОРОТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ

Н.А. Курятникова, З.А. Кирасиров

В статье показано влияние способов основной обработки почвы на структуру сложения, общую пористость и пористость аэрации. Приведены данные по урожайности и балансу гумуса севооборотов при различных способах зяблевой обработки. Дана энергетическая и экономическая эффективность сельскохозяйственных культур в зависимости от способов обработки.

Задачи, выполняемые современным аграрным производством, требуют решения проблем экономии ресурсов и повышения производительности основных средств, главным из которых является земля. При сложившейся в настоящее время системе земледелия наблюдается практически повсеместное снижение плодородия почвы. За последние 100 лет содержание гумуса в чернозёмных почвах Среднего Поволжья уменьшилось на 20–30%. Значительное влияние на этот процесс оказывают как культуры севооборота, так и элементы технологии их возделывания.

Широко распространённая в настоящее время практика применения ежегодной отвальной обработки отрицательно влияет на потенциальное плодородие почв, снижая водопрочность почвенной структуры, увеличивая минерализацию гумуса, потери элементов минерального питания и повышая вероятность развития эрозионных процессов.

Излишнее насыщение севооборотов зерновыми культурами без научно рекомендованного соотношения бобовых ведёт к резкому ухудшению плодородия почв, фитосанитарной обстановки, повышению уровня почвоутомления. Одним из возможных путей, позволяющих изменить ситуацию, является введение в севообороты зернобобовых культур и многолетних бобовых трав.

В связи с этим исследования, посвященные изучению влияния сельскохозяйственных культур и элементов технологии их возделывания на почвенное плодородие, являются актуальными.

Исследования проводили в 2004–2007 гг. на опытном поле Пензенского НИИСХ. Почва опытного участка – чернозём слабовыщелоченный, pH – 5,7, содержание гумуса 5,94%, гидролизуемого азота – 107–111, подвижного фосфора 140–156 и обменного калия 138–140 мг/кг почвы.

Способы обработки почвы (отвальная и безотвальная на глубину 20–22 см) предпосевные обработки (боронование + культивация) и (боронование + боронование) изучали в двух четырёхполь-

ных севооборотах: зерновом (зернобобовые – озимая пшеница – ячмень – овёс) и зернотравяном (клевер на сено – озимая пшеница – ячмень – овёс с подсевом клевера).

Годы исследований характеризовались различными гидротермическими условиями периода вегетации. Гидротермический коэффициент по Селянинову составил 1,91, 1,57, 0,88 и 1,32 соответственно в годы с 2004 по 2007.

На урожай озимой пшеницы и ячменя наибольшее влияние оказывали метеорологические условия в период «выход в трубку–колошение», а у голозёрного овса в фазу «выход в трубку–вымётывание».

Количество осадков, выпавших в эти фазы развития растений, превышало среднемноголетние показатели в 1,7–3 раза.

В 2006 г. осадков в этот период выпало на 8 мм меньше, чем среднемноголетних, но количество влаги в почве от зимне-весенних осадков было достаточным для роста и развития растений.

Метеорологические условия 2007 г. были менее благоприятными для роста, развития и формирования урожайности сельскохозяйственных культур.

В наших исследованиях существенное влияние на плотность почвы слабовыщелоченных чернозёмов оказывали варианты обработки. К тому же и сами культуры оказывают неодинаковое влияние на агрофизическое состояние почв. Полученные нами результаты свидетельствуют, что плотность пахотного слоя весной была оптимальной для всех культур.

Плотность почвы под голозёрным овсом в чистых посевах существенно отличалась по своему влиянию на плотность сложения пахотного горизонта, особенно в слоях 10–20 и 20–30 см. В начале весенней вегетации более рыхлое сложение пахотного горизонта отмечалось на вариантах, обработанных плугом с отвалом, и находилось в пределах 0,98–1,01 г/см^3 (в слое 0–10 см), 1,05–1,07 см^3 (10–20 см), 1,07–1,09 г/см^3 (20–30 см); при безотвальном рыхлении соответственно 1,05–1,07 г/см^3, 1,10–1,12 г/см^3, 1,13–1,15 г/см^3.

Плотность почвы в начале весенней вегетации под кормовыми бобами в зерновом севообороте находилась в пределах 1,09–1,10 при безотвальном рыхлении и 1,07–1,08 г/см^3 на отвальной обработке, ко времени уборки почва уплотнилась до 1,10–1,12 и 1,09–1,14 г/см^3 соответственно (табл. 1).

Так, предшественники озимой пшеницы и способы основной обработки оказывают различное воздействие на величину плотности почвы и её пористость. В зерновом севообороте после зернобобовых на зерно, в качестве предшественника, при безотвальном рыхлении плотность почвы в пахотном слое составила 1,12 г/см^3 при применении предпосевного боронования + культивация, а при

двукратном бороновании 1,13 г/см^3. Применение отвальной обработки снижает данный показатель на 0,12 г/см^3.

Таблица 1 – Влияние способов обработки почвы на структуру сложения в слое 0–30 см, г/см3, 2004–2007 гг.

Культура	Факторы			Срок определения	
	сево-оборот	основная обработка почвы	предпосевная обработка	в начале вегетации	перед уборкой
голозёрный овёс	зерновой	безотвальная	1	1,11	1,16
			2	1,09	1,14
		отвальная	1	1,05	1,09
			2	1,04	1,08
кормовые бобы		безотвальная	1	1,09	1,11
			2	1,10	1,12
		отвальная	1	1,07	1,10
			2	1,08	1,09
озимая пшеница		безотвальная	1	1,12	1,14
			2	1,13	1,15
		отвальная	1	1,00	1,03
			2	1,01	1,03
ячмень		безотвальная	1	1,06	1,08
			2	1,09	1,11
		отвальная	1	1,04	1,07
			2	1,06	1,08
голозёрный овёс + клевер	зерно-травяной	безотвальная	1	1,12	1,16
			2	1,10	1,15
		отвальная	1	1,06	1,10
			2	1,05	1,09
клевер 1 г. п.		безотвальная	1	1,10	1,15
			2	1,11	1,16
		отвальная	1	1,00	1,14
			2	1,01	1,15
озимая пшеница		безотвальная	1	1,06	1,09
			2	1,07	1,10
		отвальная	1	1,02	1,06
			2	1,04	1,06
ячмень		безотвальная	1	1,05	1,07
			2	1,07	1,09
		отвальная	1	1,03	1,06
			2	1,04	1,06

Примечание: 1 – боронование + культивация; 2 – боронование + боронование

Плотность почвы под ячменём в зерновом и зернотравяном севооборотах, предшественником которого была озимая пшеница,

особых различий не имела. При безотвальном рыхлении она составила 1,06–1,09 г/см^3 и 1,03–1,04 г/см^3, на отвальной обработке 1,04–1,06 г/см^3 и 1,05–1,07 г/см^3 соответственно. Более рыхлая плотность почвы (1,00–1,01 г/см^3) наблюдалась в посевах клевера 1 года пользования на отвальной обработке, применение безотвального рыхления приводит к уплотнению пахотного слоя до 1,10–1,11 г/см^3.

В посевах голозёрного овса с подсевом клевера плотность сложения почвы составила 1,10–1,12 г/см^3 при безотвальном рыхлении и 1,05–1,06 г/см^3 на отвальной обработке.

В зернотравяном севообороте под озимой пшеницей после клевера 1 года пользования плотность пахотного слоя составила при безотвальном рыхлении 1,06–1,07 г/см^3 и отвальной обработке 1,02–1,04 г/см^3.Ко времени уборки культур существенного уплотнения почвы в пахотном слое не произошло, за исключением в посевах голозёрного овса с подсевом клевера и клевера 1 года пользования, где плотность составила 1,15–1,16 при безотвальном рыхлении и 1,14–1,15 г/см^3 на отвальной обработке.

Различные влажность и плотность почвы обусловили различную общую пористость и пористость аэрации её пахотного слоя (табл.2).

Установлено, что способы основной обработки существенно влияли на изменение общей пористости пахотного слоя (0–30 см) слабовыщелоченных чернозёмов. Так, на отвальной обработке она выше, чем при безотвальном рыхлении зяби и составила при посеве сельскохозяйственных культур 56,0–60,6% в зерновом и 56,3–61,0% в зернотравяном севообороте, в период уборки 54,8–59,9% в зерновом и 54,5–58,9% в зернотравяном севообороте.

Не менее важной характеристикой пористости почвы является величина её аэрируемой части, т.е. той части пористости, которая заполнена воздухом. Для пахотных угодий оптимальной является пористость аэрации не менее 15% от общего объёма пор в почве.

Одним из важнейших элементов плодородия почвы является её структурное состояние, т.к. с ней тесно связаны многие агрофизические свойства почвы.

Агрегатный состав, или макроструктура почв представляет собой размеры агрегатов от 0,25 до 10 мм и является ценной с агрономической точки зрения, т.к. она оказывает положительное влияние на целый ряд свойств и режимов почв [1]. Поэтому разрабатываемая система обработки почвы для возделывания любой культуры должна решать, прежде всего, вопросы сохранения и восстановления агрономически ценной структуры.

По всем вариантам опыта в пахотном слое общее количество агрономически ценных агрегатов с глубиной уменьшается на 1,3–5,2 % и увеличивается рост доли комковатой фракции >10 мм.

Таблица 2 – Влияние способов обработки почвы на пористость и аэрацию в слое 0–30 см (2004–2007 гг.)

Культура	Факторы			Общая пористость, %		Пористость аэрации, %	
	севооборот	основная обработка почвы	предпосевная обработка	в начале вегетации	перед уборкой	в начале вегетации	перед уборкой
Голозёрный овёс	зерновой	безотвальная	1	56,6	54,8	28,4	28,0
			2	57,3	55,6	27,4	27,1
		отвальная	1	59,1	57,3	29,2	28,7
			2	59,2	57,7	29,4	27,5
Кормовые бобы		безотвальная	1	57,4	56,6	29,1	28,5
			2	57,0	56,3	27,3	27,0
		отвальная	1	58,2	57,0	27,4	27,1
			2	57,8	57,3	29,0	28,6
Озимая пшеница		безотвальная	1	56,4	55	22,5	26,8
			2	56,0	55	21,5	31,1
		отвальная	1	60,6	60	32,2	28,3
			2	60,5	59	29,2	31,6
Ячмень		безотвальная	1	58,6	57,8	26,2	29,3
			2	57,5	56,6	24,3	27,7
		отвальная	1	59,4	58,3	27,6	30,2
			2	58,7	57,9	26,4	29,5
Голозёрный овёс + клевер	зернотравяной	безотвальная	1	56,3	54,7	28,1	29,1
			2	57,0	55,1	27,5	31,2
		отвальная	1	58,6	57,0	27,7	27,1
			2	59,0	57,4	28,1	28,3
Клевер 1 г.п.		безотвальная	1	57,1	54,9	24,1	31,6
			2	56,6	54,5	23,2	30,3
		отвальная	1	61,0	55,6	24,0	32,6
			2	60,6	55,2	24,1	32,1
Озимая пшеница		безотвальная	1	58,7	56,9	26,9	36,1
			2	58,2	58,9	26,0	36,4
		отвальная	1	60,0	58,6	29,2	38,7
			2	59,3	58,5	27,9	38,5
Ячмень		безотвальная	1	59,0	58	27,3	38,6
			2	58,1	57	26,0	37,3
		отвальная	1	59,9	58	29,2	39,4
			2	59,2	58	28,0	39,0

Применение различных способов основной обработки почвы оказывают определённое влияние на агрегатный состав.

Так, структурный анализ почвы при возделывании озимой пшеницы в зерновом и зернотравяном севооборотах в зависимости от способов обработки почвы показал, что изучаемые системы создавали благоприятные сложение по всем вариантам обработки.

Количество агрегатов размером 0,25–10 мм в пахотном слое было не менее 54,7% по всем вариантам обработки.

Существенных различий в содержании агрегатного состава по разным предшественникам не наблюдалось. Агрегатов в диаметре более 10 мм при безотвальном рыхлении и отвальной обработке насчитывалось более 30%. Так, в зерновом и зернотравяном севооборотах по отвальной обработке этот показатель варьировал от 30,8% до 35,35%, а по безотвальному рыхлению – от 31,9% до 37,3%. Содержание микроагрегатов при безотвальном рыхлении и отвальной обработке находилось в пределах 2,3–11,1%.

В чистых посевах в зерновом севообороте под голозёрным овсом количество глыбистых фракций при безотвальном рыхлении составило 37,0%, а на отвальной обработке 35,0%, в зернотравяном севообороте с подсевом клевера количество глыбистых фракций снизилось на 1,7–2,4%.

Структурный анализ почвы при возделывании ячменя в зерновом и зернотравяном севооборотах показал, что при безотвальном рыхлении количество глыбистых фракций было больше по сравнению с вспашкой на 4,9–5,1 %.

По клеверу 1 года пользования глыбистой фракции в пахотном слое при безотвальном рыхлении было больше на 3,0% по сравнению с вспашкой.

Коэффициент структурности в слое 0–30 см на отвальной обработке под сельскохозяйственными культурами составил 1,34–1,83 при безотвальном рыхлении 1,24–1,80.

Коэффициент структурности в пахотном слое при возделывании ячменя наибольшим был на отвальной обработке и составил 1,34–1,43%, при безотвальном рыхлении 1,21–1,24% , при возделывании клевера 1 года пользования коэффициент структурности варьировал от 1,38 до 1,56 %.

Таким образом, анализ структурного состояния почвы за годы исследований показывает, что при применении безотвального рыхления количество глыб более 10 мм в диаметре в пахотном слое почвы по всем предшественникам больше и находится в пределах 31,9–37,3 %.

Приёмы основной обработки почвы, изменяя структуру сложения характер её поверхности, оказывают большое влияние на накопление и сохранение осенне-зимних и весенних осадков.

В начале вегетационного периода запас доступной влаги при применении обработок в зерновом и зернотравяном севооборотах под культурами составил 50,7–54,6 и 54,1–56,5 мм в слое 0–30 см и 195,6–194,1; 196,2–198,4 мм в метровом слое соответственно.

Применение безотвальной обработки по сравнению с традиционной вспашкой весной обеспечивает незначительное повыше-

ние запаса почвенной влаги в севооборотах на 2,4–3,4 мм в пахотном слое на 4,6–6,3 мм в метровом за счёт максимального сохранения стерни на поверхности почвы для накопления снега и влагозарядки. За счёт создания стерневой мульчи смягчается механическое воздействие на почву и стабилизируется повышение запаса почвенной влаги.

Наименьшее количество доступной влаги в метровом слое содержалось на посевах клевера 1-го года пользования 150,4–153,0 мм.

Ко времени уборки содержание влаги снизилось по всем обработкам под всеми культурами, за счёт потребления растениями и физического испарения.

В практике земледелия велико значение агротехнических мероприятий, способствующих более мощному развитию, как надземной массы, так и корней растений. Работа многих авторов показывает, что у всех полевых культур основная масса корней сосредоточена в поверхностном слое почвы.

Сельскохозяйственные культуры развивают различную по глубине проникновения корневую систему и формируют различную их массу. В пределах одного вида растений количество поступающего в почву органического вещества может существенно изменяться в зависимости от условий окружающей среды, плодородия почвы, осадков и т.д. С целью изучения этого вопроса нами определялось количество растительных остатков, поступающих в почву от предшествующих культур.

В наших исследованиях наибольшее количество растительных остатков в зернотравяном севообороте оставляет после себя овёс с подсевом клевера – 3,59–3,68 т/га.

Количество корневых остатков в слое 0–20 см и пожнивных остатков озимой пшеницы выше при отвальной обработке и составляет 3,27–3,55 т/га, при безотвальном рыхлении 3,18–3,42 т/га. При возделывании ячменя остаётся 3,03–3,32 т/га растительных остатков.

Особая роль в повышении плодородия почв принадлежит многолетним травам, т. к. они дают хорошую возможность пополнения почв органикой. Наибольшее количество растительных остатков отмечено в зернотравяном севообороте с клевером 1-го года пользования 6,42–6,56 т/га.

Суммарное поступление растительных остатков в почву показывает, что наибольшее их количество поступает в зернотравяном севообороте в звене – клевер 1-го года пользования, озимая пшеница, ячмень, овёс с подсевом клевера. В среднем на 1 га севооборотной площади при отвальной обработке поступает максимальное количество растительных остатков – 4,19 т/га.

Исходными положениями при расчёте гумусового баланса в севообороте являются научно обоснованные статьи расхода–прихода органически связанного углерода в интенсивно используемой пахотной почве.

Расходной частью гумусового баланса является вынос с урожаем, а приходная часть складывается из поступления органического вещества с корневыми и пожнивными остатками, побочной продукцией полевых культур.

Коэффициенты гумификации органического вещества растительных остатков рассчитываются по углероду. Коэффициент гумификации для растительных остатков зерновых культур, зернобобовых, многолетних трав – 25 %.

Рассчитав баланс гумуса по каждой культуре, определяем суммированием баланса гумуса за всю ротацию севооборота, или средний баланс за год. Из таблицы 3 видно, что в зерновом севообороте баланс гумуса выше на 89–96 кг по сравнению с балансом гумуса в зернотравяном севообороте.

Почва является сложным природным образованием, в котором происходят различные биохимические и биофизические процессы, влияющие на плодородие и урожай, поскольку между почвой и растительностью существует тесная взаимосвязь. Питание полевых культур и продукционный процесс растений напрямую связаны с активностью микробиологической трансформации питательных веществ из недоступных форм в растворимое состояние.

Для оценки деятельности почвенной микробиоты используют биологическую активность почвы. С растительными остатками в почву поступает в основном клетчатка. Интенсивность распада клетчатки в почве является отражением всего комплекса условий роста и развития растений и может служить интегрирующим фактором эффективного плодородия почвы в целом [2].

Опыты по определению биологической активности почвы проводили в посевах озимой пшеницы в фазу кущения и полной спелости, голозёрного овса, кормовых бобов, ячменя и клевера 1 года пользования в фазу полной спелости.

Исследования по определению биологической активности почвы в посевах голозёрного овса показали, что в условиях жаркой погоды при дефиците почвенной влаги в пахотном слое процесс разложения льняной ткани проходил очень медленно и составил на вспашке 25,7%, на безотвальной обработке 26,8% (табл. 4).

На посевах голозёрного овса с подсевом клевера биологическая активность почвы была значительно выше и составила на безотвальной обработке 30,2%, на отвальной 29,5%, на посевах ячменя и кормовых бобов – варьировала от 25,1 до 27,1%.

Таблица 3 – Расчётный баланс гумуса севооборотов при различных способах зяблевой обработки (2004–2007 гг.)

Культуры севооборота	Урожай основной продукции, т/га	Побочная продукция, т/га	Приход гумуса с растительными остатками	Приход гумуса из побочной продукции	Всего	Вынос гумуса с урожаем	Баланс
Зерновой севооборот (безотвальная обработка)							
овёс	2,29	3,43	0,366	0,343	0,709	0,230	0,479
зернобобовые	1,58	2,37	0,325	0,237	0,562	0,160	0,402
оз. пшеница	2,93	5,86	0,316	0,586	0,902	0,290	0,612
ячмень	2,13	2,98	0,318	0,298	0,616	0,210	0,406
ИТОГО							0,475
Зерновой севооборот (отвальная обработка)							
овёс	2,15	3,23	0,354	0,323	0,677	0,215	0,462
зернобобовые	1,52	2,28	0,316	0,228	0,544	0,152	0,392
оз. пшеница	2,80	5,60	0,301	0,560	0,861	0,280	0,581
ячмень	1,94	2,72	0,332	0,272	0,604	0,194	0,410
ИТОГО							0,461
Зернотравяной севооборот (безотвальная обработка)							
овёс +клевер	1,71	2,57	0,359	0,257	0,610	0,171	0,445
клевер 1 г. п.	7,44	1,86	0,642	0,186	0,828	0,740	0,088
оз. пшеница	3,10	6,20	0,341	0,620	0,961	0,310	0,651
ячмень	2,12	2,97	0,303	0,297	0,600	0,212	0,388
ИТОГО							0,379
Зернотравяной севооборот (отвальная обработка)							
овёс +клевер	1,63	2,45	0,368	0,245	0,613	0,163	0,450
клевер 1 г. п.	7,60	1,90	0,656	0,190	0,843	0,760	0,086
оз. пшеница	3,00	6,00	0,340	0,600	0,940	0,300	0,640
ячмень	1,94	2,72	0,312	0,272	0,584	0,194	0,390
ИТОГО							0,372

Биологическая активность почвы в фазу кущения на посевах озимой пшеницы независимо от способов обработок почвы составила 13,9–14,8%. За время от фазы кущения до полной спелости биологическая активность возрастала по всем способам обработки более чем в два раза, составив 31,3–34,1%.

Наиболее высокие показатели биологической активности почвы были получены на посевах клевера 1 года пользования. На этих вариантах льняная ткань разложилась на 41,4–42,3%.

Сорняки наносят большой ущерб сельскому хозяйству. Особенно значительный недобор урожая отмечается при засорённости посевов многолетними сорняками и овсюгом.

Таблица 4 – Влияние предшественников озимой пшеницы и способов основной обработки на целлюлозоразлагающую активность почвы

Культура	Севооборот	Предшественник	Способ основной обработки	Разложившаяся целлюлоза, %	
				в фазу кущения	в фазу полной спелости
Голозёрный овёс	зерновой	озимая пшеница	безотвальная		26,8
			отвальная		25,7
Зернобобовые		голозёрный овёс	безотвальная		27,1
			отвальная		26,8
Озимая пшеница		зернобобовые	безотвальная	13,9	31,3
			отвальная	14,2	33,4
Ячмень		озимая пшеница	безотвальная		25,6
			отвальная		25,1
Озимая пшеница	зернотравяной	клевер 1 г п.	безотвальная	14,4	32,4
			отвальная	14,8	34,1
Ячмень		озимая пшеница	безотвальная		26,2
			отвальная		26,0
Клевер 1 г.п.		овёс + клевер	безотвальная		41,4
			отвальная		42,3
Овёс +клевер		озимая пшеница	безотвальная		30,2
			отвальная		29,5

По данным Ульяновского НИИСХ [3,4], урожайность полевых культур от засорённости бодяком полевым снижалась от 20 до 42%. Овсюг в количестве 15, 50 и 100 стеблей на 1 м^2 уменьшает урожайность зерновых культур соответственно на 9–10%, 24–34% и 38–51%.

Многие сорняки при благоприятных условиях интенсивно развивают вегетативные органы, опережают в росте культурные растения и затеняют их. Это приводит к ослаблению фотосинтеза и снижению урожая сельскохозяйственных культур. Особенно сильно страдают от затенения в раннем возрасте те культуры, которые медленно проходят первые фазы роста (просо, кукуруза, лён и др.).

Особенно значительна в этом отношении роль глубокой отвальной и других приёмов зяблевой обработок, различных приёмов ухода за посевами. По исследованиям, проведённым в научных учреждениях Среднего Поволжья, установлено, что в большинстве случаев при безотвальных обработках почвы возрастает засорённость посевов [5].

По данным Ульяновского НИИСХ [6], при отвальной обработке на 30 см больше половины семян сорняков перемещаются на глубину 20–30 см, 30% остаётся в слое 10–20 см и около 14% выносится на поверхность поля.

При безотвальной обработке в верхнем слое остаётся более 50% семян сорняков, в слое 10–20 см – 35% и в слое 20-30 см – 15%. В результате по безотвальной обработке численность проросших сорняков в верхнем слое возрастает в 4 и более раз. В то же время количество семян сорняков при постоянной безотвальной обработке в нижних слоях снижается.

Засорённость по безотвальной обработке в Поволжье возрастает не только в связи с увеличением численности семян сорняков в верхнем слое, но и потому, что максимум появления их (около 70%) приходится на период после завершения сева ранних зерновых культур.

Способы основной обработки почвы оказывают существенное влияние на формирование агрофитоценозов. Степень засорённости посевов голозёрного овса сорными растениями зависит от способа обработки почвы и погодных условий вегетационного периода. Исследованиями установлено, что в среднем за годы исследований общее количество сорных растений при применении обработок (отвальной и безотвальной) колебалось от 18,6 до 21,7 шт/м^2, воздушно-сухая масса – от 7,1 до 7,7 г/м^2.

В период весеннего кущения озимой пшеницы количество сорных растений находилось в пределах от 9–11 шт/м^2 на варианте с отвальной обработкой почвы и 13–14 шт/м^2 при безотвальном рыхлении, причём по занятому пару было наибольшее засорение. Сухая масса сорняков составила на отвальной обработке 6,8–7,0 г/м^2, а при применении безотвального рыхления 7,3–7,7 г/м^2. (табл. 5).

Таблица 5 – Количество сорных растений весной под различными культурами в зависимости от основной обработки почвы

Способ основной обработки почвы	Севооборот	Голозёрный овёс		Озимая пшеница		Яровой ячмень		Клевер 1 г.п.	
		количество, шт/м^2	сухая масса, г/м^2	количество, шт/м^2	сухая масса, г/м^2	количество, шт/м^2	сухая масса, г/м^2	количество, шт/м^2	сухая масса, г/м^2
безотвальная	1	21,7	7,7	13	7,3	22	14,1	66	36,1
отвальная		18,6	7,1	9	6,8	17	11,4	56	33,4
безотвальная	2	22,3	7,9	14	7,5	24	15,2	72	39,3
отвальная		18,9	7,5	11	7,0	18	11,6	60	34,6

Примечание 1 – зерновой севооборот, 2 – зернотравяной севооборот

В посевах ярового ячменя существенного различия в засорённости между вариантами обработок не установлено. В период кущения количество сорняков находилось в пределах от 17–18 шт/м^2 на отвальной обработке и 22–24 шт/м^2 при применении безотваль-

ного рыхления. Количество сухой массы сорняков варьировало в зависимости от обработок от 11,4 до 15,2 г/м^2.

Учёт засорённости многолетних трав проводился в фазу бутонизации–цветения бобовых. В посевах клевера 1 года пользования до 1 укоса количество сорной растительности варьирует от 56–60 до 66–72 шт/м^2, причём при применении безотвальной обработки их количество увеличивается на 10–12 шт/м^2, количество сухой массы составило 33,3–36,1 г/м^2.

Основным критерием, определяющим эффективность агротехнических мероприятий, является урожайность возделываемых культур. 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 метёлке и массы зерновки. Их значения, в свою очередь, являются результатом взаимодействия многих внешних и внутренних факторов [7].

Продуктивность овса голозёрного за период исследований в чистых посевах составила 2,15–2,29 т/га, а в смешанных посевах с клевером – 1,63–1,71 т/га (низкая урожайность была получена за счёт снижения норм высева на 30% для создания более благоприятных условий для покровной культуры) (табл. 6).

Таблица 6 – Урожайность культур в звене севооборота (в корм. ед.)

Вариант обработки	2004–2006	2006–2007	2006	2007	Всего за ротацию, к. ед.
Зерновой севооборот					
	овёс	озимая пшеница	зернобобовые	ячмень	
безотвальная	2,29	3,52	1,83	2,45	10,09
отвальная	2,15	3,37	1,76	2,24	9,58
Зернотравяной севооборот					
	овёс + клевер	озимая пшеница	клевер 1 г. п.	ячмень	
безотвальная	1,71	3,71	3,87	2,44	11,73
отвальная	1,63	3,62	3,95	2,23	11,43

Примечание: $НСР_{05}$ для фактора А – 0,14 к.е., для фактора В – 0,09 к.е., для взаимодействия АВ – 0,15 к.е.; для градаций фактора С и эффектов взаимодействия ВС различия несущественны.

Урожайность озимой пшеницы за годы исследований обеспечила урожайность после предшественника – зернобобовые и клевер 1 года пользования – 3,37–3,71 т/га. Однако преимущество по выходу урожая было за зернотравяным севооборотом, где данный показатель составил 3,62–3,71 т/га.

Урожайность ячменя изменялась в пределах 2,23–2,45 т/га, причём наибольшая урожайность была при безотвальном рыхлении в обоих севооборотах. Урожайность кормовых бобов в севооборотах составила 1,76–1,83 т/га.

Продуктивность клевера 1 года пользования составила 33,4–34,1 т/га зелёной массы, при этом сбор сухой массы – 6,42 т/га и 6,56 т/га.

Наиболее высокий выход кормовых единиц с одного гектара севооборотной площади обеспечивался в зернотравяном севообороте и составил 11,58 т.к.е., при продуктивности зернового 9,83 т.к.е.

Оценка общей продуктивности изучаемых севооборотов показала, что выход кормовых единиц с единицы севооборотной площади был выше в зернотравяном севообороте (на 1,75 т.к.е.).

Энергетическая оценка результатов полевых опытов является завершающим этапом научных исследований, поскольку использование экономических методов не позволяет дать объективную оценку эффективности возделывания той или иной культуры, применения того или иного технологического приёма. Связано это, прежде всего, с систематическим изменением цен на материалы и услуги. В то время как энергетическая оценка сорта или приёма при необходимости может быть переведена в любые денежные единицы [8].

При расчёте биоэнергетической эффективности по суммарному выходу энергии учитывалась как основная, так и побочная продукция. Проведённые расчёты, оценки энергетической эффективности способов обработки почвы показали, что при возделывании сельскохозяйственных культур в звене севооборота затраты энергии снижались при переходе от отвальной к безотвальной обработке (табл.8).

Затраты совокупной энергии составили на варианте отвальной обработки 12,04–12,58 ГДж/га, на безотвальной 13,32–13,86 ГДж/га. В зернотравяном севообороте по сравнению с зерновым, затраты совокупной энергии превышают на 0,54–0,59 ГДж.

Наибольший условно чистый энергетический доход зерна получен при безотвальном рыхлении в зерновом и зернотравяном севообороте – 59,99–61,57 ГДж/га. Коэффициент энергетической эффективности в зависимости от способа основной обработки почвы варьировал от 4,06 до 4,98. Наивысший коэффициент энергетиче-

ской эффективности получен в зерновом севообороте при безотвальном рыхлении и составил 4,98.

Экономическая эффективность производства зерна характеризуется системой показателей. Основные из них: урожайность, производительность труда, валовой и чистый доход на 1 чел/час и 1 га посевной площади, рентабельность.

Экономическая эффективность систем основной обработки почвы определялась по величине дохода, представляющего собой разницу в денежном выражении между стоимостью выручки и прямыми затратами на возделывание и уборку сельскохозяйственных культур в расчёте на 1 га пашни. К затратам относили расходы на горюче-смазочные материалы, оплату труда, семена, средства химизации, аммортизацию техники, её техническое обслуживание и ремонт.

Расчёты по операционным технологическим картам показали, что производственные затраты на отвальной обработке были выше по сравнению с безотвальным рыхлением.

Анализируя экономическую эффективность возделывания культур в звене севооборота следует отметить, что в зернотравяном севообороте при безотвальном рыхлении получена самая высокая урожайность сельскохозяйственных культур, которая составила 2,31 т/га (табл. 8). Несколько меньше собрано зерна в зерновом севообороте также при безотвальном рыхлении – 2,23 т/га.

Таблица 8. Энергетическая и экономическая эффективность сельскохозяйственных культур в зависимости от способов обработки почвы в севооборотах (2004–2007 гг.)

Показатели	Зерновой севооборот		Зернотравяной севооборот	
	безотвальная обработка	отвальная обработка	безотвальная обработка	отвальная обработка
Урожайность зерна с 1 га, т/га	2,23	2,10	2,31	2,19
Производственные затраты, руб./га	3690,0	3820,0	3710,0	3860,0
Стоимость продукции, руб./га	8920,0	8400,0	9240,0	8760,0
Себестоимость 1 т зерна, руб	1654,7	1819,0	1606,0	1762,6
Условно чистый доход с 1 га, руб	5230,0	4580,0	5530,0	4900,0
Рентабельность, %	141,7	119,9	149,1	126,9
Затраты энергии, ГДж на 1 га	12,04	13,32	12,58	13,91
Получено энергии ГДж/га	72,03	67,83	74,15	70,30
Чистый энергетический доход, ГДж/га	59,99	54,51	61,57	56,44
Коэффициент энергетической эффективности	4,98	4,09	4,89	4,06

При безотвальном рыхлении в зерновом и зернотравяном севообороте чистый доход составил 5230 и 5530 руб., при уровне рентабельности 141,7 и 149,1%, при этом наивысшие показатели были в зернотравяном севообороте.

Литература

1. Ломов, С.П. Деградационные процессы в почвах Пензенской области: Учебное пособие / С.П. Ломов, С.П. Войтанник. – Пенза, 2000. – 73 с.

2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов– М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

3. Немцев, Н.С. О приёмах обработки посева / Н.С. Немцев // Земледелие. – 1980. – №5. – С. 5–7.

4. Прокофьев, А.Н. Вредоносность овсюга и осота розового в посевах зерновых культур / А.Н. Прокофьев // Совершенствование интенсивных технологий воздействия зерновых культур: Сб. науч. тр./ Ульяновский НИИСХ. – Т.10. – Ульяновск, 1988. – С. 56–60.

5. Корчагин, В.А. Влияние плоскорезной обработки на водный режим почвы, засорённость посевов и урожай сельскохозяйственных культур на обыкновенных чернозёмах степного Заволжья / В.А. Корчагин, И.Г. Карандаев // Плоскорезная обработка почвы и борьба с засухой: Сб. науч. тр.КНИИСХ. – Куйбышев, 1976. – С. 36–44.

6. Потушанский, В.А. Приёмы повышения урожайности зерновых культур на выщелоченных чернозёмах Ульяновской области / В.А. Потушанский // Тр. Ульяновской с.-х. опытной станции. – Т.6. – 1975. – С. 3–73.

7. Глуховцев, В.В. Яровой ячмень в среднем Поволжье (селекция, агротехника, сорта) / В.В. Глуховцев. – Самара: Поволжский НИИ селекции и семеноводства, 2001. – 151 с.

8. Посыпанов, Г.С., Энергетическая оценка технологии возделывания полевых культур / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов. – М.: Изд-во МСХА, 1995. – 22 с.

УДК 631.445.4: 631.879.2

ВЛИЯНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЁМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО

И.Н.Зеленин

Представлены результаты исследований осадков сточных вод г. Пенза в качестве удобрения под зерновые и зернобобовые культуры. Показано повышение урожайности культур и улучшение агрофизических свойств почвы после внесения 50 т/га осадков. Подтверждена экологическая безвредность использования ОСВ на ячмене, пшенице и горохе.

Низкое обеспечение сельскохозяйственного производства отрицательно сказывается на почвенном плодородии. Повышение плодородия требует внесения органического вещества. Дефицит традиционных органических удобрений: навоза, торфа и компостов выдвинул проблему использования нетрадиционных удобрений. Использование осадков сточных вод (ОСВ) в качестве удобрений может привести к улучшению агрофизических свойств почвы, повышению урожайности сельскохозяйственных культур и решить проблему утилизации ОСВ [1–3].

Сравнительная агрохимическая характеристика ОСВ г. Пензы и органических удобрений приводится в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная агрохимическая характеристика осадков сточных вод, компостов на их основе и органических удобрениий (НИИКВОВ АКХ)

Вид удобрения		Содержание, % на сухое вещество			
		органическое вещество	N	P_2O_5	K_2O
Осадок ОСВ	с иловых площадок	45-50	1,6-2,5	0,6-2,5	0,2-0,3
	механически обезвоженный	69	4,7	3,7	0,5
	компост на основе механич. обезв. осадков	50-70	1,8-3,0	1,0-3,0	0,5-0,8
Навоз	крупного рогатого скота	70-85	1,9-4,3	0,6-2,8	1,3-5,0
	свиной	75-85	2,6-6,5	1,4-3,7	1,4-3,5
Торф	верховой	95-98	0,5-2,0	до 0,3	до 0,1
	низинный	85-92	1,6-4,0	1,2-4,4	0,3-0,6

По агрохимическим свойствам ОСВ г. Пензы, а также компосты, приготовленные на его основе, по содержанию органического вещества, азота и фосфора не уступают традиционным видам органических удобрений (навозу и торфу). Содержание калия, как и в

осадках сточных вод других городов, ниже, чем в навозе. Органическое вещество осадка богато азотом – соотношение C:N практически не превышает 15:1. Эти данные показывают, что ОСВ можно вносить под любую культуру, не опасаясь, что оно вызовет азотное голодание в начальный период их развития растений, т.к. содержание общего азота в расчёте на абсолютно-сухое вещество ниже 2%, и соотношение C:N не превышает 20:1.

Применение ОСВ в удобрительных целях ограничивается наличием в них солей тяжёлых металлов, которые могут накапливаться в почвах, угнетать рост и развитие растений, включаться в пищевую цепь растение – животное – человек.

В Пензенском НИИСХ были проведены исследования по изучению возможности применения ОСВ г. Пенза в качестве удобрения под зерновые культуры для повышения их продуктивности и улучшения агрохимических и агрофизических свойств почвы. Критерием оценки возможности внесения ОСВ в качестве удобрений наряду с урожайностью являлась и экологическая безвредность растениеводческой продукции.

Исследования направлены на разработку и усовершенствование технологий применения удобрений на основе возобновляемых биоресурсов в адаптивно-ландшафтном земледелии.

Материалы и методы. Полевые опыты проведены на опытном поле Пензенского НИИСХ. Почвенный покров представлен чернозёмом выщелоченным, среднегумусным, среднемощным, тяжелосуглинистым. Содержание гумуса в пахотном горизонте 6,5–7,5%. Реакция почвенного раствора слабокислая на фоне слабой обеспеченности подвижным фосфором (10,3–10,5 мг на 100 г почвы) и средней – обменным калием (17,0–20,0 мг на 100 г почвы).

ОСВ брали с иловых площадок после подсушивания. Влажность осадка составляла 80%.

Схема опыта предусматривала внесение ОСВ в дозах 10; 20; 30; 40 и 50 т/га под следующие культуры: пшеницу, горох, ячмень, гречиху. Повторность опыта четырёхкратная. Площадь опытной делянки 240 м^2.

Агрегатный состав изучали в пахотном слое на контрольных делянках и при внесении 30 т/га; 50 т/га ОСВ.

Содержание тяжёлых металлов в ОСВ г. Пенза, почве опытного участка и полученной продукции (зерно) определяли в лаборатории Государственного центра агрохимической службы «Пензенский» на атомно-адсорбционном спектрометре, ионометрах и пламенных фотометрах по соответствующим методикам.

Результаты. Агрохимический анализ ОСВ г. Пенза, вносимых на поле опытного участка, показал, что сумма поглощённых оснований осадка составляет 88.5 мг-экв/г с.в.о, а гидролитическая ки-

слотность – 9,48 мг-экв/100 г с.в.о. Степень насыщенности осадка основаниями очень высокая – 90,32%. Эти параметры показывают, что внесение ОСВ не требует дополнительного известкования почв. Оно не должно отрицательно сказаться на почвенно-поглощающем комплексе и кислотном режиме почвы, несмотря на то, что pH водной вытяжки – 5,91; pH солевой вытяжки – 5,75.

ОСВ г. Пенза обладает высокой физико-химической поглотительной способностью. В его составе присутствуют обменные катионы кальция, магния, водорода, алюминия и других оснований.

В таблице 2 приводится среднее содержание солей тяжёлых металлов в слое 0–100 см слое ОСВ г. Пензы в пересчёте на сухое вещество осадка.

Таблица 2 – Содержание тяжёлых металлов в ОСВ г. Пенза

№ скважины	Содержание, мг/кг осадка						
	Zn	Cr	Pb	Cd	Ni	Mn	Fe
1	875	630	68.0	60.3	516	360	6700
2	1300	960	96.6	79.8	764	370	9400
3	570	480	49.9	43.6	45.5	290	9400
Среднее	915,0	690,0	71,5	61,2	578,3	340,0	8500,0
ПДК*	4000	1500	1000	30	400	2000	

** – по данным Госкомсанэпиднадзора*

Анализ полученных данных позволяет заключить, что в ОСВ г. Пенза содержание никеля и кадмия в среднем за годы исследований превышало ПДК в 1,4 и 2,0 раза соответственно. Содержание подвижного хрома напротив было в 2,2 раза ниже ПДК. Концентрации металлов, относящихся к группе особо токсичных *(Pb и Zn*), а также среднетоксичных и нетоксичных (*Mn*) в массе осадка при фактической влажности были существенно ниже или практически на уровне их ПДК в почве.

По заключению специалистов НИИ экологии и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина, ОСВ г. Пензы относится к категории малоопасных отходов (4-й класс опасности).

Фоновое содержание тяжёлых металлов в пахотном слое опытного участка составляло 1/5 часть ПДК (табл. 3).

Таблица 3 – Фоновое валовое содержание тяжёлых металлов в пахотном слое опытного участка

	Содержание тяжёлых металлов, мг/кг					
	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni	Mn
Почва	43,9	28,6	12,8	0,52	29,5	205
ПДК*	220	132	130	2,0	80	1000

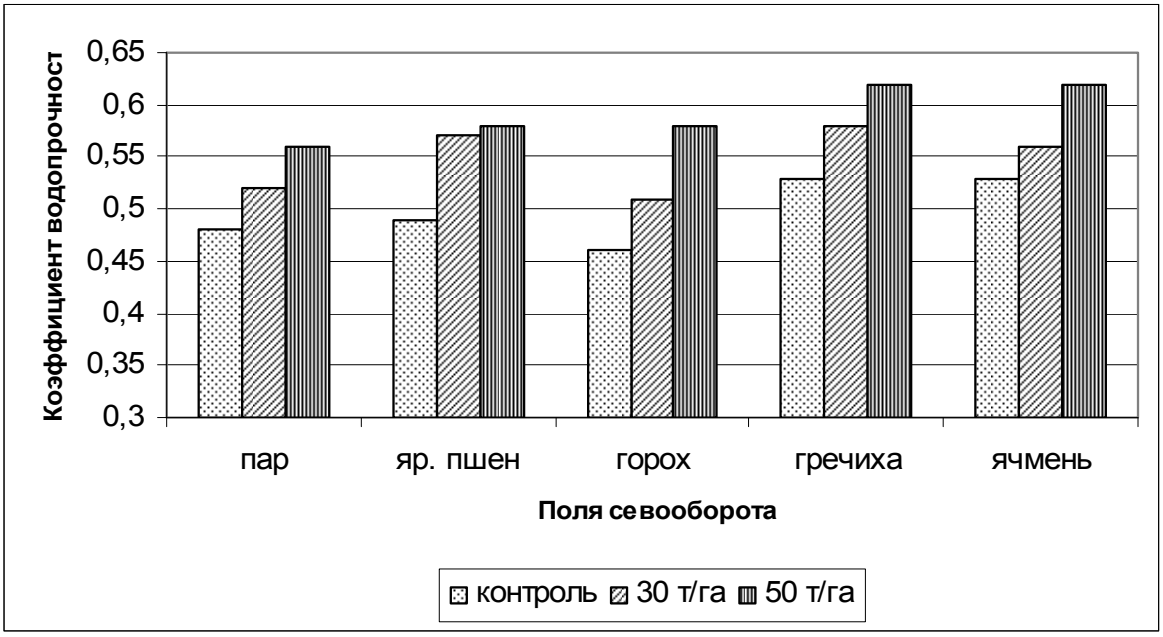
** – по данным Госкомсанэпиднадзора*

Агроэкологическая оценка содержания тяжёлых металлов в почве опытного участка не показала превышения ПДК.

Агрегатный состав изучали в пахотном слое на контрольных делянках и при внесении 30 т/га и 50 т/га ОСВ. Содержание агрономически ценной структуры на контроле колебалось от 67,4 до 71,1%, коэффициент структурности в среднем составил 2,30. При внесении ОСВ в дозе 30 т/га величина агрономически ценной структуры повысилась до 72,2–76,9%, а коэффициент структурности составил 2,95. Внесение ОСВ в дозе 50 т/га увеличило содержание агрономически ценных структур до 75,6–81,8%, коэффициент структурности возрос до 3,9.

Улучшение агрегатного состава чернозёмов выщелоченных при внесении 50 т/га ОСВ было статистически достоверно на 95% уровне значимости.

Содержание водопрочных агрегатов на контроле варьировало от 44,2 до 56,5%. Коэффициент водопрочности в среднем составил 0,5(рисунок).



Коэффициент водопрочности почвы в зависимости от норм внесения ОСВ

При внесении ОСВ в дозе 30 т/га водопрочность повысилась до 47,1–58,9%. Коэффициент водопрочности в среднем составил 0,55.

При внесении ОСВ в дозе 50 т/га водопрочность составила 51,8–59,8%. Коэффициент водопрочности в среднем составил 0,59.

Увеличение водопрочной структуры чернозёмов выщелоченных статистически достоверно при внесении 30 и 50т/га ОСВ под пшеницу и гречиху.

Под горохом, ячменем и на паровом поле достоверное увеличение водопрочности структуры отмечено только при внесении ОСВ в дозе 50 т/га.

Агрегатный состав, при довольно высоком коэффициенте структурности на контроле 2.4–3,0 «активно отреагировал» на внесение 30 т/га и 50 т/га ОСВ на некоторых полях. Величина агрономически ценной структуры увеличилась на 3–13% по сравнению контролем. На делянках с ОСВ было заметно накопление в почве дождевых червей, главных почвенных структурообразователей.

Влияние ОСВ на урожайность культур представлено в табл. 4.

Таблица 4 – Урожайность культур по вариантам опыта

Вариант	Ячмень			Пшеница яр.			Горох			Гречиха		
	урожайность, т/га	разность с контролем		урожайность, т/га	разность с контролем		урожайность, т/га	разность с контролем		урожайность, т/га	разность с контролем	
		т/га	%		т/га	%		т/га	%		т/га	%
Контроль	1,27	-	-	0,97	-	-	0,95	-	-	0,88	-	-
ОСВ 10 т/га	1,28	0,01	1	0,99	0,02	2	0,97	0,02	2	0,86	-0,02	-2
ОСВ 20 т/га	1,25	-0,02	-2	1,03	0,06	6	1,08	0,013	14	0,89	0,01	1
ОСВ 30 т/га	1,49	0,22	17	1,10	0,13	13	1,03	0,08	8	0,93	0,05	6
ОСВ 40 т/га	1,66	0,39	31	1,18	0,21	22	1,27	0,32	34	1,14	0,26	30
ОСВ 50 т/га	1,69	0,42	33	1,21	0,24	23	1,31	0,36	38	1,29	0,41	47
$НСР_{05}$	0,10			0,20			0,15			0,13		

Применение ОСВ в удобрительных дозах положительно влияло на рост и развитие сельскохозяйственных культур, причём при увеличении доз ОСВ повышалась урожайность. Достоверные прибавки урожайности на ячмене получены при внесении 30–50 т/га ОСВ, а на яровой пшенице, горохе и гречихе – 40–50 т/га. Прибавка относительно контроля составила 23% на яровой пшенице (0,24 т/га), 33% на ячмене (0,42 т/га), 38% на горохе (0,36 т/га) и 47% на гречихе (0,41 т/га). Таким образом, существует прямая зависимость между урожайностью изучаемых культур и вносимыми дозами ОСВ.

Для оценки экологической безвредности растениеводческой продукции, полученной при использовании ОСВ в качестве удобрений, определено содержание в зерне приоритетных загрязнителей – цинка, меди, свинца и кадмия. Данные таблицы 5 показывают, что содержание цинка в зерне ячменя, пшеницы и гречихи было ниже ПДК, а в зерне гороха ниже или равно ПДК.

Содержание меди в зерне всех культур было в 2–3 раза ниже ПДК. Содержание кадмия в зерне было ниже ПДК у всех культур, за исключением пшеницы. Содержание свинца в зерне ячменя и пшеницы не превышало ПДК. Оно превысило ПДК в зерне гречихи при всех дозах ОСВ, а в зерне гороха при дозе 50 т/га.

Таблица 5 – Содержание тяжёлых металлов в зерне

Культура	Вариант	Содержание, мг/кг			
		Zn	Cu	Pb	Cd
ячмень	контроль	40,0	4,0	0,41	0,018
	ОСВ 10 т/га	34,0	3,4	0,48	0,012
	ОСВ 20 т/га	34,0	3,3	0,41	0,058
	ОСВ 30 т/га	38,5	4,0	0,54	0,025
	ОСВ 40 т/га	27,5	3,3	0,46	0,026
	ОСВ 50 т/га	20,5	2,3	0,26	0,010
пшеница	контроль	30,0	4,1	0,54	0,116
	ОСВ 10 т/га	33,0	3,5	0,50	0,177
	ОСВ 20 т/га	37,5	3,7	0,59	0,174
	ОСВ 30 т/га	38,5	3,5	0,49	0,180
	ОСВ 40 т/га	42,0	3,5	0,48	0,187
	ОСВ 50 т/га	40,0	3,4	0,42	0,212
горох	контроль	35,5	3,8	0,20	0,038
	ОСВ 10 т/га	50,0	4,8	0,40	0,058
	ОСВ 20 т/га	46,5	4,7	0,51	0,058
	ОСВ 30 т/га	38,5	4,6	0,33	0,052
	ОСВ 40 т/га	50,0	4,7	0,38	0,057
	ОСВ 50 т/га	43,0	4,9	0,68	0,062
гречиха	контроль	21,5	4,3	0,47	0,046
	ОСВ 10 т/га	19,0	5,0	0,57	0,058
	ОСВ 20 т/га	22,0	4,4	0,57	0,052
	ОСВ 30 т/га	25,0	4,9	0,56	0,069
	ОСВ 40 т/га	23,0	4,9	0,65	0,065
	ОСВ 50 т/га	21,5	5,0	0,77	0,078
ПДК*		50,0	10,0	0,50	0,10

** – данные Минздрава*

Анализ содержания тяжёлых металлов в зерне показал, что использование ОСВ в качестве удобрений экологически безвредно на ячмене, пшенице и горохе. Высокое накопление свинца в зерне гречихи ограничивает применение ОСВ под эту крупяную культуру.

Таким образом, исследования доказали, что внесение ОСВ г. Пенза в дозе 30–50 т/га повышает содержание агрономически ценных агрегатов в почве на 3–13%. Водопрочность увеличивается под всеми культурами при внесении 50 т/га ОСВ. Наибольшая продуктивность исследуемых культур получена при внесении 50 т/га ОСВ. Прибавка относительно контроля составила от 23% (яровая пшеница) до 47% (гречиха).

Использование ОСВ в качестве удобрений экологически безвредно на ячмене, пшенице и горохе. Высокое накопление свинца в зерне гречихи ограничивает применение ОСВ под эту крупяную культуру.

Литература

1. Покровская, С.Ф. Использование осадков городских сточных вод в сельском хозяйстве / С.Ф. Покровская, В.А. Касатиков. – М.: 1987. – 59 с.

2. Зеленин, И.Н. Влияние осадков сточных вод г. Пензы на урожайность основных сельскохозяйственных культур / И.Н. Зеленин, С.П. Ломов, З.А. Кирасиров // Материалы науч. конф. проф.-препод. состава и специалистов с.-х. – Пенза, – 1997. – С. 16–17.

3. Касатиков, В.А. Агроэкологические основы применения осадков городских сточных вод в качестве удобрения. Автореф. дис.…д-р с.-х. наук / 06.01.04. – М., 1989.

———

УДК 632.15:633/635

ПОСТУПЛЕНИЕ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В УРОЖАЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР РАЗНОГО ВИДОВОГО И СОРТОВОГО СОСТАВА

Н.В.Криушин

Представлены результаты по изучению содержания тяжёлых металлов в урожае сельскохозяйственных культур разного видового и сортового состава. Показано, что при корневом пути поступления экотоксикантов в растения значительное влияние на уровень загрязнённости сельскохозяйственной продукции оказывает также плотность содержания тяжёлых металлов в почве.

Изучение поведения экотоксикантов в системе почва–растение всегда представлялось крайне существенным из-за возможности влияния их на сельскохозяйственные и экологические последствия с точки зрения воздействия последних на социальные системы. В условиях антропогенного загрязнения окружающей среды возросло одновременное поступление в почву многих вредных веществ. Наиболее значимой группой из них в последние десятилетия стали тяжёлые металлы (ТМ). Их источниками являются промышленные выбросы в атмосферу, поливная вода, а также удобрения, в которых ТМ присутствуют как естественные примеси.

Накопление ТМ растениями из почвы зависит от комплекса факторов, среди которых можно выделить особенности минерального питания растений, разную продолжительность вегетационного периода, характер распределения корневых систем в почве, различия в продуктивности и т.д.

Одним из способов, снижающим поступление экотоксикантов в сельскохозяйственные растения, является видовой и сортовой подбор культур, которые в меньшей степени накапливают загрязняющие вещества из почв.

Исследования по изучению корневого пути поступления ТМ в урожай сельскохозяйственных растений в зависимости от изменения их видового и сортового состава проводились на опытном поле Пензенского НИИСХ.

Почва опытного участка представлена выщелоченным чернозёмом среднесуглинистого механического состава. Содержание гидролизуемого азота около 8 мг/100 г почвы, P_2O_5 – 12 мг/100 г почвы и обменного калия – 14–16 мг/100 г почвы. Реакция почвы (p_{HKCl}) в верхнем слое слабокислая. Общая мощность гумусового горизонта составляет 40–50 см.

Влияние видовых особенностей растений на поглощение ими ТМ (свинец, кадмий, медь, цинк) из почвы изучали в условиях микроделяночного вегетационно-полевого опыта в четырёхкратной повторности по следующей схеме для каждой культуры:

1. Контроль (без ТМ);
2. Почва + ТМ (1,0 ПДК);
3. Почва + ТМ (2,5 ПДК);
4. Почва + ТМ (5,0 ПДК);
5. Почва + ТМ (7,5 ПДК).

ТМ вносили в почву согласно схеме опыта, каждый отдельно, предварительно смешав его соль с 5 кг почвы, для того, чтобы между ними не было непосредственного контакта. Расчётные дозы на чистый металл для 1 ПДК его в почве составили: кадмий – 3 мг/кг почвы, цинк – 300, медь – 100, свинец – 100. В вариантах опыта, где требовалось увеличить ПДК в несколько раз, концентрацию ТМ в почве также пропорционально повышали.

Изучены следующие полевые культуры и их сорта:

Зерновые и крупяные: ячмень (Одесский-100), овёс (Улов), просо (Саратовское-6), гречиха (Ароматная), горох (Курский);

Кормовые: суданская трава (Приволжская), донник (Кинельский белый), бобы (Пензенский-16);

Технические: конопля (ЮСО-34);

Овощные: кабачки (Грибовский), лук (Бессоновский), капуста (Подарок), морковь (Шантане).

Анализ величины урожайности указывает на то, что загрязнение почвы ТМ от 1,0 до 7,5 ПДК не вызывает значимого фитотоксического действия металлов на растения. При дозах ТМ в почве от 5 до 7,5 ПДК у большинства культур заметна тенденция к снижению урожая.

На рисунках 1–4 представлены результаты анализа продуктивной части урожая изученных культур на содержание ТМ. На рисунках видно, что накопление ТМ в зерне ячменя не пропорционально их содержанию в почве. Так, увеличение ТМ в почве в 7,5 раз приводит к накоплению меди и цинка в зерне лишь в 1,3 раза, кадмия и свинца – в 2,5 раз.

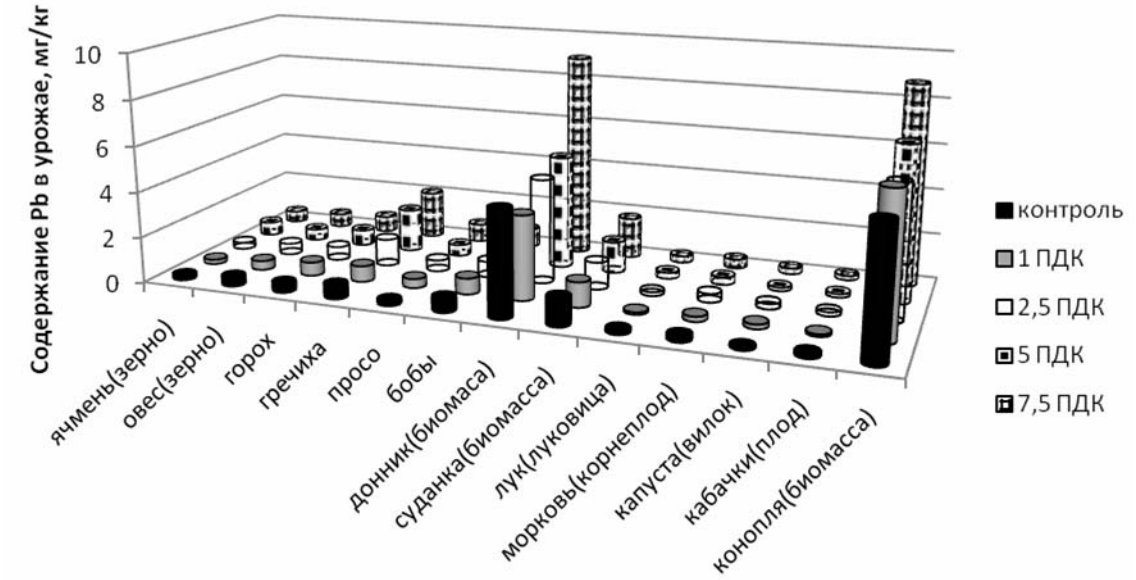


Рис.1. Содержание свинца в урожае сельскохозяйственных культур в зависимости от степени загрязнения почвы

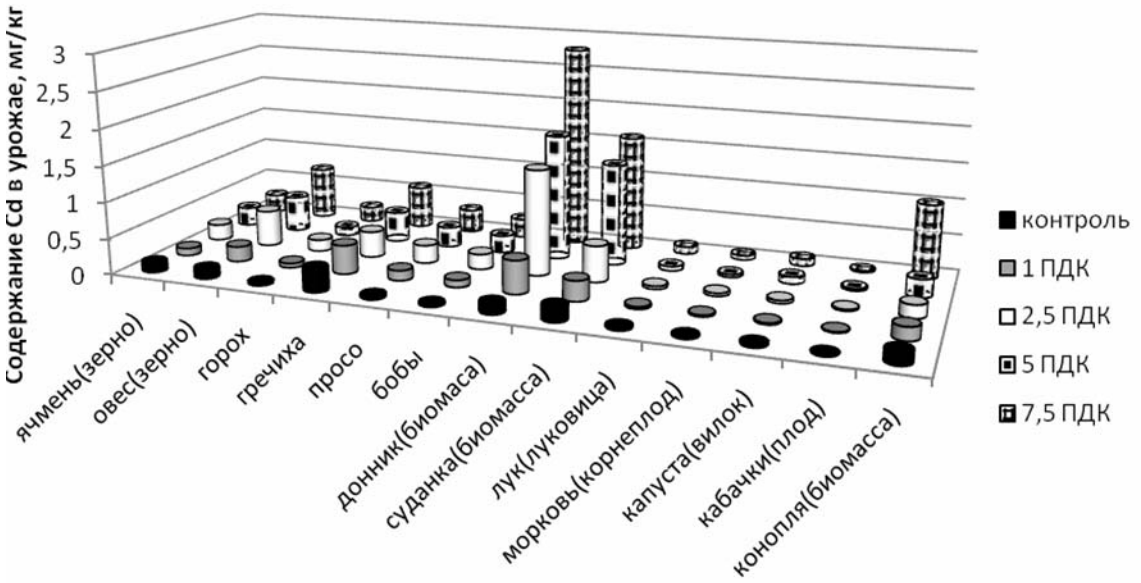


Рис.2. Содержание кадмия в урожае сельскохозяйственных культур в зависимости от степени загрязнения почвы

В отличие от ячменя, в зерне овса значительно больше накапливается кадмия (примерно в 2 раза), а цинка, напротив, меньше. По содержанию меди и свинца зерно ячменя и овса различаются мало.

Растения гороха в большей степени накапливают цинк по сравнению со злаковыми зерновыми культурами, а кадмий – значительно меньше. По накоплению свинца и меди эти культуры различаются незначительно.

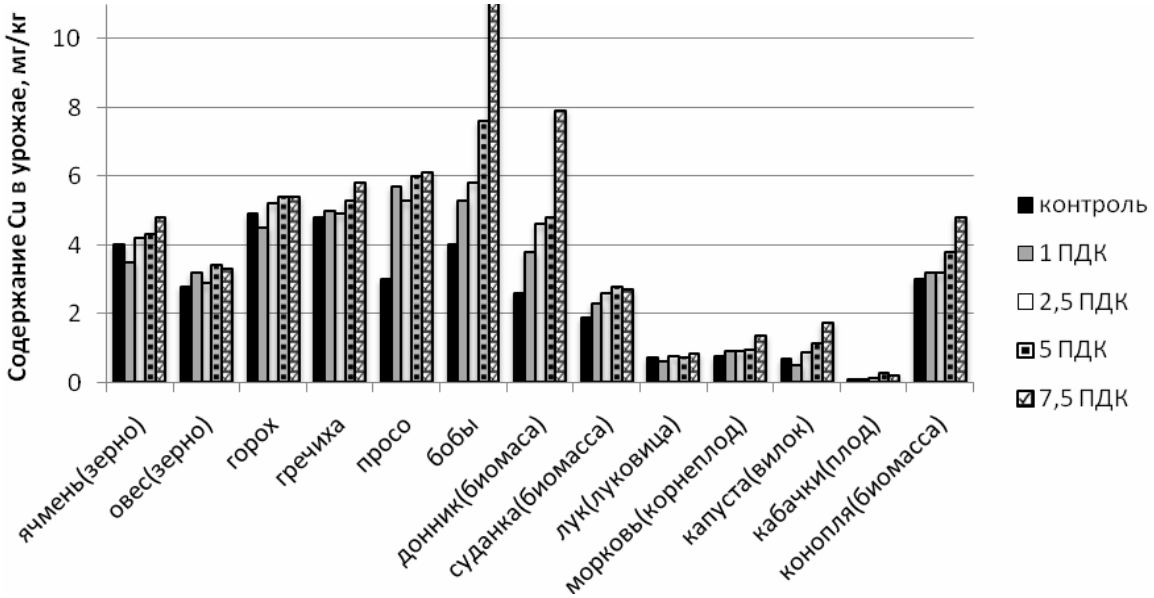


Рис.3. Содержание меди в урожае сельскохозяйственных культур в зависимости от степени загрязнения почвы

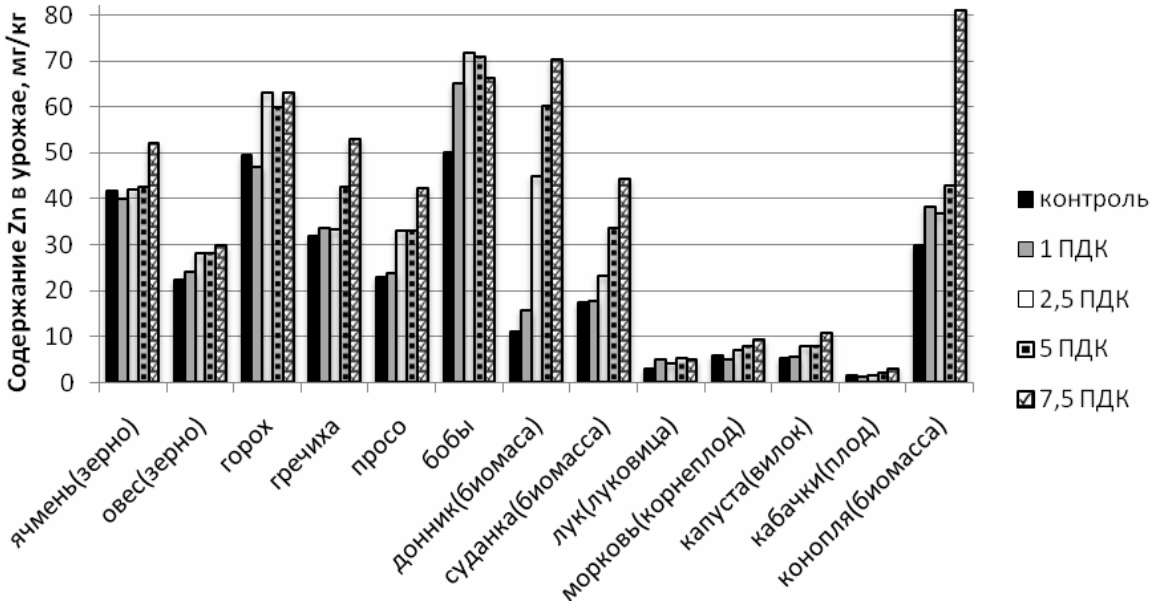


Рис.4. Содержание цинка в урожае сельскохозяйственных культур в зависимости от степени загрязнения почвы

По содержанию свинца в крупе гречиха опережает другие зерновые культуры. Так, при концентрации ТМ в почве 7,5 ПДК в её семенах накапливается свинца больше, чем в семенах гороха, зер-

не овса и ячменя в 3,0; 3,5 и 4,2 раза соответственно. По остальным металлам сохраняются такие же закономерности.

Растения проса опережают другие злаки по накоплению меди примерно в 1,5–2,0 раза. По накоплению свинца, кадмия и цинка они мало отличаются от других, выше описанных культур.

По накоплению цинка и меди растения бобов выходят на первое место среди всех изученных культур. Например, на почве с загрязнением тяжёлыми металлами в 7,5 ПДК содержание цинка в семенах бобов больше, чем в урожае других растений, от 1,2 (гречиха) до 2,2 (овёс) раз. Аналогичные показатели для меди составили: от 1,8 (просо, гречиха) до 3,4 (овёс). Свинец накапливается в тех же количествах, что и в горохе. По накоплению кадмия бобы занимают среднее положение среди изученных культур.

Общеизвестно, что в вегетативную часть растений ТМ поступают в большей степени, чем в продуктивную. Это особенно присуще бобовым культурам. Поэтому в данном опыте сено донника по содержанию особо токсического металла – Cd – вышло в лидеры. При наибольшем загрязнении почвы (7,5 ПДК), поступление кадмия в конечный урожай максимально (2,8 мг/кг). По содержанию свинца растения донника находятся на втором, меди – на третьем и цинка – на четвертом месте из 13 изученных культур.

Если учитывать то обстоятельство, что при кормлении скота корма зерновых даются по объёму в меньших количествах, чем сено или силос (сенаж) из бобовых, то биомасса бобовых трав представляет определённую опасность загрязнения молока ТМ. Поэтому, для посева бобовых трав необходимо выбирать участки, отдалённые от магистралей, предприятий и других загрязнителей почвы ТМ.

В биомассе суданской травы ТМ накапливаются несколько меньше, чем в сене донника белого.

Овощные культуры (лук, морковь и капуста) накапливают ТМ примерно в одинаковой степени, но заметно отличаются от других исследуемых культур. Содержание ТМ в овощах в десятки раз меньше, чем в биомассе бобовых, и в 2–5 раз меньше, чем в продукции зерновых культур.

Урожай кабачков в нашем опыте оказался самым экологически "чистым". Содержание ТМ в плодах было в десятки раз меньшим, чем во всех изученных культурах.

В растениях конопли содержание свинца в биомассе больше, чем во всех исследованных сельскохозяйственных растениях. Другие металлы накапливаются в тех же количествах, что и биомассе кормовых трав. Так как эта культура не пищевая, то её можно выращивать независимо от степени загрязнения почвы.

По результатам проведённых исследований с ТМ (кадмий, свинец, медь, цинк), внесёнными в почву в дозах от 1,0 до 7,5 ПДК и рассчитав средневзвешенные значения накопления ТМ растениями (в мг/кг), изученные культуры можно расположить в следующие нисходящие ряды:

свинец: конопля(6,9) > донник(5,6) > суданка(1,3) > гречиха(1,2) > бобы(0,7) = горох(0,7) > просо(0,6) > овёс(0,5) > ячмень(0,4) > морковь(0,3) > лук(0,2) = капуста(0,2) = кабачки(0,2);

кадмий: донник(1,60) > суданка(0,88) > овёс(0,50) > гречиха(0,44) = конопля(0,44) > просо(0,25) > ячмень(0,20) = бобы(0,20) > горох(0,13) > лук(0,06) = капуста(0,06) > морковь(0,04) > кабачки(0,02);

цинк: бобы(68,6) > горох(58,1) > конопля(50,2) > донник(47,6) > ячмень(43,0) > гречиха(39,8) > просо(33,3) >суданка(28,8) > овёс(27,8) > капуста(7,7) > морковь(7,4) >лук(4,8) > кабачки(2,3);

медь: бобы(7,4) > просо(5,8) > донник(5,3) > гречиха(5,2) > горох(5,1) > ячмень(4,2) > конопля(3,8) > овёс(3,2) > суданка(2,6) > морковь(1,0) = капуста(1,0) > лук(0,7) >кабачки(0,2).

Таким образом, основным фактором, влияющим на накопление ТМ в растениях, в данном случае являются видовые особенности минерального питания. Правильно подбирая культуры в севооборот на загрязнённых почвах, можно получить продукцию растениеводства, содержащую свинец, кадмий, цинк и медь ниже принятых предельно допустимых концентраций.

Для изучения влияния сортовых особенностей растений на поглощение ими из почвы тяжёлых металлов был проведён аналогичный эксперимент на том же опытном поле Пензенского НИИСХ.

Исследовали действие смеси ТМ (свинец, цинк, медь, кадмий) на урожай разных сортов сельхозрастений. Изучали следующие с.-х. культуры и их сорта:

яровая пшеница – Лютесценс-503, Воронежская 6, Лютесценс-1327, Прохоровка, Лютесценс-1063;

картофель – Жуковский ранний, Пост-86, Утёнок, Лорх, Свитанок киевский;

горох – Уладовский 8, Труженик, Казанец, Самарец, Усач;

томат – Хурма, ДРА, Поток, Роза, Искорка.

На рисунках 5–12 показано содержание ТМ в продуктивной части урожая изученных культур в зависимости от степени загрязнения почвы.

Из данных рис. 5 и 6 видно, что с увеличением загрязнённости почвы возрастание поступления некоторых ТМ в семена гороха определяется влиянием сортовых различий данной культуры.

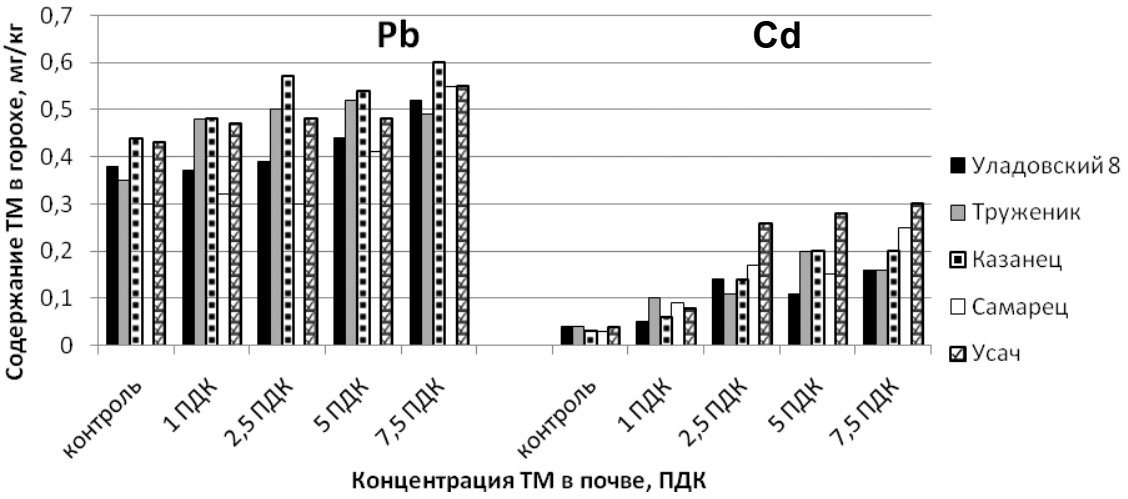


Рис. 5. Содержание свинца и кадмия в урожае сортов гороха в зависимости от степени загрязнения почвы

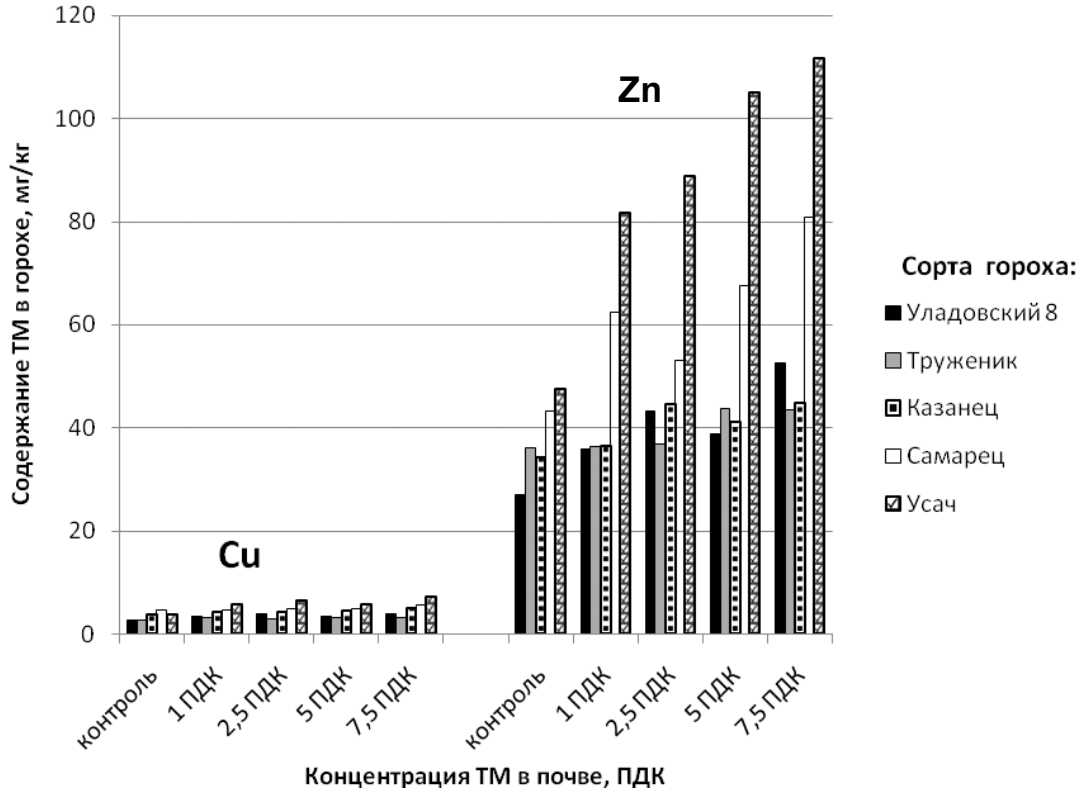


Рис. 6. Содержание меди и цинка в урожае гороха в зависимости от степени загрязнения почвы

Так, при изменении в почве содержания тяжёлых металлов от 1 до 7,5 ПДК накопление свинца сортами гороха "Уладовский 8" и "Самарец" выросло в 1,4 и 1,7 раз, соответственно. Для других сортов подобные различия оказались менее значимыми. Поступление кадмия в урожай гороха, при аналогичном возрастании степени за-

грязнённости почвы, увеличивалось от 4 (сорта "Уладовский 8" и "Труженик") до 8,3 раз (сорт "Самарец").

Наиболее устойчивы растения гороха к таким металлам, как цинк и медь, т.е. изученное изменение содержания ТМ в почве несущественно влияет на накопление Zn и Cu в полученной растительной продукции. Аналогичные значения были получены по урожаю различных сортов картофеля (рис.7, 8).

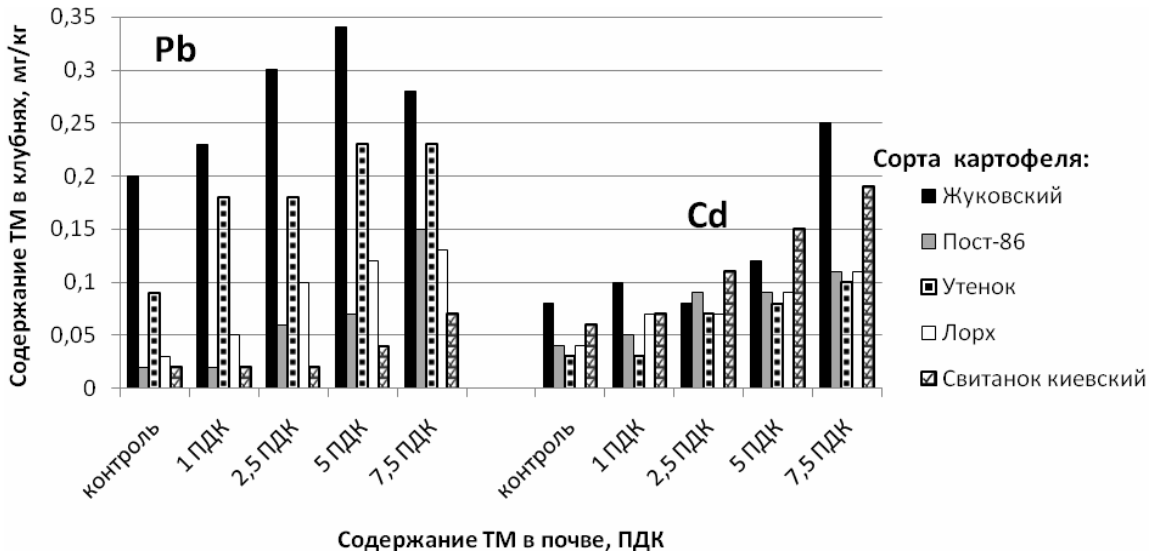


Рис. 7. Содержание свинца и кадмия в урожае картофеля в зависимости от степени загрязнения почвы

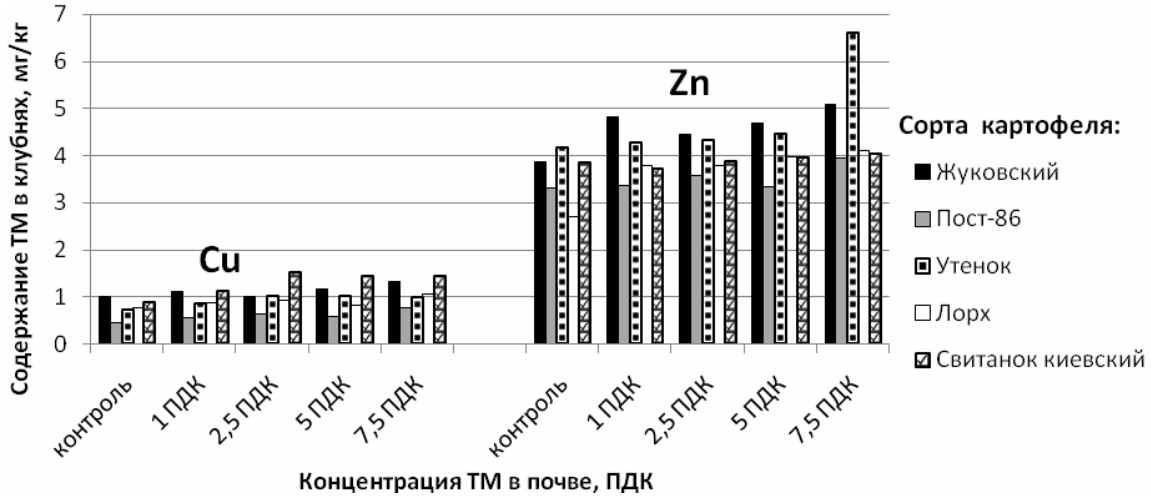


Рис. 8. Содержание меди и цинка в урожае картофеля в зависимости от степени загрязнения почвы

Более всего отзывчив на варьирование содержания свинца в почве сорт картофеля "Пост-86". При росте содержания свинца в почве от 1 до 7,5 ПДК его накопление в клубнях также возрастает в

7,5 раза, и, тем не менее, по абсолютному значению содержание свинца здесь значительно меньше, чем в других сортах картофеля.

Следует отметить, что у сортов "Жуковский ранний" и "Утёнок" поступление свинца в урожай изменялось незначительно с увеличением количества свинца в почве от 1 до 7,5 ПДК, т.е. содержание его в клубнях оставалось примерно на одном уровне.

Поступление кадмия в различные сорта картофеля заметно изменялось в зависимости от его количества в почве и при максимальном содержании кадмия в пахотном слое (7,5 ПДК), составило от 1,6 (сорт "Лорх") до 3,3 раза (сорт "Утёнок") по сравнению с его содержанием в почве в 1 ПДК.

Накопление цинка и меди в клубнях разных сортов картофеля во всех вариантах опыта практически слабо зависело от степени загрязнения почвы.

Также почти осталось постоянным и поступление Pb, Cu и Zn в зерно пшеницы для разных сортов. Исключением явился лишь сорт "Прохоровка", где содержание цинка в зерне выросло в 2 раза, при изменении его концентрации в почве от 1 до 7,5 ПДК (рис.9, 10).

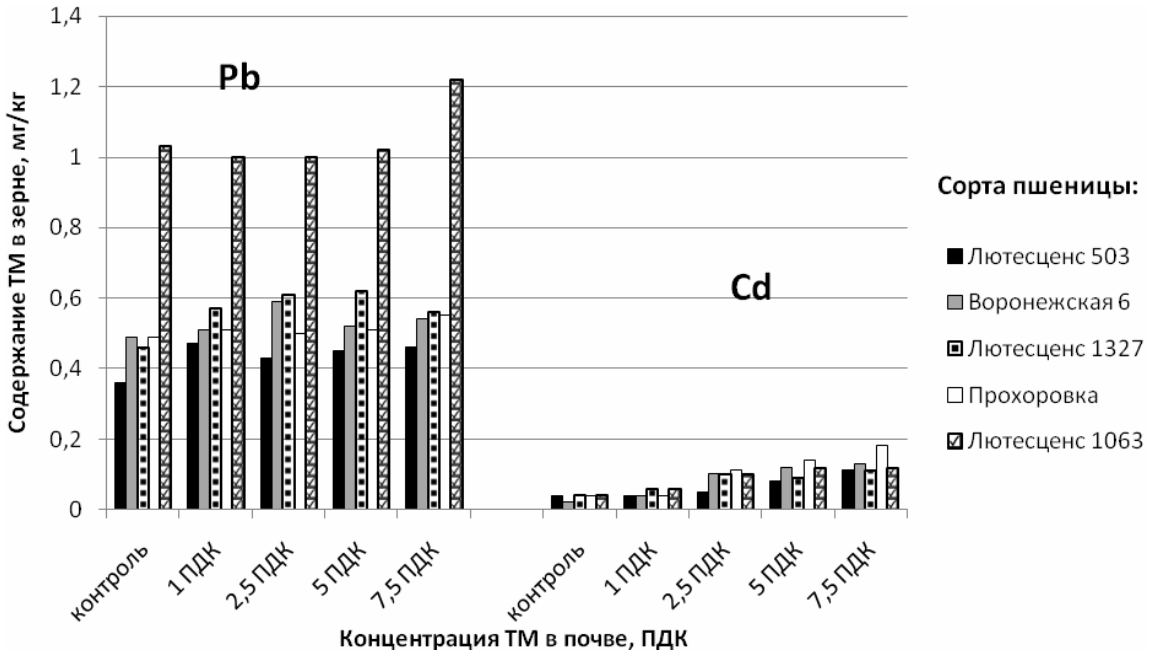


Рис. 9. Содержание свинца и кадмия в урожае пшеницы в зависимости от степени загрязнения почвы

Вариации аналогичных показателей по кадмию находились в пределах от 1,8 (сорт "Лютесценс 1327") до 4,5 раза (сорт "Прохоровка").

На рисунках 11 и 12 показано содержание тяжёлых металлов в плодах томатов разных сортов в зависимости от степени загрязнения почвы. При изменении значений ПДК ТМ в почве от 1 до 7,5

наиболее существенно увеличилось поступление их в плоды томатов следующих сортов: "Искорка" и "Роза" – в 2,3 раза (Cu и Zn), "Поток" – в 3 раза (Cd), "ДРА" – в 3,8 раза (Pb). Для остальных сортов томатов аналогичные различия по содержанию ТМ в урожае оказались менее значимыми.

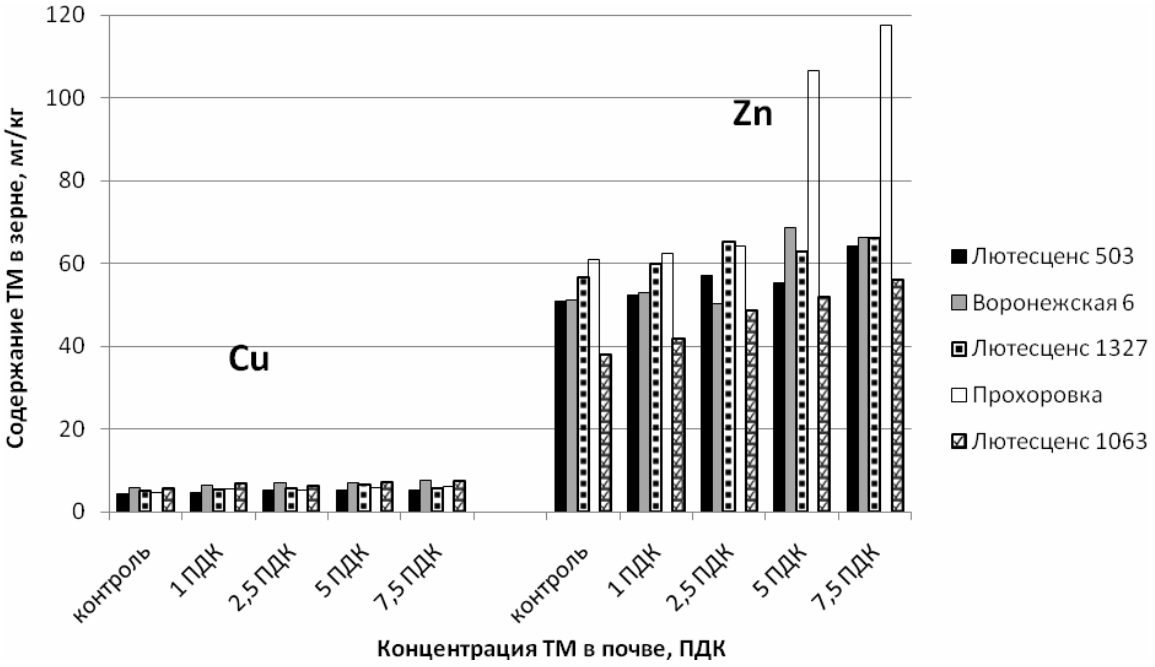


Рис.10. Содержание меди и цинка в урожае сортов пшеницы в зависимости от степени загрязнения почвы

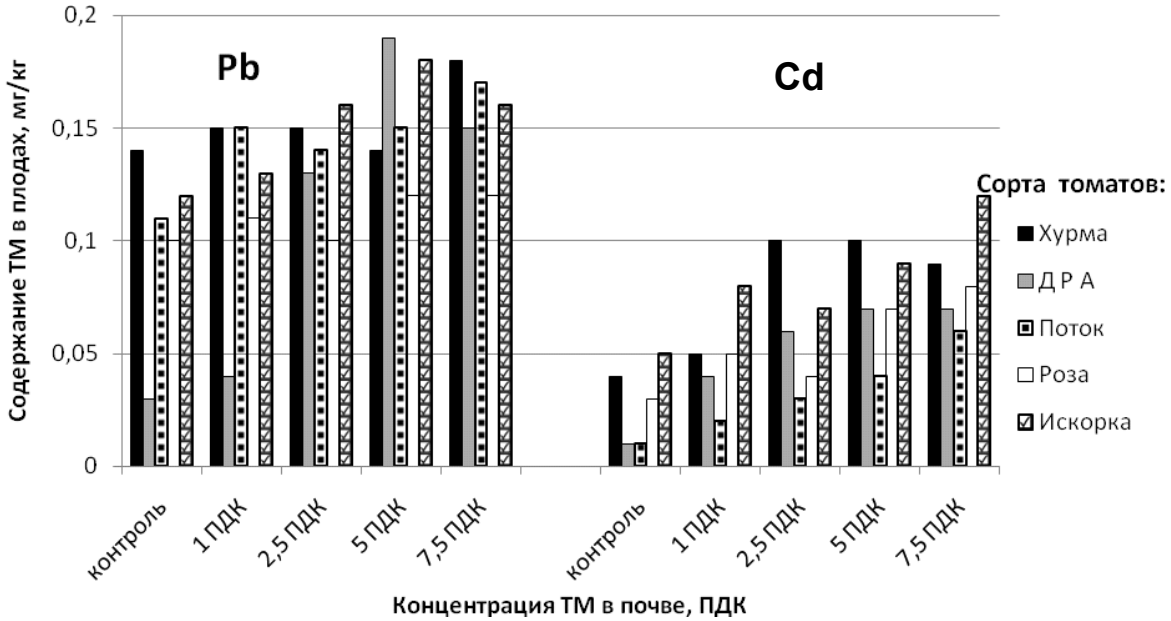


Рис. 11. Содержание свинца и кадмия в урожае томатов в зависимости от степени загрязнения почвы

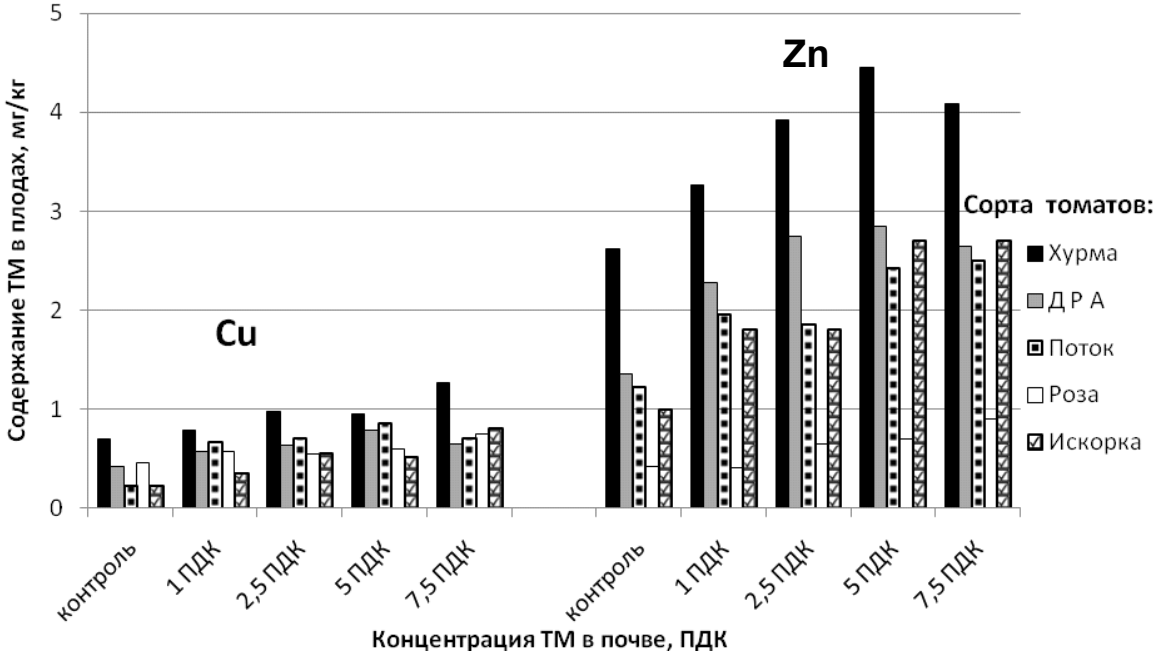


Рис. 12. Содержание меди и цинка в урожае томатов в зависимости от степени загрязнения почвы

По результатам спектрофотометрического анализа продуктивной части урожая изученных культур рассчитаны величины средневзвешенного содержания тяжёлых металлов в образцах (в мг/кг продукции). Данные по сортам культур в порядке уменьшения накопления ими ТМ могут быть представлены следующими рядами:

Пшеница (зерно):

- Pb: Лютесценс 1063(1,06) > Прохоровка(0,60) > Лютесценс 1327 (0,57) > Воронежская 6(0,52) > Лютесценс 503(0,43);
- Cd: Прохоровка(0,11) > Лютесценс 1063(0,09) > Лютесценс 1327 (0,08) = Воронежская 6(0,08) > Лютесценс 503(0,06);
- Zn: Прохоровка(81,2) > Лютесценс 1327(64,1) > Воронежская 6 (57,9) > Лютесценс 503(56,3) > Лютесценс 1063(49,3);
- Cu: Лютесценс 1063(6,7) > Воронежская 6(6,6) > Лютесценс 1327 (5,7) > Прохоровка(5,5) > Лютесценс 503(5,0).

Картофель (клубни):

- Pb: Жуковский(0,27) > Утёнок(0,18) > Лорх(0,10) >Пост-86(0,07) > Свитанок киевский(0,04);
- Cd: Жуковский(0,13) > Свитанок киевский(0,12) > Лорх(0,08) = Пост-86(0,08) > Утёнок(0,06);
- Zn: Утёнок(4,86) > Жуковский(4,60) > Свитанок киевский(3,89) > Лорх(3,68) > Пост-86(3,29);
- Cu: Свитанок киевский(1,30) > Жуковский(1,12) > Лорх(0,92) = Утёнок(0,92) > Пост-86(0,60).

Горох (семена):

- Pb: Казанец(0,52) > Усач(0,48) = Труженик(0,48) > Уладовский 8 (0,42) > Самарец(0,40);
- Cd: Усач(0,20) > Самарец(0,14) > Казанец(0,13) >Труженик(0,12) > Уладовский 8(0,10);
- Zn: Усач(88,6) > Самарец(62,3) > Казанец(40,6) > Уладовский 8 (40,2) > Труженик(39,9);
- Cu: Усач(5,87) > Самарец(4,99) > Казанец(4,40) > Уладовский 8 (3,50) > Труженик(3,08).

Томат (плоды):

- Pb: Искорка(0,15) = Хурма(0,15) > Поток(0,14) > Роза(0,11) > ДРА(0,09);
- Cd: Искорка(0,08) > Хурма(0,07) > Роза(0,05) = ДРА(0,05) > Поток(0,03);
- Zn: Хурма(3,61) > ДРА(2,33) > Искорка(1,97) > Поток(1,90) > Роза(0,63);
- Cu: Хурма(0,92) > Поток(0,65) > Роза(0,58) = ДРА(0,58) > Искорка(0,47).

В большинстве вариантах наиболее низкое содержание тяжёлых металлов наблюдалось у следующих сортов: "Лютесценс 503" (пшеница), "Пост-86" (картофель), "Труженик" (горох) и "Роза" (томат). При дополнительном внесении в почву химических адсорбентов возможно дальнейшее снижение поступления ТМ в получаемую товарную продукцию.

Таким образом, подбор продуктивных видов и сортов сельскохозяйственных культур, различающихся минимальным накоплением токсических веществ в урожае, является одним из наиболее простых и экономически оправданных приёмов по ведению сельского хозяйства на экологически загрязнённых территориях.

———

УДК 632.15:633/635

К ВОПРОСУ О СНИЖЕНИИ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПОСТУПЛЕНИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРОДУКЦИЮ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Н.В. Криушин

В статье представлены результаты опытов по снижению поступления тяжёлых металлов в урожай зерновых и овощных культур. Предложены методы прогнозирования накопления экотоксикантов в продукции растениеводства в зависимости от их содержания в почве.

В условиях промышленного производства возможно одновременное загрязнение окружающей среды многими тяжёлыми металлами (ТМ). Это обуславливает взаимное влияние их при поступлении в растения. Поэтому, наряду с изучением воздействия на сельскохозяйственные культуры каких-либо составляющих антропогенного загрязнения следует рассматривать более сложную систему, в которой может участвовать два и более токсиканта.

Среди таких элементов наибольший интерес представляют такие тяжёлые металлы, как Pb, Co, Cd, Zn, Cu, Hg и другие, ввиду их высокой токсичности и способности накапливаться в растениях в количествах, превышающих предельно-допустимые концентрации.

Проблемы фитотоксичного действия тяжёлых металлов на растения при корневом пути поступления интенсивно исследуются, поскольку не менее половины всего количества тяжёлых металлов техногенного происхождения в конечном итоге поступают через почву.

Большинство ТМ хорошо адсорбируются пахотным слоем почв, особенно при высоком содержании гумуса, и долгое время сохраняют высокую подвижность и токсические свойства. К наиболее эффективным приёмам, снижающим поступление токсикантов в растения, относятся агрохимические.

С целью изыскания эффективных агрохимических и агромелиоративных приёмов возделывания сельскохозяйственных культур, направленных на получение продукции наименее загрязнённой токсическими тяжёлыми металлами (свинец, кадмий, цинк, медь) при их совместном нахождении в почве, был заложен микроделяночный вегетационно-полевой опыт на выщелоченном чернозёме Пензенской области.

Исследования проводили на следующих культурах: картофель (сорт Лорх), пшеница яровая (сорт Воронежская-6), травосмесь вики (сорт Орловская-4) и овса (сорт Скакун).

Схема опыта по каждому виду растений:

1. Контроль (без удобрений и ТМ);

2. Эталон: почва + NPK;
3. Почва + ТМ (1 ПДК);
4. Почва + ТМ (1 ПДК) + NPK;
5. Почва + ТМ (1 ПДК) + NPK + навоз;
6. Почва + ТМ (2,5 ПДК);
7. Почва + ТМ (2,5 ПДК) + NPK;
8. Почва + ТМ (2,5 ПДК) + NPK + навоз;
9. Почва + ТМ (5 ПДК);
10. Почва + ТМ (5 ПДК) + NPK;
11. Почва + ТМ (5 ПДК) + NPK + навоз;
12. Почва + ТМ (7,5 ПДК);
13. Почва + ТМ (7,5 ПДК) + NPK;
14. Почва + ТМ (7,5 ПДК) + NPK + навоз.

Тяжёлые металлы вносили в почву согласно схеме опыта. Расчётные дозы на чистый металл для 1 ПДК его в почве составили: кадмий – 3 мг/кг почвы, цинк – 300, медь – 100, свинец – 100. Минеральные удобрения ($N_{90}P_{90}K_{90}$) и навоз (40 т/га) вносили перед посевом в полной норме.

Полученные данные по величине урожая указывают на отзывчивость сельскохозяйственных фигур на степень загрязнения почвы и примененных мелиоративных приёмов (табл.1).

Таблица 1 – Урожай сельскохозяйственных культур в зависимости от степени загрязнения почвы ТМ и применённых мелиоративных приёмов, кг/м^2

Варианты опыта	Пшеница (зерно)	Вико-овсяная травяная смесь, вег.мас	Карто-фель, клубни
1.Контроль	0,24	0,32	3,69
2.Эталон,почва+NPK	0,27	0,99	5,10
3.Почва+ТМ(1ПДК)	0,23	0,89	4,75
4.Почва+ТМ(1ПДК)+NPK	0,29	1,04	4,06
5.Почва+ТМ(1ПДК)+NPK+навоз	0,30	1,01	4,80
6.Почва+ТМ(2,5ПДК)	0,27	1,00	4,90
7.Почва+ТМ(2,5ПДК)+NPK	0,28	1,06	4,64
8.Почва+ТМ(2,5ПДК)+NPK+навоз	0,28	1,06	5,00
9.Почва+ТМ(5ПДК)	0,22	0,88	3,08
10.Почва+ТМ(5ПДК)+NPK	0,25	0,92	3,32
11.Почва+ТМ(5ПДК)+NPK+навоз	0,29	0,94	3,29
12.Почва+ТМ(7,5)	0,23	0,89	3,45
13.Почва+ТМ(7,5)+NPK	0,23	0,96	3,04
14.Почва+ТМ(7,5)+NPK+навоз	0,24	0,91	3,72
$НСР_{0,05}$	0,08	0,20	0,94

Так, только внесение минеральных удобрений увеличило урожай картофеля в 1,4 раза, свёклы – в 1,2, пшеницы и вико-овсяной травяной смеси – в 1,1 раза по сравнению с контролем.

Загрязнённость почвы ТМ в 1 и 2,5 ПДК не вызвало снижения урожая сельскохозяйственных культур. Более того, применение в этих вариантах опыта NPK и органического удобрения способствовало приросту полученного урожая пшеницы и вики-овса в 1,2 раза, а картофеля в 1,4 раза в сравнении с контрольным вариантом.

Увеличение содержания ТМ в почве до 5 ПДК и выше начинает угнетающе действовать на растения и несколько снижает конечный урожай. Так, для картофеля этот показатель уменьшился в 1,2 раза. Применение агромелиоративных приёмов несколько снивелировало данный эффект, однако, полностью избавиться от него не удалось.

Результаты эксперимента по влиянию разной степени загрязнённости почвы и примененных мелиоративных приёмов на накопление ТМ в продукции растениеводства представлены на рисунках 1–3.

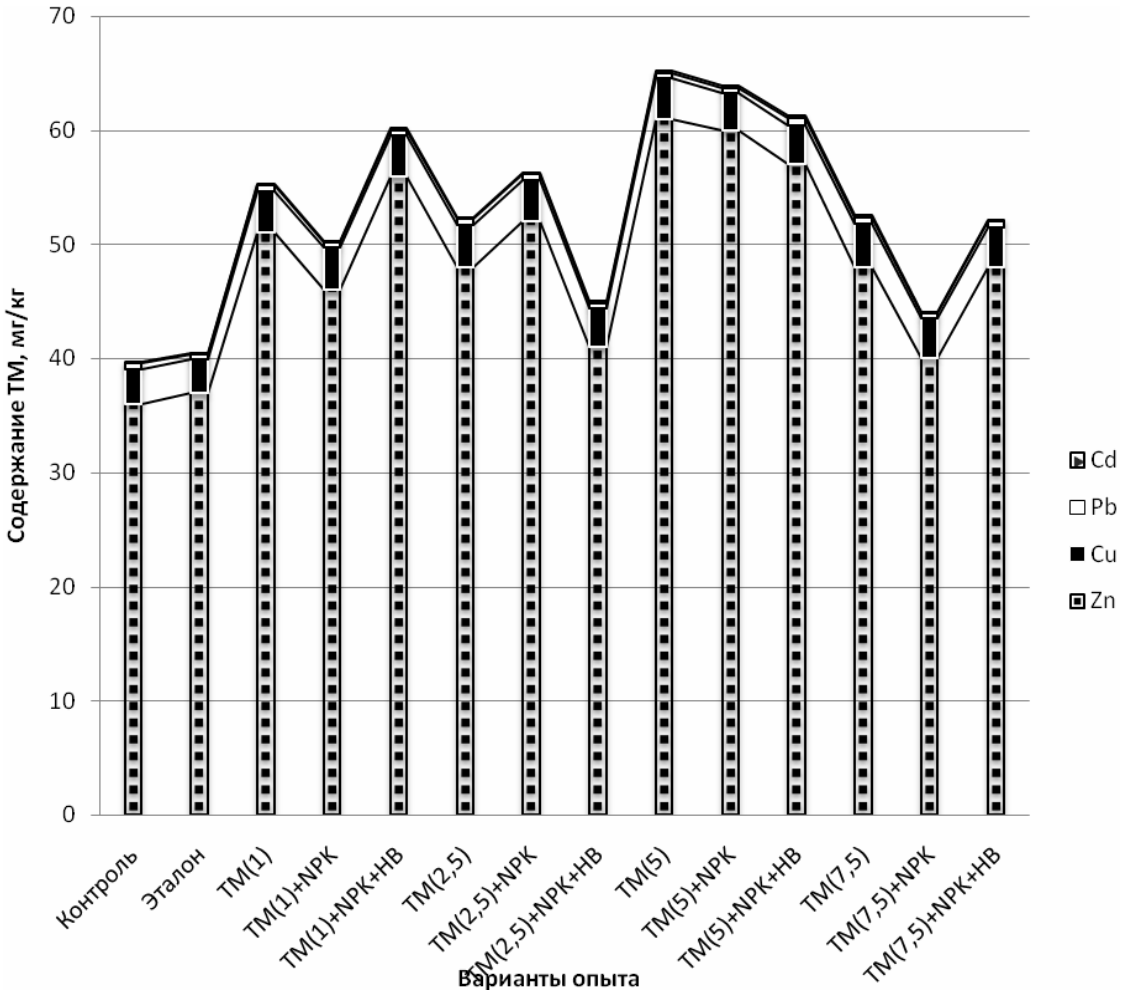


Рис.1. Содержание ТМ в урожае зерна пшеницы в зависимости от степени загрязнения почвы и применённых мелиоративных приёмов, мг/кг

Из изученных культур более всего ТМ накапливается в биомассе травосмеси вики-овса, менее всего – в картофеле. Пшеница занимает промежуточное положение.

Рост степени загрязнения почвы ТМ оказывает влияние на поступление токсических веществ в конечный урожай выращенных сельскохозяйственных культур. Так, при увеличении содержания ТМ в почве от 1 до 7,5 ПДК возрастает поступление Pb в зерно пшеницы в 1,1 раза, Cd в клубни картофеля – в 2,6 раз.

Неоднозначно действие примененных в данном опыте агромелиоративных приёмов на накопление ТМ в продукции растениеводства.

В опытах с травосмесью вики-овса положительное влияние примененных агромероприятий отмечено в вариантах с концентрацией ТМ в почве в 5 и 7,5 ПДК и только на содержание цинка в полученной биомассе. Его снижение здесь составило 1,2–1,4 раза.

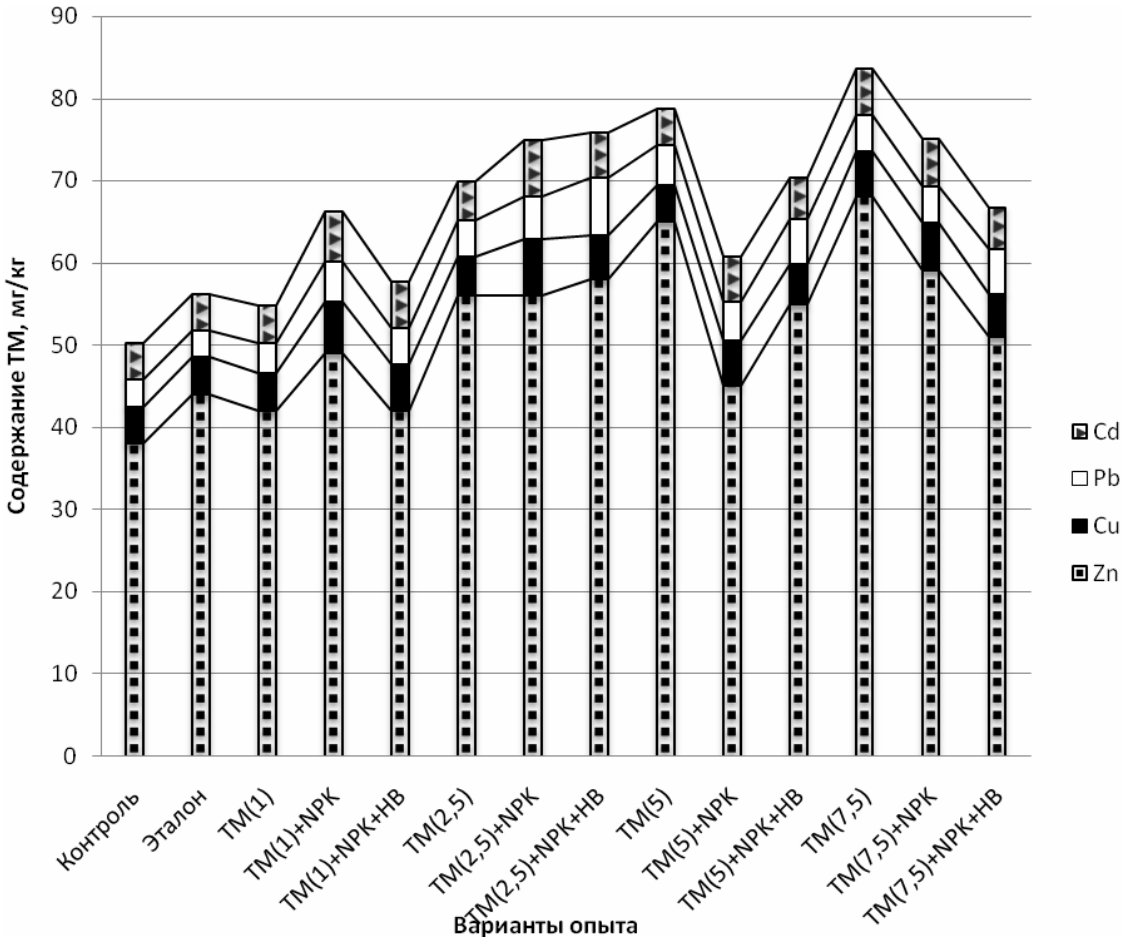


Рис.2. Содержание ТМ в биомассе травосмеси вики-овса в зависимости от степени загрязнения почвы и применённых мелиоративных приёмов, мг/кг

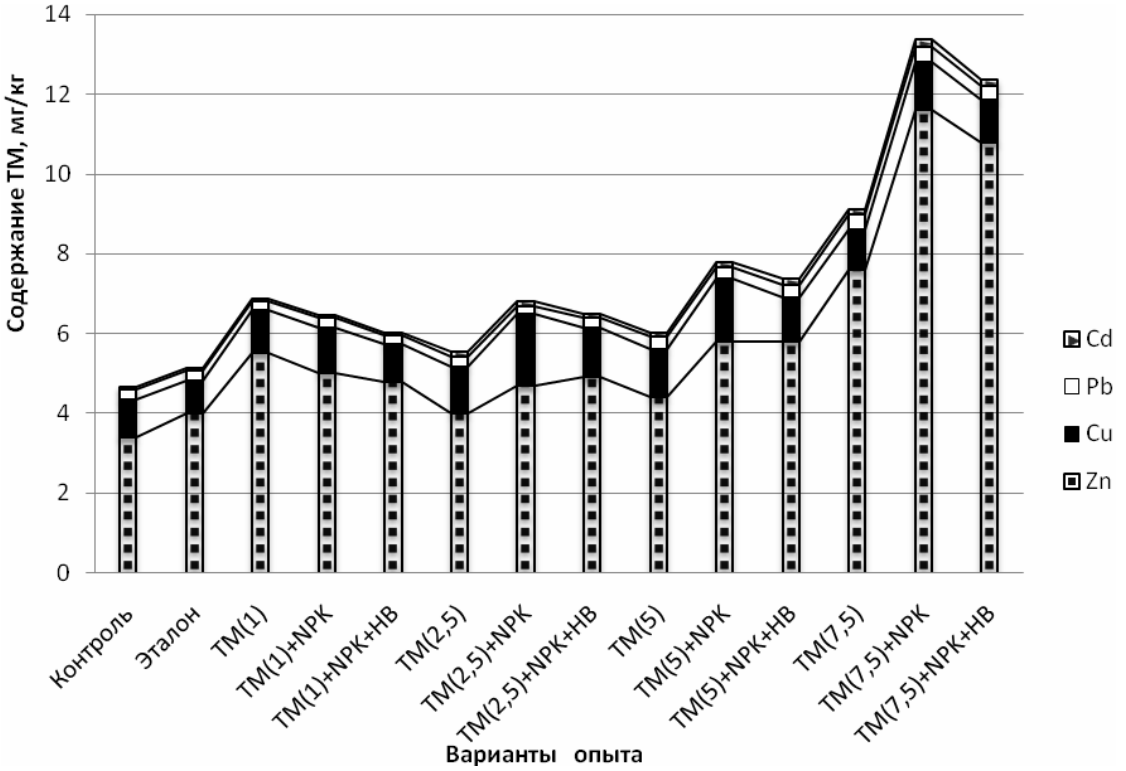


Рис. 3. Содержание ТМ в клубнях картофеля в зависимости от степени загрязнения почвы и применённых мелиоративных приёмов, мг/кг

Внесение минеральных и органических удобрений в почву несколько увеличило поступление ТМ в растения картофеля. Так, например, накопление цинка в клубнях повышалось до 1,2–1,4 раз (2,5–7,5 ПДК). Аналогичная тенденция заметна и для других металлов.

В опытах с пшеницей содержание ТМ в полученном урожае под влиянием агромероприятий изменялось малозначительно.

Следует отметить, что в отдельных случаях применение навоза может оказывать положительный эффект. Так, наблюдалось снижение в 1,2–1,4 раза концентрации меди в клубнях картофеля в результате совместного внесения в почву минеральных и органических удобрений по сравнению с вариантами, где применяли только NPK.

Аналогичный эксперимент с теми же ТМ был проведён на овощных культурах: морковь (Шантане), столовая свёкла (Бордо), лук (Бессоновский) и укроп (Грибовский).

На каждой культуре изучали следующие варианты воздействия мелиоративных приёмов на почву:

1. Контроль (без удобрений и ТМ);
2. Эталон-I, почва + NPK;
3. Эталон-II, почва + ТМ;

4. Почва + ТМ + NPK;
5. Почва + ТМ + NPK + известь;
6. Почва + ТМ + NPK + навоз;
7. Почва + ТМ + NPK + навоз + известь;
8. Почва + ТМ + $N_2P_2K_2$;
9. Почва + ТМ + триаконтанол;
10. Почва + ТМ + NPK + триаконтанол;
11. Почва + ТМ + NPK + навоз + известь + триаконтанол;
12. Почва + ТМ + биогумус;
13. Почва + ТМ + NPK + биогумус;
14. Почва + ТМ + NPK + известь + биогумус.

Тяжёлые металлы вносили в почву в виде растворов (1:10) чистых солей из расчёта на металл: кадмий – 5 мг/кг почвы, цинк – 300, медь – 150, свинец – 100, что составляет 1–1,5 ПДК. Минеральные удобрения вносили в дозах $N_{90}P_{90}K_{90}$ и $N_{180}P_{180}K_{180}$.навоз – 50 т/га, известь – 5 т/га, биогумус – 6 т/га, триаконтанол (мука из люцерны) – 120 кг/га.

Определение ТМ в почвенных и растительных образцах проводили на атомно-абсорбционном спектрофотометре в ацетатном растворе и кислотной вытяжке.

Такое содержание смеси ТМ в почве не оказало фитотоксического действия на овощные культуры. Урожай с контрольных делянок и с эталонных был практически одинаков. Однако данные по величине урожая с других вариантов опыта указывают на отзывчивость овощей на применение минеральных и органических удобрений (рис. 4).

Так, только внесение азота, фосфора и калия по 90 кг/га увеличило урожай свеклы и лука в 1,1 раза, моркови – в 1,3, а укропа – в 2,9 раза по сравнению с контролем.

Наибольшее увеличение урожая столовой свеклы, лука и моркови получено в вариантах, где вносили двойную дозу NPK, NPK+триаконтанол и NPK+биогумус – примерно в 1,5 раза выше, чем в контроле. Укроп наиболее отзывчив на эти мероприятия – урожай увеличился в 3,8–4,6 раза.

Результаты эксперимента по влиянию внесения в почву минеральных и органических удобрений, извести, биологически активных веществ и их комплексного применения на накопление ТМ в овощной продукции представлены на рисунках 5 и 6.

Накопление ТМ в овощной продукции зависит прежде всего от видовых особенностей растений. По содержанию цинка, меди, свинца и кадмия в товарной продукции овощные культуры в варианте, где вносили только ТМ, можно расположить в следующие восходящие ряды (в мг/кг):

Zn – укроп(29,0) > свёкла(7,0) > лук(6,6) > морковь(3,5);

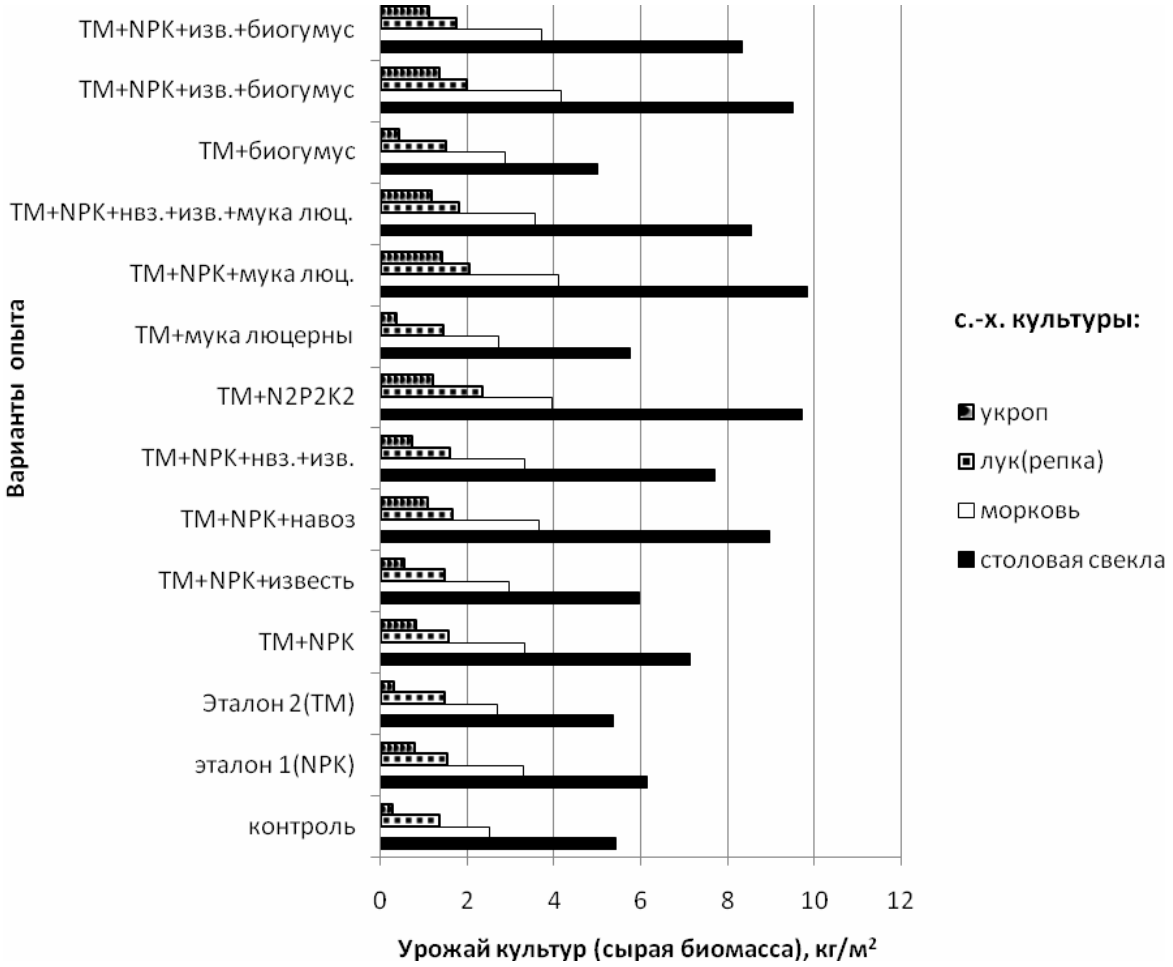


Рис.4. Урожай овощных культур в зависимости от загрязнения почвы ТМ и применённых агромелиоративных приёмов, кг/м^2 сырой биомассы

Cu – укроп(5,2) > лук(1,29) > свёкла(1,1) > морковь(1,06);

Pb – укроп(0,26) > лук(0,11)> свёкла(0,10) > морковь(0,04);

Cd – укроп(0,21) > свёкла(0,05)> лук(0,03) > морковь(0,02).

Разница по содержанию ТМ в урожае исследуемых культур составляет для свинца – 5 раз, цинка и меди – 8 раз, кадмия – 14 раз.

Более всего ТМ накапливаются в биомассе укропа, менее всего – в моркови. Лук и свёкла занимают промежуточное положение.

В опытах с луком и свёклой уменьшение содержания свинца отмечено в вариантах, где вносили органические и минеральные удобрения, а также биологически активные вещества. Снижение содержания свинца достигало 4-х раз.

Накопление цинка, меди и кадмия в урожае свёклы и лука под влиянием агромелиоративных мероприятий практически не изменилось. В опытах с морковью и укропом существенной разницы в накоплении ТМ по вариантам опыта не наблюдалось.

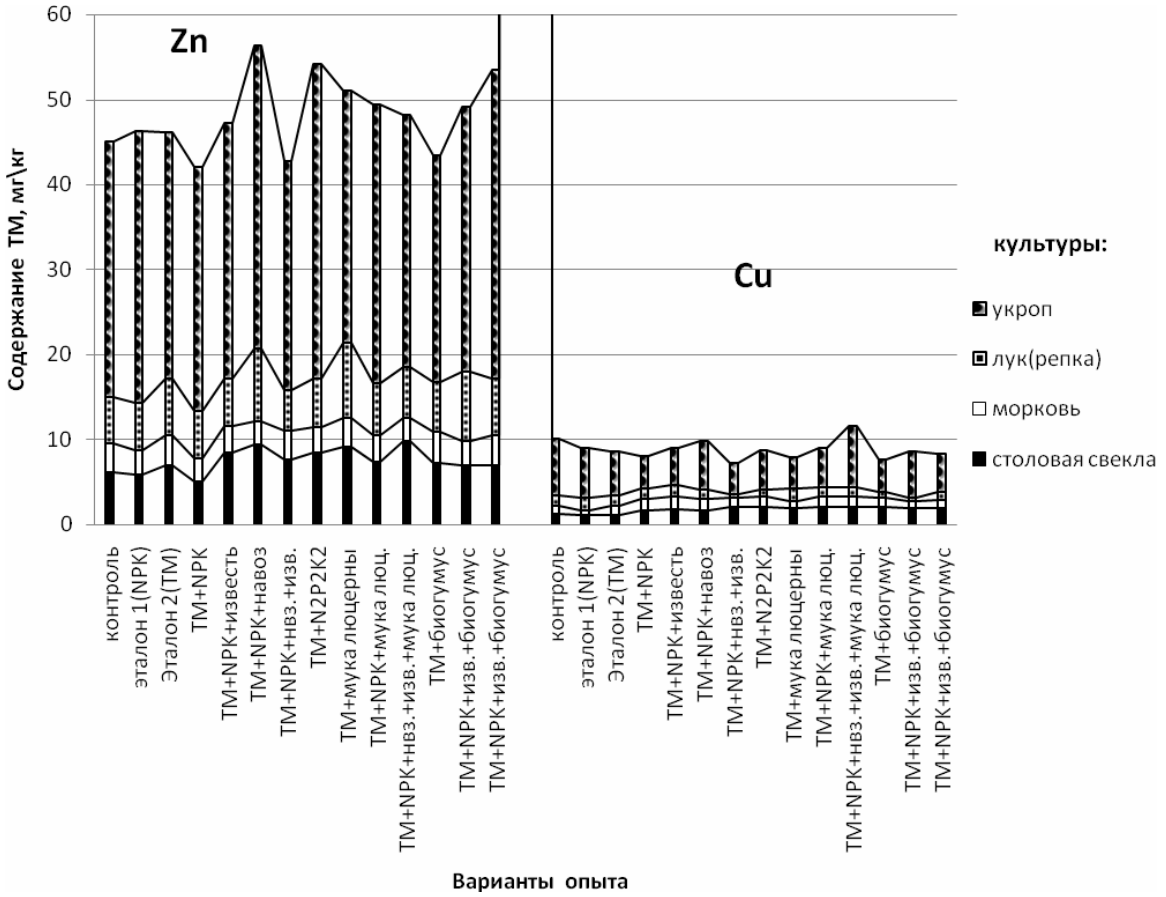


Рис.5. Содержание цинка и меди в урожае овощных культур, мг/кг

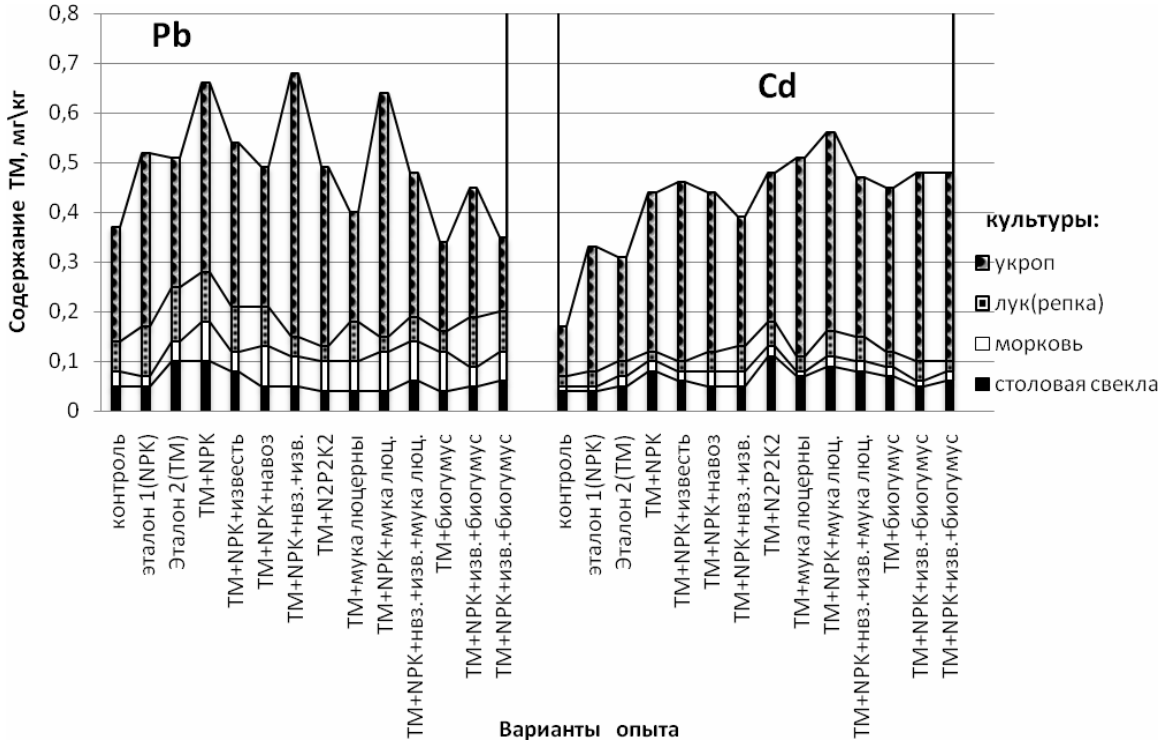


Рис.6. Содержание свинца и кадмия в урожае овощных культур, мг/кг

Таким образом, при положительном влиянии применения минеральных, органических удобрений и биологически активных веществ на урожай сельскохозяйственных культур, действие агромелиоративных мероприятий на выщелоченном чернозёме на накопление ТМ (цинка, меди, свинца, кадмия) неоднозначно, т.е. требуется проведение анализа для каждого конкретного случая.

В настоящее время существует проблема оценки и прогноза экологических последствий загрязнения природной среды, как в условиях естественных, так и сельскохозяйственных экосистем. В комплексном её решении особо важен прогноз загрязнения урожая для определения необходимых мероприятий, обеспечивающих устойчивое функционирование сельскохозяйственного производства на загрязнённой территории.

Прогноз загрязнения продукции, получаемой с конкретного поля, необходим в хозяйстве для правильного определения структуры посевных площадей и рационального использования урожая, а также для решения вопроса применения различных агромероприятий с целью получения продукции наименее загрязнённой радионуклидами и тяжёлыми металлами.

Однако, имеющейся по этим проблемам информации недостаточно для решения практических вопросов. Поэтому целью наших исследований являлось определение возможности использования полученных результатов для прогнозирования накопления экотоксикантов в продукции растениеводства в зависимости от их содержания в почве. Для проведения эксперимента были выбраны следующие сельскохозяйственные культуры: яровая пшеница (Нива 2), картофель (ПОСТ-86), гречиха (Аромат), просо (Саратовское 10), вика яровая (Орловская 4).

Почва опытных делянок искусственно загрязнялась ТМ путём внесения чистых водорастворимых солей: $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$, $CdSO_4$. Степень загрязнения почвы выбиралась таким образом, чтобы охватить диапазон от допустимого до опасного значения по суммарному показателю загрязнения Zc, численная величина которого соответствует определённой категории загрязнения (методические указания по определению тяжёлых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства, 1992):

$$Zc = \sum_{=1}^{n} Kc - (n-1),$$

где n – число химических элементов; Кс – коэффициент концентрации i-го металла к фону.

В нашем опыте градация по Zc имела следующие значения:

1,0 и 6,1 – допустимое загрязнение;

20,0 – умеренно опасное загрязнение;

35,1 и 49,5 – опасное загрязнение.

После математической обработки полученных экспериментальных данных были составлены уравнения, описывающие зависимость количества тяжёлых металлов в продукции растениеводства от уровня загрязнения почвы.

В общем виде полученные уравнения представляют собой полином 2-й степени: $y=ax^2+bx+c$, где y – содержание элемента в биомассе, мг/кг; x – значение суммарного индекса загрязнения почвы Zc; a, b и c – параметры уравнения, которые зависят от вида ТМ и сельхозкультуры. Значения параметров a, b и c представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Значение параметров полиномиальных уравнений для различных культур и экотоксикантов

Культура	ТМ	Параметры уравнений			
		a	b	c	δn*
Пшеница (зерно)	Pb	$-7{,}76\cdot10^{-6}$	$6{,}87\cdot10^{-3}$	0,471	$7{,}43\cdot10^{-2}$
	Cd	$5{,}78\cdot10^{-5}$	$1{,}4\cdot10^{-3}$	0,269	$1{,}3\cdot10^{-3}$
	Zn	$-4{,}81\cdot10^{-3}$	0,55	24,31	$3{,}51\cdot10^{-2}$
Просо (зерно)	Pb	$-2{,}57\cdot10^{-4}$	$2{,}28\cdot10^{-2}$	0,292	$2{,}35\cdot10^{-2}$
	Cd	$-6{,}83\cdot10^{-5}$	$1{,}1\cdot10^{-2}$	$3{,}97\cdot10^{-2}$	0,132
	Zn	$-1{,}27\cdot10^{-3}$	0,447	17,95	$6{,}90\cdot10^{-2}$
Вика (сено)	Pb	$-4{,}57\cdot10^{-4}$	$4{,}29\cdot10^{-2}$	2,07	$3{,}3\cdot10^{-2}$
	Cd	$3{,}1\cdot10^{-4}$	$1{,}81\cdot10^{-2}$	0,247	$7{,}61\cdot10^{-2}$
	Zn	$9{,}25\cdot10^{-3}$	-0,121	22,16	$3{,}76\cdot10^{-2}$
Картофель (клубни)	Pb	$-1{,}80\cdot10^{-4}$	$2{,}75\cdot10^{-2}$	0,318	$5{,}22\cdot10^{-2}$
	Cd	$-3{,}23\cdot10^{-4}$	$3{,}26\cdot10^{-2}$	4,80	$8{,}39\cdot10^{-2}$
	Zn	$-1{,}63\cdot10^{-3}$	0,245	2,21	$1{,}43\cdot10^{-2}$
Гречиха (зерно)	Pb	$-6{,}72\cdot10^{-4}$	$5{,}17\cdot10^{-2}$	0,322	$3{,}18\cdot10^{-2}$
	Cd	$-6{,}70\cdot10^{-5}$	$1{,}05\cdot10^{-2}$	0,044	$4{,}07\cdot10^{-2}$
	Zn	$-2{,}12\cdot10^{-3}$	0,46	19,15	$7{,}82\cdot10^{-2}$

** δn – среднеквадратичное отклонение теоретической кривой от экспериментальной*

Полученные уравнения могут быть использованы в качестве одного из методов прогноза экологической чистоты урожая сельскохозяйственных культур, возделываемых на загрязнённых черноземах.

После аварии на Чернобыльской АЭС возникла проблема оценки и прогноза радиоэкологических последствий загрязнения природной среды. Особое внимание уделяется цезию-137, т.к. этим радионуклидом загрязнены громадные территории России, в том числе отдельные районы Пензенской области.

Существуют несколько удовлетворительных методов прогноза возможного содержания цезия-137 в урожае. В качестве одного из них предлагается использовать коэффициент перехода после определения абсолютной радиоактивности пахотного слоя почвы (0-20 см) в Бк /кг:

$$К_{П\ цезия\text{-}137} = \frac{Цезий\text{-}137\ в\ урожае,\ к/кг}{Цезий\text{-}137\ в\ почве,\ Бк/кг}$$

В основу этого метода прогноза заложены фактические результаты полевых определений уровня загрязнения почвы и растений. Применение этого метода прогнозирования рационально, т.к. коэффициент перехода (Кп) можно определить для различных сельскохозяйственных культур заранее. Содержание цезия-137 в урожае растений можно рассчитать по формуле:

$$Ар = К_{П\ цезия\text{-}137} \cdot Ап,$$

где Ар – загрязнение урожая, Бк/кг; Ап – удельная активность почвы, Бк/кг; $К_{П\ цезия\text{-}137}$ – коэффициент перехода.

Для выщелоченного чернозёма Пензенской области который занимает более 75% площади, получены следующие коэффициенты перехода цезия-137 из почвы в урожай сельскохозяйственных культур: овёс (солома – 0,09, зерно – 0,03); конопля (листья – 0,09, стебли – 0,001); картофель (ботва – 0,08, клубни очищенные – 0,01, кожура – 0,03); рожь озимая (солома – 0,03, зерно – 0,02), пшеница (солома – 0,05, зерно – 0,03); горох (солома – 0,04, зерно – 0,02); кукуруза (вегетационная масса – 0,03); сено естественных угодий – 2,05. Этими прогнозными коэффициентами перехода можно пользоваться для определения вероятного содержания цезия-137 в урожае данной культуры на данном поле.

Применение этого метода рационально в тех случаях, когда коэффициенты перехода цезия-137 для различных сельскохозяйственных культур и почв определены заранее, поэтому прогнозные коэффициенты необходимо получить для всех культур, выращиваемых на территории области и на всех типах и подтипах почв.

В случае пестроты полей по типу почв, их механическому составу, агрохимическим свойствам эти методы неприменимы, т.к. могут дать неточные данные, поэтому предлагается использовать прогнозирование содержания цезия-137 в урожае по содержанию его в молодых растениях. Этот метод прогнозирования имеет большое значение в случае, когда отсутствуют сведения по физико-химическим характеристикам почв, а также для почв, на которых накопление радионуклидов не находится в тесной зависимости от свойств почв.

Прогноз поступления радиоцезия в растения методом 30-ти дневных проростков можно осуществить за 1,5–2 месяца до уборки

урожая текущего вегетационного периода даже в том случае, когда проростки отбираются непосредственно в поле и не проводятся посевы в теплицах. Содержание радионуклида в проростках (Бк/кг) умножается на коэффициент перехода, который получен экспериментальным путём, в результате чего получают уровень возможного загрязнения урожая.

Опытным путём были получены следующие коэффициенты перехода цезия-137 от проростков к урожаю: овёс (солома – 0,83, зерно – 0,32); конопля (вегетативная масса – 0,77); картофель (ботва – 0,79, клубни – 0,15); рожь (солома – 0,28, зерно – 0,22); горох (солома – 1,10, зерно – 0,62); кукуруза (вегетативная масса – 1,12); пшеница (солома – 0,37, зерно – 0,20); ячмень (солома – 0,95, зерно – 0,41).

Полученные коэффициенты перехода могут быть использованы для прогноза накопления цезия-137 в урожае, полученном на любом типе почв при различной плотности загрязнения.

———

УДК 631.11:332.368

ОСОБЕННОСТИ ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА НА ТЕРРИТОРИЯХ, ЗАГРЯЗНЁННЫХ ЭКОТОКСИКАНТАМИ

З.А.Кирасиров, Н.В.Криушин

В статье предложен комплекс мероприятий, позволяющий уменьшить ущерб для сельскохозяйственного производства при его ведении в условиях антропогенного загрязнения почвенного покрова.

Активное освоение атомной энергии в различных отраслях народного хозяйства, в первую очередь ядерной энергетики, привело к необходимости проведения исследований в областях сельскохозяйственной радиологии и охраны окружающих земель. Вследствие эксплуатации АЭС и других предприятий ядерного топливного цикла, а также при возникновении аварийных ситуаций, часть продуктов деления и нейтронной активации может поступать в биосферу. Загрязнение почв и растений радиоактивными выпадениями происходит при оседании из атмосферы компонентов аэрозольных и газообразных выбросов.

Выпадение радиоактивных аэрозолей «твёрдой» или «влажной» формы на поверхность растений приводит к накоплению в их надземной массе оседающих радионуклидов. Радиоактивные вещества могут поступать также и из почвы через корневую систему

растений. При этом значительна роль таких факторов, как климатические условия и типы почв.

Кроме того, развитие промышленности в районах интенсивного земледелия, применение химических средств в сельском хозяйстве образовали антропогенные потоки экотоксических веществ, отличающиеся от природных очень высокой степенью их концентрации. Поэтому на некоторых территориях, особенно в аграрно-индустриальных областях, целый ряд химических элементов, нужных для роста и развития растений в микроконцентрациях, перешли в класс токсичных веществ.

Особую группу загрязнителей представляют тяжёлые металлы (ТМ), сохраняющиеся в почве длительное время и поступающие в разные органы растений. Рост концентрации ТМ в окружающей среде способствует увеличению их содержания во всех компонентах экосистем, передвижению по трофической цепи. Ряд ТМ обладает кумулятивным эффектом, канцерогенным действием. К их числу относятся кадмий, свинец и др.

Продукция, содержащая радиоактивные вещества и ТМ, приводит к снижению здоровья живущего поколения и появлению генетических последствий для будущих поколений региона. Кроме того, продукция сельского хозяйства, не отвечающая радиологическим и химическим стандартам, не конкурентоспособна на рынке.

В настоящее время почва является основным источником поступления радионуклидов и тяжёлых металлов в сельскохозяйственную продукцию. Как сложная многофазная система, почва оказывает значительное влияние на миграцию экотоксикантов. С одной стороны, происходит их сорбция твёрдой фазой почвы, с другой – идут процессы перераспределения в более глубокие слои. Скорость этих процессов зависит от таких свойств почв, как механический и минералогический состав, содержание органического вещества, ёмкость обмена и т. д.

Основным радионуклидом, загрязняющим продукцию выращиваемую в Пензенской области, является цезий-137. Цезий-137 закрепляется в почве преимущественно по типу необменного поглощения и прочно фиксируется её твёрдой фазой.

На территории Пензенской области 92% пашни представлено почвами, глинистыми и тяжелосуглинистыми по механическому составу. Основная площадь занята выщелоченными чернозёмами (около 75%). Миграция радионуклидов на этих почвах протекает медленно, и основная доля радионуклидов находится в слое 0–20 см. На затопленных участках (например, в поймах) миграция радионуклидов происходит более интенсивно, цезий-137 проникает до глубины 30 см и более. Кроме того, хозяйственная деятельность человека, в частности перепашка угодий, приводит к достаточно

равномерному распределению радионуклидов в пределах пахотного слоя, а вспашка с оборотом пласта обуславливает перемещение радионуклидов в глубь почвы.

Повышенные концентрации ТМ в почве уменьшают почвенное плодородие, снижают выход валовой продукции сельскохозяйственных угодий, ухудшают её качество.

Фитотоксичность ТМ во многом зависит от того, в какой форме они присутствуют в почве. Действующим началом является не то валовое количество металлов, которое попало в почву, а те новые соединения, которые существуют в почве в момент произрастания растений.

О влиянии минеральных, органических удобрений и известкования на превращения форм ТМ в почве можно судить по коэффициенту их подвижности, который представляет отношение подвижной формы элемента к валовой. Наибольший коэффициент отмечен у кадмия – от 12 до 19%, свинца – 7–10 и цинка 5–7%. Применение минеральных удобрений снижает подвижность ТМ в 1,2–1,5 раза.

На накопления радионуклидов и ТМ сельскохозяйственными растениями из почв влияют физико-химические характеристики токсикантов, свойства почв, биологические особенности растений и агротехника возделывания культур.

Наибольшее поступление изотопов отмечено у зернобобовых культур (горох, вика), бобовых трав (клевер), затем в нисходящем порядке идут корнеплоды и клубнеплоды (столовая свекла, картофель), злаковые зерновые (овёс, пшеница, ячмень) и злаковые травы. Доступность растениям радионуклидов повышается с уменьшением в почве физической глины, ила, органического вещества, обменных катионов, ёмкости поглощения, некоторых минералов.

Растения, поглощающие больше калия, накапливают в своих органах больше радиоцезия.

Помимо влияния биологических особенностей растений на накопление ими радиоактивных веществ большое значение имеет также разнообразие почвенных типов, подтипов, разностей. В растениях, выращенных на дерново-подзолистых почвах, поступление радионуклидов наибольшее, тогда как для чернозёмов этот показатель может быть меньше на целый порядок.

В условиях промышленного производства возможно одновременное загрязнение окружающей среды не только радионуклидами, но и ТМ. Среди них наибольший интерес представляют такие металлы, как Pb, Cd, Zn и др., ввиду их высокой токсичности и способности накапливаться в растениях в количествах, превышающих предельно-допустимые концентрации (ПДК).

Фитотоксическое действие ТМ выражается в снижении урожая, угнетении развития растений, интенсивности хлорозов.

Выявлены различия в устойчивости растений к ТМ. В частности, растения томатов устойчивы к высоким концентрациям кадмия (вплоть до 10 мг/г), а картофель отличает высокая чувствительность к Pb. Устойчивость растений к одному металлу, как правило, не распространятся на другие [1].

Система ведения растениеводства на загрязнённых территориях должна включать комплекс мероприятий, направленных на получение относительно «чистой» продукции, которые состоят из 4-х групп: организационные, агротехнические, агрохимические и технологические [2,3].

Организационные мероприятия предусматривают:

1. Проведение инвентаризации угодий по плотности загрязнения радионуклидами и ТМ и составление соответствующих картограмм. Проводится сопоставление почвенных характеристик угодий и данных об их загрязнении.

2. Прогнозирование содержания радионуклидов и ТМ в урожае.

3. Инвентаризация угодий в соответствии с результатами прогноза и определение площадей, где возможно выращивание культур для различного использования:

а) на продовольственные цели;

б) для производства кормов;

в) для получения семенного материала;

г) на техническую переработку.

4. Изменение структуры посевных площадей.

Особенности минерального питания, разная продолжительность вегетационного периода, характер распределения корневых систем в почве, различия в продуктивности и другие биологические особенности растений влияют на накопление радионуклидов и ТМ разными видами и сортами сельскохозяйственных культур. Межвидовые различия в накоплении радиоактивных веществ и ТМ могут достигать 20–50 раз, сортовые составляют 1,5–5 раз, в то время как трудоёмкие агротехнические и агрохимические мероприятия дают эффект в 1,1–4,5 раза.

Накопление ТМ и РВ в растениях представляет следующий ряд: корни > листья > стебли > корнеплоды > семена > клубни. Поэтому для выращивания на загрязнённых почвах надо выбирать вид с наименьшим загрязнением потребляемой части растений.

Исключив возможность дальнейшего загрязнения почвы и занимая поля техническими культурами, а также растениями, дающими наименее загрязнённую продукцию, можно постепенно, без материальных затрат, снизить содержания ТМ и РВ за счёт естест-

венных процессов самоочищения в результате выноса элементов растениями, вымывания их за пределы корнеобитаемого слоя почвы, дальнейшей необратимой сорбцией их ППК и вхождением в кристаллическую решетку почвы.

Если по экономическим или каким либо другим причинам нецелесообразно комплексное окультуривание отдельных загрязнённых полей, на них следует размещать технические культуры: лён, коноплю, клещевину, картофель для переработки на крахмал или спирт, сахарную свёклу на сахар, подсолнечник на масло, а также эфиромасличные растения для получения растительных масел или сырья для парфюмерной промышленности. В отдельных случаях эти участки можно отводить под семеноводство, особенно под семенники овощных или кормовых культур.

Нельзя использовать загрязнённые почвы для выращивания кормовых культур, т.к. на корм скоту идут чаще всего те части растений и в ту фазу, когда в них происходит заметное накопление вредных элементов.

При сильном загрязнении необходимо вывести с этих полей посевы гречихи, сократить площади возделывания бобовых и зернобобовых культур, наиболее сильно накапливающих РВ и ТМ.

На загрязнённых почвах нельзя размещать листовые овощи (шпинат, салаты). На огородных почвах следует размещать культуры, защищённые от избыточного накопления ТМ – томаты, капуста, картофель.

В современных условиях перспективно введение новых культур и сортов, устойчивых к токсическим уровням, и мало накапливающих загрязняющие вещества. До сих пор чаще обсуждали вопросы вертикальной адаптации растений, обусловленной реконструкцией генотипов. Сейчас же надо вернуться к горизонтальной адаптации, которая обеспечивается подгонкой генотипов (культур, сортов, гибридов) к природно-экологическим нишам. Она может быть обеспечена научно-обоснованным размещением культур по территориям в зависимости от плотности радиоактивного и химического загрязнения.

Агротехнические приёмы. Наибольшие возможности ограничить поступление загрязнителей в рацион человека заложены в звене «почва – растение». Существенное значение при этом имеет перераспределение токсикантов по профилю почвы в момент механической обработки. Так, например, вспашка отвальными и плантажными плугами уменьшает накопление стронция-90 растениями в 4 раза. Однако, при плантажной вспашке затраты в 5–6 раз выше, чем при обычной вспашке на глубину 25 см. Таким образом, обычная вспашка почвы отвальным плугом является довольно эффективным и экономически целесообразным приёмом, который можно

выполнить обычной сельскохозяйственной техникой, имеющейся в каждом хозяйстве.

При полном заглублении вспашка с оборотом пласта в 10 раз снижает поступление цезия-137 и ТМ в растения при нахождении токсических веществ в слое почвы 0–5 см. Эффективно использование двухъярусных плугов при коренном улучшении лугов и пастбищ с последующим высевом при перезалужении травосмесей с минимальным накоплением вредных элементов. Подбор травосмесей производится из районированных злаковых трав, обеспечивающих наивысшую продуктивность травостоя.

При обработке почвы возникает вторичное загрязнение растений, поэтому на опасных участках необходимо сократить количество междурядных обработок, проводить работы по возможности на влажной почве, заменить механические прополки химической, используя широкозахватные агрегаты.

Агрохимические мероприятия. Для получения гигиенически полноценной продукции необходимо использовать феномен «биологического разведения», заключающийся в распределении токсических элементов в большом объёме органического вещества за счёт создания условий для лучшего роста растений.

Следовательно, применяя удобрения с примесями ТМ или выращивая растения на загрязнённых почвах, необходимо стремиться к созданию оптимальных условий для роста. Тогда продукция с этих полей по удельному содержанию вредных элементов будет сопоставима с полученной на чистых почвах. Но если условия для роста растений окажутся неблагоприятными, концентрация радиоактивных веществ и ТМ в продукции с загрязнённых почв может существенно возрасти при внесении минеральных удобрений, особенно азотных.

Отсюда следует, что гигиенически полноценную продукцию легче получить на почвах, обеспечивающих быстрый рост растений, т.е. на почвах высокого плодородия, обладающих оптимальной кислотностью, достаточно большой ёмкостью поглощения катионов, хорошо насыщенных основаниями, а также содержащих все необходимые для минерального питания растений элементы в оптимальных количествах.

Хорошая обеспеченность почв всем необходимым для роста растений, как правило, приводит к увеличению отношения надземной массы к массе корней, т.е. на более плодородных почвах корни охватывают меньший объём субстрата, заметно сокращается относительная поверхность контакта с почвой, а вместе с этим и случайное поступление из неё загрязнителей.

Значительное уменьшение (в 2 раза) содержания РВ и ТМ в продукции можно получить при заправке почвы органическим удоб-

рением (40 т/га и более). Минеральные удобрения следует вносить в дозах под планируемый урожай. Наиболее эффективно комплексное внесение различных видов минеральных и органических удобрений.

На лёгких по механическому составу почвах незначительный (в 1,5–3 раза) эффект даёт внесение природных минеральных сорбентов (различные виды глинистых минералов). Наиболее эффективен цеолит. Однако на почвах Пензенской области чернозёмного вида и среднесуглинистых серых лесных внесение глин не даёт эффекта. Отсутствие эффекта от цеолита легко объяснимо: увеличение ёмкости поглощения катионов почвой от 40 т/га цеолита (ёмкость поглощения катионов цеолита 200 мг экв./100 г) составляет не более 1–3%. Можно предложить, что цеолит будет действовать при уменьшении тонины помола и увеличении дозы до 100–200 т/га. Однако, действовать он будет в небольших пределах и внесение таких мелиорантов нецелесообразно с экономической точки зрения.

В практическом отношении наиболее эффективны два приёма уменьшения транслокации РВ и ТМ из загрязнённых почв в растения: смена культуры и известкование. Известкование эффективно лишь на кислых почвах в агрономически целесообразных дозах. На высокоокультуренных почвах известкование как способ мелиорации загрязнённых почв, малоэффективно, остается только один способ – смены культуры.

В настоящее время всё больше расширяется применение гуминовых веществ как средства повышения плодородия бедных почв и эффективности использования минеральных удобрений, а также активации ростовых процессов, растений и жизнедеятельности микроорганизмов.

Наряду с росторегулирующими свойствами гуматам в определённой мере присущи и свойства физиологически активных соединений нового поколения. Препараты этого направления характеризуются не только ускорением ростовых процессов, но и активацией защитных механизмов растений против действия неблагоприятных факторов, в том числе химических (тяжёлые металлы, радионуклиды).

Так, обработка посевного материала и вегетирующих растений биологически активными веществами (ГУМИ-90, ЛИГНОГУМАТ) позволило увеличить урожай на загрязнённой почве: у гречихи – до 10%, у проса и вики – на 10–30%. Снижение содержания ТМ в продукции растениеводства от использования БАВ составило: просо – до 15%, вики – 15–25% и у гречихи – до 1,3 раза (по Pb).

Технологические приёмы. Первичная очистка и промывка убранной плодоовощной и технической продукции включает в себя общепринятые способы отмывания в воде овощей и фруктов, очи-

стки картофеля от кожуры, срезание головок у корнеплодов, удаление кроющих листьев капусты и др. Использование этих приёмов приводит к снижению загрязнения продуктов от 2 до 10 и более раз. Дальнейшая переработка овощей и фруктов (квашение, маринование и т.п.) приводит к дополнительному снижению содержания вредных веществ в продуктах. При этом рассолы, маринады, отвары в которые они переходят, использовать не рекомендуется.

Переработка на крахмал, сахар, спирт, масла позволяет получить чистую продукцию из загрязнённого сырья.

Технология уборки культур с полей должна обеспечивать недопущение вторичного загрязнения урожая.

Любая многообещающая технология выращивания сельскохозяйственных культур неприменима на огромных территориях, нуждается в конкретизации, а также в почво- и природоохранных мероприятиях. Это относится как к интенсивной технологии, так и к биологическому земледелию.

С точки зрения экологии, следует прекратить дальнейшее разрушение элементов ландшафта, сократить применение удобрений, гербицидов и инсектицидов в результате последовательного применения методов интегрированной защиты растений. Необходимо вводить виды культурных растений, поставляющих энергию, применять такую технологию производства, которая позволила бы использовать аграрно-экономическую систему без ущерба для экологии. Рекомендации к практическому внедрению любых приёмов, направленных на ограничение поступления радионуклидов и ТМ из почвы в растения, должны учитывать экономическую эффективность и санитарно-гигиеническую значимость этих мероприятий. Нецелесообразно использовать дорогостоящие приёмы, приводящие к незначительному уменьшению перехода загрязнителей в продукцию растениеводства и далее в рацион человека.

Литература

1. Кирейчева, Л.В. Толерантность сельскохозяйственных культур к загрязнению чернозёмов тяжёлыми металлами / Л.В. Кирейчева, Ю.А. Мажайский, А.В. Ильинский // Аграрная наука. – 2003. – № 8. – С. 19–20.

2. Воин, М.И. Возможности снижения экологической опасности экотоксикантов в сельском хозяйстве / М.И. Воин // Химия в сельском хозяйстве. – 1995. – № 5. – С. 38–40.

3. Сельскохозяйственная радиоэкология / Под ред. Р.М. Алексахина, Н.А. Корнеева. – М.: Экология, 1992. – 400 с.

УДК [631.559+631.671.3]:633.1

ВЛИЯНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОГОДЫ НА ИЗМЕНЕНИЕ УРОЖАЕВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И ПРИСПОСОБЛЕННОСТИ К ЗАСУХЕ

А.В. Бойко

В статье анализируются результаты многолетних исследований по изменению урожаев зерновых культур в зависимости от погодных условий их выращивания, а также представлены данные об использовании растениями почвенной влаги в благоприятные и засушливые годы.

В условиях неустойчивости увлажнения по годам величина урожаев при равных агротехнических фонах в значительной степени обуславливается количеством выпадающих осадков и степенью проявления воздушных засух. В зависимости от этого урожаи могут быть относительно высокими, средними или низкими.

В структуре посевных площадей на пахотных землях обычно преобладают зерновые культуры, в основном яровые, что в целом определяет проявление отрицательного баланса между возвратом органического вещества в почву и его расходом на минерализацию и урожай. А отрицательный баланс органического вещества соответственно отражает отрицательный баланс свежего перегноя и гумуса. В этом можно убедиться, если провести соответствующие расчёты баланса гумуса по углероду и азоту.

Территориальные же различия в урожаях в разрезе отдельных ландшафтных территорий, хозяйств и при равных уровнях агротехники определяются не только условиями увлажнения, но и плодородием почв, которое зависит в первую очередь от количества в них свежего перегноя и элементов его минерализации. Наличие же последних в почвах определяется величиной их отчуждения по отношению к поступлению свежего органического вещества, основным источником которого является сами возделываемые культуры, их растительные остатки, опад и выделения.

Основная доля этих поступлений падает на растительные остатки (корневые и пожнивные). Дополнительным источником, кроме вывозимых на поля органического удобрений, является побочная продукция, за счёт использования которой можно компенсировать недостаток возврата свежего органического вещества в почву.

Некоторые исследователи пытаются показать периодические колебания урожаев сельскохозяйственных культур (в частности зерновых) через два года на третий или другие определённые промежутки времени как некую закономерность. Однако они не дают какого-либо четкого обоснования причин такого явления.

Влияние активных циклов солнечной радиации на изменение величин урожаев через определённое время не подтверждается, поскольку такие циклы также не проявляются через точно определённое число лет.

Одной из биологических особенностей однолетних, в частности зерновых, культур является то, что оставляемые ими растительные остатки (корневые совместно с поверхностными пожнивными) не перекрывают расход органического вещества на минерализацию и вынос с урожаем.

Если после более высокого урожая в благоприятном по увлажнению году в почву поступает больше свежего органического вещества растительных остатков, а в последующем засушливом году расходуется меньше, то при четко поочередной смене благоприятных по увлажнению и засушливых лет это могло бы через увеличение поступления и последующего уменьшения расхода наряду с соответствующим улучшением увлажнения обуславливать соответствующее чередование величин урожайности через год.

К сожалению подобные (через каждый год) чередование благоприятной и сухой погоды четко не происходит.

С другой стороны подмечено, что после наиболее высоких урожаев в благоприятном году урожаи в последующий год снижается несмотря на сравнительно не менее благоприятные условия увлажнения. Такое явление видимо связано с деятельностью почвенной микрофлоры не успевающей на сравнительно коротком отрезке времени полностью перерабатывать свежее органическое вещество до доступных растениям форм. И если после таких двух благоприятных лет третий будет засушливым, а четвертый вновь благоприятным это создаёт видимость проявления некоторой закономерности увеличения урожайности через два года на третий. К сожалению подобных постоянных чередований по годам в природе также не бывает.

Всходы ранних зерновых культур в начальный период их роста и развития в лесостепи Поволжья обеспечиваются влагой за счёт почвенных её запасов с осени и пополнения от снеготаяния. Это обуславливает значение ранних весенних сроков предпосевной подготовки и посева, как только поспеет почва для проведения этих работ. Запаздывание с севом ими затягивание его запасов и подвергает риску непроизводительных потерь водных почвенных запасов и снижению последующего роста и развития растений, повреждения их болезнями и вредителями, а также зарастания сорняками в связи с ослаблением конкурентной способности посевов.

Метеорологические данные за 30 лет (1957–1988 гг.), полученные на Пензенской областной сельскохозяйственной опытной станции, показывают, что колебания осадков в мае проявлялось от

1,1 до 93 мм. Резкие колебания количества выпадающих осадков наблюдались и в первой половине июня. В прямой зависимости от осадков этого периода находится величина урожаев не только ранних яровых зерновых, но и валовые сборы зерна в целом, поскольку в общей структуре посевных площадей яровой зерновой клин преобладает. И совсем не без оснований, в частности в Пензенской области, принято считать, что если выпадут два хороших майских дождя, урожай зерна можно считать гарантированным.

Некоторые исследователи, ссылаясь на изменение климата в сторону потепления и удлинениям общего вегетационного периода, утверждают, что ранний яровой посев можно перенести на более поздний срок для проведения повторных предпосевных обработок с целью уничтожения появляющейся сорной растительности, прогревания посевного слоя почвы и т.д. Однако дополнительное рыхление посевного слоя усиливает его иссушение, что вызывает снижение полевой всхожести. Поэтому сохраняется целесообразность при поспевании почвы как можно быстрее забороновать поля тяжёлыми или средними боронами и при первой возможности проводить предпосевную культивацию с одновременным боронованием и посев. На выравненной зяби при отсутствии глыбистости, разъемных борозд и других неровностей, но при уплотнении посевного слоя можно допустить применение культивации с боронованием и посев без предварительного боронования тяжёлыми или средними боронами. При сохранении достаточной рыхлости посевного слоя можно допустить посев сразу после боронования тяжёлыми боронами без применения предпосевной культивации. В любом случае за счёт предпосевной обработки семена должны лечь на влажное твердое ложе и заделаны рыхлым слоем. В последнее время появилась техника, позволяющая проводить одновременно предпосевную обработку и посев, экономить время и расход общих затрат, оптимизировать сроки посева.

В литературных источниках показано, что более поздний яровой сев был и остается приемлемым для условий Зауралья, Заволжской степной зоны Поволжского региона по показаниям Т.С. Мальцева [1] и Самарского НИИСХ, а также других зон и регионов, в которых май отличается очень частой или стабильной засушливостью, а июнь, как правило, дождливостью.

В лесостепи Поволжья (Пензенская область) озимые культуры и многолетние травы ежегодно достаточно эффективно используют запасы воды, накапливаемые в почве за осенний и зимний периоды. Поэтому даже в годы с самой засушливой погодой они гарантируют обеспечение урожая, в силу чего считается страховыми культурами.

Основные критические периоды потребности в воде ранних яровых культур заканчиваются со второй половины июня. Осадки последующего периода влияют в основном на налив зерна, но уже не могут увеличить количество продуктивных стеблей и их листовую поверхность, то есть то, чем определяются потенциальные урожайные возможности зерновых культур.

Ко времени наступления второй половины июня, как правило, количество выпадающих осадков возрастает. Пик увеличения количества летних осадков приходится на июль, с последующим спадом в августе. В среднем за 47 лет по данным метеослужбы Пензенской областной сельскохозяйственной опытной станции (р.п. Лунино) в мае выпало 44, в июне – 47, в июле – 62, в августе 50 мм осадков. По наблюдениям Пензенской областной метеослужбы (г. Пенза) в среднем за 50 лет в мае выпало 52, в июне – 55, в июле 64, в августе – 56 мм осадков.

Осадки второй половины июня и июля совпадают со временем уборки трав на сено. Такие особенности погоды осложняют эту работу. С другой стороны, осадки этого периода играют важную роль в формировании надземной массы крупяных культур (проса и гречихи), кукурузы, они жизненно важны и своевременны для картофеля и других пропашных культур, а также второго укоса многолетних трав, поукосных посевов. Это вторая группа культур, которая в условиях засушливой погоды играет роль страховой. Июльские дожди способствуют накоплению воды в почве под последующий посев озимых культур по паровым и непаровым предшественникам при условии своевременной обработки почвы.

Наши наблюдения за 23 летний период (1966–1988 гг.) показали, что в наиболее урожайные годы в мае выпало от 40,3 до 88,8 мм осадков, а в средние и малоурожайные – соответственно от 16,2 до 37,6 и от 1,1 до 14,2 мм. Средние урожаи зерновых культур по Пензенской области и двум опытным хозяйствам станции, как видно из таблицы 1, закономерно находились в прямой зависимости от осадков мая.

Несколько позже Л.Е. Вельмисева [2] показала математическую достоверность этой зависимости. Засушливая погода мая повторялась через один, два, три года, реже через более длительный срок.

Средние урожаи зерна по двум опытно-производственным хозяйствам опытной станции всегда были выше, а снижение урожаев от засухи меньше средних областных за счёт более плодородных почв и совершенных приёмов агротехники. Расход майских осадков на урожай по опытной станции был ниже, а их производительность (количество полученного зерна на единицу выпавших осадков) выше по сравнению с хозяйствами области. С увеличением засушли-

вости погоды мая производительность майских осадков по станции по сравнению с областной возрастала, то есть отражала соответствующее повышение адаптивной способности растений к засухе, назовем её как общее закономерное явление показателем ландшафтно-почвенно-технологической адаптивности посевов (ПЛПТАП).

Таблица 1 – Изменение урожаев, ландшафтно-почвенно-технологической и природной адаптации зерновых культур к засухе в зависимости от осадков мая за 23 летний период (1966–1988 гг.) по Пензенской области и областной опытной станции

Показатели	Благоприятные (8 лет)		Средние (9 лет)		Засушливые (6 лет)	
	по станции	по области	по станции	по области	по станции	по области
Осадки в мае, мм	58,4		25,1		7,0	
Средние урожаи, ц/га	27,5	16,7	22,8	13,2	19,2	10,6
Снижение урожаев от засухи, %	-	-	17	21	30	37
Разница в урожаях, ц/га	-	-10,8	-	-9,6	-	-8,6
Стабильность средних урожаев, %	79	74	69	58	82	84
Максимальные урожаи, ц/га	34,9	22,4	29,1	19,4	23,4	12,7
Минимальные урожаи, ц/га	24,2	13,8	18,4	8,2	14,1	7,5
Расход осадков на 1 ц зерна, мм	2,1	3,5	1,1	1,9	0,4	0,7
Разница в расходе осадков, мм	-	1,4	-	0,8	-	0,3
Производительность осадков – ПЛПТАП*, ц/га	0,5	0,3	0,9	0,5	2,7	1,5
Разница, ц/га	-	-0,2	-	-0,4	-	1,2
ППАПР**, % от средней производительности осадков	36	43	64	71	193	214
Разница между засушливыми и благоприятными годами, %					157	171
Разница между засушливыми и средними годами, %					129	143

** Производительность осадков получено зерна на 1 мм осадков отражает ПЛПТАП – показатель ландшафтно-почвенно-технологической адаптации посевов;*

*** Процент от средней производительности осадков отражает ППАПР – показатель природной адаптивной приспособленности растений (возделываемых культур)*

Однако, как видно из таблицы, разница между опытной станцией и хозяйствами области в расходе осадков мая на единицу урожая с увеличением засушливости майской погоды снижалась с 1,4 мм в благоприятные годы до 0,8 мм в средние и 0,3 в засушливые. Это свидетельствует о соответствующем увеличении проявления природной (заложенной в самом растении) адаптации возделываемых культур к засухе при ухудшении условий их выращивания. Образно говоря, растения усиливают свою самозащиту от за-

сухи при снижении внимания к ним человека. Это подтверждается и нижеследующим. При вычислении процентов производительность осадков в благоприятные, средние и засушливые годы от общей средней их производительности раздельно по хозяйствам области и опытной станции видно, что они возросли с увеличением засушливости (уменьшения дождливости) мая. Это возрастание в засушливые годы, по сравнению с благоприятными годами по станции составило 157%, по области 171%, а по сравнению со средними годами соответственно 123 и 143%. Это третье закономерное явление, отражающее природную адаптивность возделываемых культур к засухе. Назовём его показателем природной адаптивной приспособленности растений (ППАПР). Как видно, этот показатель увеличивался не только по мере уменьшения количества выпадающих осадков, но и с ухудшением почвенно-технологических условий для возделываемых культур. Это видно из того, что возрастание его по хозяйствам области при смене благоприятных и средних лет засушливыми было больше на 14%.

Таким образом, с ухудшением условий произрастания возделываемые культуры увеличивают свою адаптивную природную приспособленность, а при улучшении этих условий уменьшают её, то есть используют её рационально для своей жизнеобеспеченности и сохранности в последующих потомствах. У растениевода цель иная – получение стабильно наиболее высоких урожаев для конкретных условий наименьшими затратами труда и средств. Выбор наиболее подходящих природных ландшафтно-почвенных условий и агротехнических приёмов возделывания противостоят проявлению отрицательного влияния погоды и климата, увеличивают производительность осадков и показатель ландшафтно-почвенно-технологической адаптации посевов и показатель природной адаптивной приспособленности растений. Поэтому агроприёмы направленные на совершенствование технологий возделываемых культур в общей структуре посевных площадей и севооборотах иногда называют адаптивными [3].

Цель таких технологий достигается, когда параллельно с увеличением урожаев повышается их стабильность, а также показатели ландшафтно-почвенно-технологической (ПЛПТАП) и природной (ППАПР) адаптивной приспособленности посевов. Для подтверждения этого положения следует обратить внимание на таблицу 2, в которой приведен анализ средних урожаев зерновых культур, полученных в ОПХ «Центральное» опытной станции в благоприятные по осадкам и засушливые годы.

Таблица 2 – Изменение урожаев зерна, ландшафтно-почвенно-технологической и природной адаптации посевов к засухе под влиянием сочетания культур и осадков мая по ОПХ «Центральное» областной опытной станции за 5 благоприятных и 5 засушливых лет

Показатели	Годы	В озимом клину		В яровом клину		В среднем в озимом и яровом клиньях	
		без ржи	с участием ржи	без овса, ячменя и проса	с участием овса, яч-меня и проса	без ржи, овса, яч-меня и проса	с участием ржи, овса, ячменя и проса
Осадки в мае, мм	благопр.	56,9					
	засуш.	10,0					
Средние урожаи, ц/га	благопр.	37,7	36,6	28,0	29,6	32,8	33,1
	засуш.	29,1	32,6	19,0	24,7	24,0	28,6
Разница в урожаях, ц/га		-8,6	-4,0	-9,0	-4,9	-8,8	-4,5
Урожаи зерна, ц/га	в ср. за 10 лет	33,4	34,6	23,5	27,1	28,4	30,8
Стабильность средних урожаев, %	-*-	88	94	84	91	86	93
Расход осадков на 1 ц зерна, мм	благопр.	1,5	1,5	2,0	1,9	1,7	1,7
	засуш.	0,3	0,3	0,5	0,4	0,4	0,3
Производительность осадков – ПЛПТАП, ц/га	благопр.	0,7	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6
	засуш.	2,9	3,3	1,9	2,5	2,4	2,9
Разница, ц/га		+2,2	+2,7	+1,4	+2,0	+1,8	+2,3
ПЛПТАП, ц/га	в ср. за 10 лет	1,8	1,9	1,2	1,5	1,5	1,7
ППАПР, % от средней производи-тельной осадков	благопр.	101	98	98	104	100	100
	засуш.	94	106	87	113	91	109
Разница, %		-7	+8	-11	+9	-9	+9
ППАПР,%	в ср. за 10 лет	97	102	92	108	95	104

** Производительность осадков получено зерна на 1 мм осадков отражает ПЛПТАП – показатель ландшафтно-почвенно-технологической адаптации посевов;*

*** Процент от средней производительности осадков отражает ППАПР – показатель природной адаптивной приспособленности растений (возделываемых культур)*

Как видно из таблицы, в озимом клину были более высокие урожаи их стабильность и показатели ПЛПТАП и ППАПР по сравнению с яровым клином. Причём при использовании одной озимой пшеницы они были ниже, чем при использовании озимых пшеницы и ржи. Под влиянием засух озимая пшеница снизила урожаи на 80,6, а совместно с озимой рожью на 4 ц/га или соответственно на 33 и 11%.

В яровом клину без овса, ячменя и проса урожаи от засух снизились на 9,0, а при их участии на 4 ц/га или соответственно на 33 и 17%. Также при использовании посевов ячменя, овса и проса снизился расход осадков и 1 ц зерна, увеличились показатели ПЛПТАП и ППАПР. Подобные показатели наблюдались в среднем по озимому и яровому клиньям.

Как справедливо указывает в своей монографии А.А. Жученко [3], адаптивные возможности растений связаны с эволюцией и изменениями их корневых систем. Многие исследователи отмечают относительно высокую адаптивную пластичность корневой системы (её роста, массы).

На наш взгляд, основные адаптивные возможности растения обуславливаются величиной соотношения его корневых масс к надземным, проявляющейся как на основе генетически кодируемых изменений (в филогенезах), так и в процессах жизненного роста и развития (в онтогенезах). При повышении этого соотношения увеличивается охватываемое корнями почвенное пространство, приходящееся на общую, поверхностную и урожайную массы. Это даёт возможность растению соответственно увеличивать усвоение из почвы воды и питательных веществ, приходящихся на единицу его надземной вегетативной массы и проявлять большую устойчивость к негативным влияниям окружающей среды. Такое явление наиболее приемлемо к естественным травяным сообществам и меньше к сеяным многолетним травам. При улучшении условий произрастания, что более характерно для однолетних культур, соотношение корневых масс к надземным уменьшается и их природные адаптивные способности также снижаются, соответственно снижается и показатель природной адаптивной приспособленности (ППАПР) при переходе от засушливых лет к более благоприятным, что было показано выше.

Таким образом, природная адаптивная приспособленность растений и приведенный выше её показатель (ППАПР) определяется изменением соотношений растительных корневых масс к надземным (урожайным). Изменение соотношений корневых масс к надземным проявляется как общая закономерность в высшем растительном мире постоянно в филогенезе и отногенезе, как следствие воздействия внешней среды произрастания. Как определяющая

причина обуславливаемых ей явлений, данная закономерность сочетается с другими факторами уступая им или превосходя их по воздействию [4]. Природная адаптивная приспособленность растений к засухе проявляется как причина, обуславливаемая данной закономерностью.

По нашим наблюдениям, урожай зерна яровой пшеницы от засухи снизился с 29,4 до 13,0 ц/га, отношение корневых масс к надземным при этом увеличилось с 0,39 до 0,41 по сравнению с благоприятными годами.

Подобные различия приведённых показателей распространяются в целом на отдельные природно-климатические зоны. Для убеждения в этом мы брали усредненные урожаи зерновых культур по лесостепной, более увлажнённой зоне, в среднем по Пензенской и Ульяновской областям и по степной, более засушливой зоне, в среднем по Самарской и Саратовской областям, за 18 лет (табл. 3).

Таблица 3 – Средние урожаи зерна и расчётные соотношения корневых масс к надземным по лесостепной и степной зонам Поволжья в среднем за 18 лет

Зоны области	Средние урожаи зерна			Расчётное отношение корневых масс к надземным		
	65-75 гг.	76-80 и 84-88 гг.	среднее	65-75 гг.	76-80 и 84-88 гг.	среднее
Более увлажнённая лесостепная Пензенская и Ульяновская	14,3	14,7	14,5	0,386	0,383	0,384
Более засушливая степная Саратовская и Самарская области	12,8	14,1	13,4	0,407	0,399	0,403

Соотношения корневых масс к надземным соответственно использовали на основе расчётных данных на основе уравнений Ф.И. Левина [5]. Оказалось, что в лесостепной зоне урожаи были получены выше на 0,6–1,5 ц/га, а отношения корневых масс к надземным соответственно ниже на 0,016–0,021.

Литература

1. Мальцев, Т.С. Вопросы земледелия / Т.С. Мальцев. – М., 1971. – 391 с.

2. Вельмисева, Л.Е. Формирование продуктивности и качества зерна сортов яровой мягкой пшеницы в зависимости от приёмов возделывания в условиях лесостепи Среднего Поволжья / Вельмисева Людмила Евгеньевна: Автореф. Дисс. … канд. с.-х. наук: 06.01.09. – Пенза, 2005. – 22 с.

3. Жученко, А.А. Адаптивная селекция растений (эколого-генетические основы) / А.А. Жученко – М.: Изд-во РУДН, 2000. – Т. 1. – 780 с.

4. Бойко, А.В. Общая закономерность изменения соотношений между корневыми и надземными массами растений во времени и её значение в практической агрономии / А.В. Бойко // Вопросы интенсификации с.-х. производства в исследованиях ПензНИИСХ. – Пенза, 1999. – С. 36–45.

5. Левин, Ф.И. Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции / Ф.И. Левин. – Агрохимия. – 1977. – № 8. – С. 36–42.

———

УДК 631.472.71:631.51.01:631.331

ИЗМЕНЕНИЕ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПАХОТНОГО СЛОЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПОД ЗЕРНОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ

З.А. Кирасиров, И.В. Бакулова, Н.А. Курятникова

В статье освещается ресурсосберегающая технология, направленная на минимализацию производственных затрат и удешевления себестоимости продукции. Применяемые с целью энерго- и ресурсосбережения новые комбинированные почвообрабатывающие агрегаты не только не теряют своей актуальности, но и приобретают особое значение. Приводятся данные по сравнению посевных агрегатов различных модификаций: как рядковых, так и разбросных.

В работах научно-исследовательских учреждений и землепользователей в современных условиях всё большее внимание уделяется вопросам экономии расходов невосполнимых источников энергии, сохранения пахотных земель от дальнейшей деградации и повышения эффективности их использования.

Поскольку основные затраты в растениеводстве связаны с обработкой почвы и посевом сельскохозяйственных культур, особое значение придаётся использованию комбинированных машин, позволяющих сокращать количество и глубину рыхления, а также создавать наиболее оптимальные условия для роста и развития растений. В лесостепной зоне Поволжья, как и во многих других регионах страны, это остается неиспользованным резервом сельскохозяйственного производства. При этом вопросы, связанные с эффективностью использования таких машин, требуют их проверки в местных условиях и необходимого обоснования для практического использования в направлении улучшения физического состояния поч-

вы, улучшения питательного режима возделываемых культур, снижения их засоренности.

На опытном поле ПензНИИСХ в течение двух лет (2005–2006 гг.) изучали эффективность использования почвообрабатывающих и посевных комбинированных машин новых модификаций КНК-4, сеялки АУП-18,5 при возделывании пшеницы как наиболее требовательной к условиям возделывания культуры. Обработка стерневого фона проводилась в сравнении с культиваторами КПС-4,2 и КПЭ-3,8, а посевной агрегат АУП-18,5 сравнивался с сеялкой СЗУ-3,6. Полевые опыты закладывались в трёхкратной повторности. Учётная площадь делянок 200 м^2. Объект исследования – яровая пшеница сорт Юлия.

Плотность почвы в период посева в слое 0–30 см в среднем за два года составила (1,07–1,09 г/см^3), при этом существенных различий между вариантами предпосевной обработки не выявлено. К уборке зерновых культур отмечалось разуплотнение пахотного горизонта на вариантах обработанных КНК и КПЭ, плотность почвы находилась в пределах 0,89–0,94 г/см^3 в слое 0–10 см; 1,04–1,06 г/см^3 в слое 10–20 см и 1,16–1,17 г/см^3 в слое 20–30 см. Величина общей пористости, независимо от предпосевных обработок, была оптимальной и находилась в пределах 52,0–64,1% весной и 53,6–65% – осенью.

Структурно-агрегатный состав почвы определяли методом сухого рассеивания. Применение почвообрабатывающих орудий КНК, КПЭ и КПС создавали благоприятное сложение пахотного слоя. Количество агрегатов размером 0,25–10 мм было не менее 52% по всем вариантам обработки. В начале вегетации наибольшее содержание фракций размером 0,25–10 мм в слое 0–10 см отмечалось на вариантах, обработанных КНК и КПЭ – 64,7 и 66,2% соответственно. Ко времени уборки применение почвообрабатывающего орудия КНК сохранило 63,4% агрономически ценных агрегатов, что на 5,2 и 9,4% больше, чем после обработки КПЭ и КПС.

Различные обработки, изменяя физическое состояние, водный, воздушный и тепловой режим почвы, оказывают влияние на микробиологические процессы, направление и интенсивность которых можно определить по степени разложения льняного полотна. Самый высокий уровень разложения в слое 0–30 см отмечался при обработке КПЭ и КНК (17,2 и 19%). При обработке КПС разложение полотна составило 6,1%. Более интенсивное разложение льняного полотна наблюдалось в верхних слоях (0–10 см) почвы. Связано это с тем, что более сильный нагрев достаточно увлажнённого верхнего горизонта и хороший доступ к нему кислорода обеспечивают здесь развитие аэробной микрофлоры (бактерий, грибов, актиномицетов). Низкий процент разложения льняного полотна объ-

ясняется тем, что этот промежуток времени (26.VI–22.VIII) относится, согласно градации Г. Т. Селянинова, к засушливому (ГТК – 0,77).

Комбинированные системы обработки почвы и посева не снижали урожайность зерна яровой пшеницы. При посеве сеялкой АУП-18,5 урожайность зерна составила 2,30 т/га, при посеве СЗУ-3,6 – 2,23 т/га. При применении новых почвообрабатывающих орудий КНК-4 и разбросной сеялки АУП-18,5 – 2,34 т/га. При рядовом способе посева урожайность после обработки КНК и КПЭ составила 2,28 и 2,25 т/га.

Нами в течение трёх лет (2006–2008 гг.) проводились опыты на полях ПензНИИСХ с озимой пшеницей сорта Безенчукская 380. Учётная площадь делянок 600 м^2. Повторность трёхкратная. Посев проводили 23 сентября сеялками СЗУ-3,6 и АУП-18,5, на фоне предпосевных обработок культиваторами КПС-4,2; КПЭ-3,8 и КНК-4.

Нами установлено, что после проведения весенних работ (боронование, культивация, посев, прикатывание) верхний слой почвы (0–10 см) при применении орудий КПС, КПЭ и КНК значительно различался по вариантам (табл. 1). Объёмный вес на вариантах с обработками КПС и КПЭ составил 1,11–1,18 г/см^3, более рыхлая почва была при применении КНК – 1,07 г/см^3. Ко времени уборки почва незначительно уплотнилась на всех вариантах из-за иссушения почвы. Динамика сложения почв в зависимости от обработок ко времени уборки показала, что почва в слое 0–30 см находилась по всем вариантам в равновесном состоянии. Величина общей пористости независимо от предпосевных обработок была оптимальной, и находилась в пределах 51,8–56,5% весной и 51,8–53,5% – осенью.

Таблица 1 – Агрофизические свойства почвы в зависимости от способов обработки под озимой пшеницей, среднее за 3 года

Способ обработки	Слой почвы, см	Плотность сложения, г/см^3		Общая скважность, %		Аэрация, %	
		отрастание	уборка	отрастание	уборка	отрастание	уборка
КПС	0-10	0,96	1,03	62,50	59,76	40,13	40,70
	10-20	1,17	1,17	54,30	54,30	22,59	34,76
	20-30	1,20	1,18	53,13	53,91	19,65	34,09
	0-30	1,11	1,13	56,64	55,86	27,46	36,79
КПЭ	0-10	1,02	1,21	60,16	52,73	32,82	19,53
	10-20	1,16	1,22	54,69	52,34	24,07	19,28
	20-30	1,18	1,22	53,91	52,34	26,06	20,38
	0-30	1,12	1,22	56,25	52,34	27,65	19,73
КНК	0-10	0,94	0,96	63,28	62,50	36,11	40,13
	10-20	1,10	1,17	57,03	54,30	27,77	22,59
	20-30	1,16	1,20	54,69	53,13	29,87	19,65
	0-30	1,07	1,11	58,20	56,64	31,25	27,46

Изучаемые почвообрабатывающие орудия создавали благоприятное сложение пахотного слоя. Количество агрегатов 0,25–10 мм в пахотном слое было 50% по всем вариантам обработки (табл. 2). С глубиной уменьшается на 4,3–4,5% общее количество агрономически ценных агрегатов и увеличивается рост доли комковатой фракции более 10 мм. Изучение агрегатного состава почв в слое 0–10 см показало улучшение структурного состояния при обработке КНК до категории хороших с коэффициентом структурности 2,10, в то время как при применении орудий КПС и КПЭ коэффициент структурности был ниже и составил 1,68 и 1,61 соответственно.

Таблица 2 – Содержание агрегатов в зависимости от применения почвообрабатывающих орудий, в % от массы воздушно-сухой почвы, среднее за 3 года

Способ обработки	Слой почвы, см	Содержание агрегатов,% *			Коэфф. структуры
		> 10	10-0,25	< 0,25	
КПС	0-10	29,3	62,7	8,0	1,68
	10-20	32,1	59,2	8,7	1,45
	20-30	34,0	56,0	10,0	1,27
	0-30	31,8	59,3	8,9	1,46
КПЭ	0-10	32,3	61,7	6,0	1,61
	10-20	34,8	59,0	6,2	1,44
	20-30	37,9	55,7	6,4	1,26
	0-30	35,0	58,8	6,2	1,43
КНК	0-10	27,1	67,8	5,1	2,10
	10-20	31,4	62,6	6,0	1,67
	20-30	35,1	58,9	6,0	1,43
	0-30	31,2	63,1	5,7	1,71

** Средние в начале и конце вегетации*

Формирование урожая зерна озимой пшеницы в большей степени изменяется от способа посева. Наивысший урожай 2,81 т/га получен при посеве сеялкой АУП-18,5, при посеве СЗУ-3,6 – 2,66 т/га. При применении нового почвообрабатывающего орудия КНК при разбросном способе посева урожайность составила 2,92 т/га, при рядовом способе посева при применении этого же орудия – 2,8 т/га (табл. 3).

Результаты экономической эффективности применения изучаемых агрегатов показали, что производство зерна озимой пшеницы на выщелоченных чернозёмах может быть рентабельным независимо от способов предпосевной обработки почвы (табл. 4).

Так, при возделывании озимой пшеницы наибольший условно чистый доход составил 7,58 тыс./руб. при применении КНК, высокая рентабельность 185% получена при посеве сеялкой АУП-18,5.

Таблица 3 – Влияние способов посева и почвообрабатывающих орудий на урожайность озимой пшеницы, т/га, среднее за 3 года

Способ посева	Способ обработки	Урожайность, т/га
СЗУ-3,6	КПС	2,50
	КПЭ	2,70
	КНК	2,81
АУП-18-5	КПС	2,65
	КПЭ	2,86
	КНК	2,92

Таблица 4 – Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы в зависимости от способов посева и предпосевной обработки почвы

Способ посева	Способ обработки	Урожайность, т/га	Стоимость урожая с 1 га, тыс. руб.	Затраты на 1 га, тыс. руб.	Условно чистый доход	Уровень рентабельности, %
сеялка СЗУ-3,6	КПС-4,2 (контроль)	2,50	10,00	3,95	6,05	153,2
	КПЭ-3,8	2,70	10,80	4,02	6,78	168,7
	КНК-4	2,81	11,24	4,00	7,24	181,0
сеялка АУП-18,5	КПС-4,2 (контроль)	2,65	10,6	4,05	6,55	161,7
	КПЭ-3,8	2,86	11,44	4,12	7,32	177,7
	КНК-4	2,92	11,68	4,10	7,58	184,9

Так, при возделывании озимой пшеницы наибольший условно чистый доход составил 7,58 тыс./руб. при применении КНК, высокая рентабельность 185% получена при посеве сеялкой АУП-18,5.

Другие опыты были заложены на территории ТНВ «Пугачевское» Мокшанского района. Схемой опытов предусмотрена предпосевная культивация комбинированными орудиями новых модификаций (КПШ-10-1; КПК-8; ПАУК-6,0), опыты заложены с ячменем и овсом. Для исследования данных орудий выбрали поля условно №1; № 2; № 3 и № 4. Площадь каждого поля по 10 га. На полях № 1, 2 и 3 посеян овёс (срок посева 22–26 мая). На поле № 4 посеян ячмень (28 мая).

Кроме того, схемой опыта предусмотрено использование новых комбинированных сеялок разбросного характера по сравнению с традиционными рядковыми сеялками. Применяли опытную сеялку комбинированную пневматическую широкозахватную (СКПС-6) (разработчик ЗАО «Пензагрореммаш»).

Полевая всхожесть и выживаемость растений овса и ячменя в большей степени зависела от обработок почвообрабатывающими

агрегатами. Изменчивость полевой всхожести по вариантам 75–89%. Самая низкая сохранность растений к уборке отмечена при обработке КПЭ-4 и КПК-8 (92–93%) (табл. 5).

Таблица 5 – Полнота всходов и выживаемость яровых зерновых

Орудие	Культура	Количество растений на 1 м^2			
		взошедших	% от высеянных семян	сохранившихся к уборке	% от высеянных семян
КПЭ – 4	овёс	241	80,3	223	92,5
КПК – 8		237	79,0	218	92,0
КПШ – 10-1		224	74,5	219	97,8
ПАУК –6,0	ячмень	267	89,0	265	99,3

В системе агротехнических приёмов, направленных на получение высоких и устойчивых урожаев зерновых культур, важное значение принадлежит нормам высева семян и площади питания растения.

Неравномерное распределение семян отрицательно влияет на рост и развитие растений. Это связано с тем, что занимаемая растением площадь используется неравномерно – периферическая часть меньше, чем центральная, и захват периферии другим растением снижает световое, водное и минеральное обеспечение слабее, чем следовало бы из сокращения занимаемой площади.

В целях определения равномерности распределения семян на площади посева, произведённого разными сеялками (АУП-18,5; СЗУ-3,6; СКПС-6,0) были проведены исследования наложением квадратного метра на посев (в трёхкратной повторности). Квадратный метр был разделён на 100 частей по 100 см^2.

В результате выявлено: при посеве 11 сентября озимой пшеницы сеялкой АУП-18,5 в среднем на одном квадратном метре размещено 280 растений, таким образом на одно растение приходится 36 см^2, т.е. для равномерного размещения растений на единице площади в каждой клетке должно размещаться 2–4 растения. При анализе работы посевного агрегата было выявлено, что около 50% растений размещено по расчётным нормам (рис. 1).

При посеве яровой пшеницы сеялкой АУП-18,5 на одном квадратном метре взошло 289 растений, при равномерном распределении на единице площади на каждое растение должно приходиться 34,6 см^2, т.е. в каждом квадрате при оптимальном распределении площади должно быть 3 растения (2–4). Таким образом, по расчётным нормам распределено около 50% растений (рис. 2).

При посеве озимой пшеницы сеялкой СКПС-6 на одном квадратном метре размещено 412 растений, таким образом на одно

растение приходится 24 см^2, т.е. в каждой клетке должно размещаться 4 растения (3–5), относительно близкие к норме 65% всходов (рис. 3).

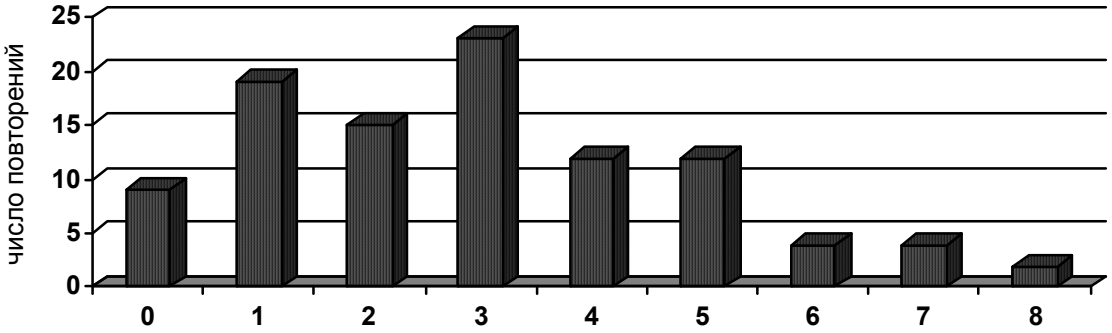


Рис.1. Равномерность распределения всходов при посеве озимой пшеницы сеялкой АУП-18,5

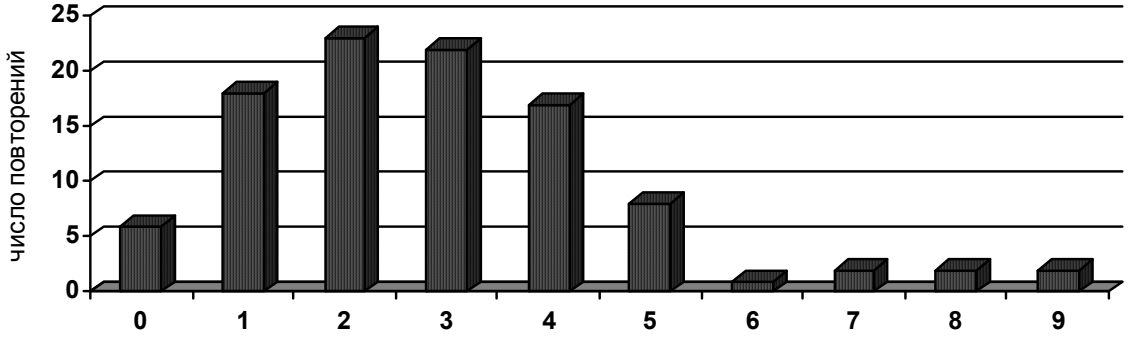


Рис.2. Равномерность распределения всходов при посеве ячменя сеялкой АУП-18,5

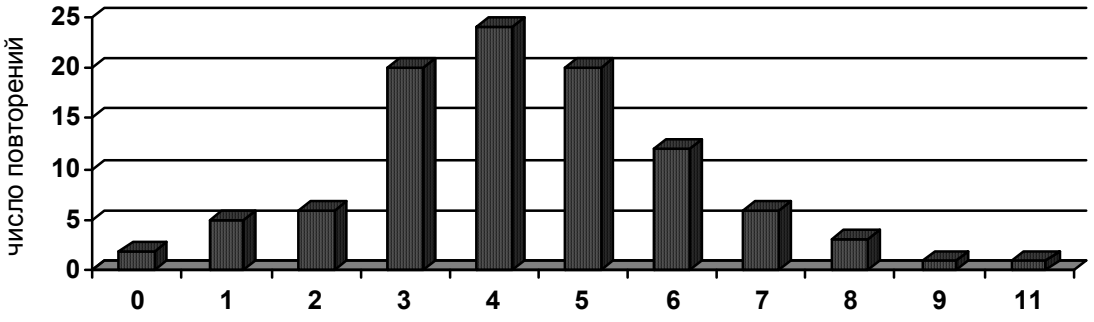


Рис.3. Равномерность распределения всходов при посеве озимой пшеницы сеялкой СКПС-6

При посеве озимой пшеницы сеялкой СЗУ-3,6 на одном квадратном метре было 331 растение, т.е. на каждое растение должно приходиться 30,2 см^2, и в каждом квадрате при оптимальном распределении площади должно быть 3–4 растения. Таким образом, по расчётным нормам распределено около 9% (рис. 4).

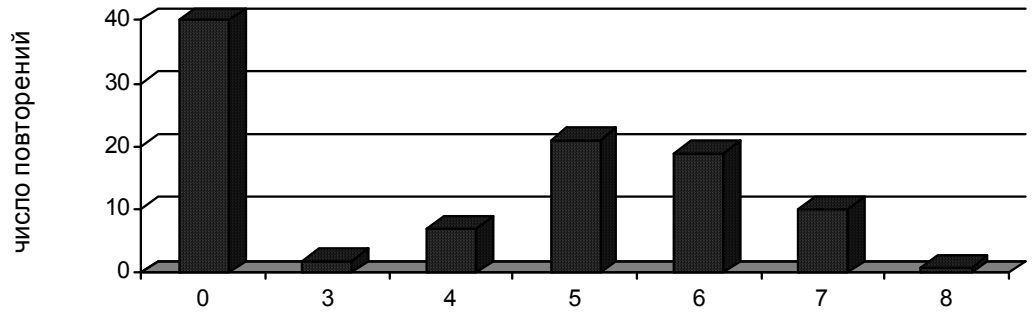


Рис.4. Равномерность распределения всходов при посеве озимой пшеницы сеялкой СЗУ-3,6

При посеве яровой пшеницы сеялкой СЗУ-3,6 на одном квадратном метре было 273 растения, т.е. на каждое растение приходится 36,6 см^2, и в каждом квадрате при оптимальном распределении площади должно быть 3 растения (2–4). Таким образом, по расчётным нормам распределено около 25% (рис. 5).

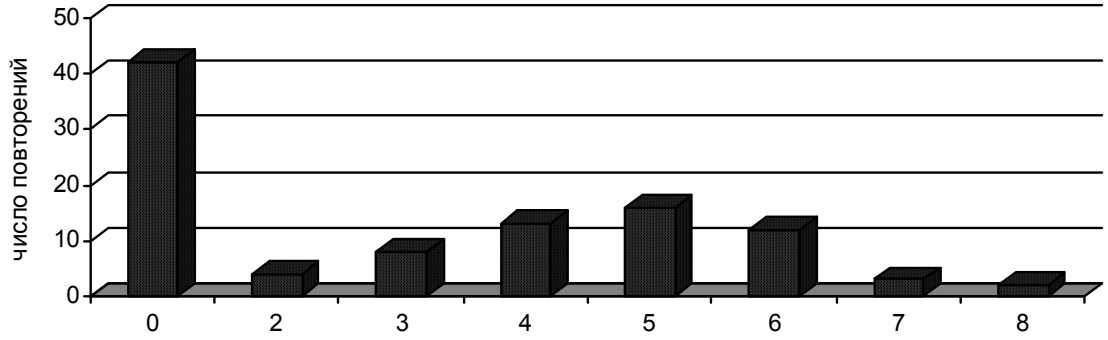


Рис.5. Равномерность распределения всходов при посеве яровой пшеницы сеялкой СЗУ-3,6

Таким образом, установлено, что при посеве зерновых культур наиболее равномерное распределение (65%) растений показала сеялка СКПС-6 (разработчик ЗАО «Пензагрореммаш»). При посеве АУП-18-5 50% растений распределено по расчётным нормам.

Весной плотность почвы пахотного горизонта при обработке КПК-8 составила 1,11 г/см^3, почвообрабатывающими орудиями КПЭ и КПШ-10-1 – 1,15 и 1,17 г/см^3 соответственно. Наиболее уплотнённой почва была при обработке агрегатом ПАУК-6,0 и составила 1,23 г/см^3. К моменту уборки зерновых культур отмечалось уплотнение пахотного горизонта на всех вариантах обработок, при этом наибольшее уплотнение отмечено при обработке агрегатом ПАУК-6,0 – 1,26 г/см^3 (табл. 6).

Таблица 6 – Агрофизические показатели почвы в зависимости от почвообрабатывающих орудий на яровых зерновых, 2007 г.

Способ обработки	Слой почвы	Плотность сложения почв, г/см^3		Общая скважность, %		Аэрация, %	
		отрастание	уборка	отрастание	уборка	отрастание	уборка
КПЭ	0-10	1,08	1,18	57,8	53,9	25,4	22,6
	10-20	1,13	1,19	55,9	53,1	21,3	22,0
	20-30	1,24	1,20	51,6	53,5	17,1	21,3
	0-30	1,15	1,19	55,1	53,5	21,3	22,0
КПШ-10-1	0-10	1,03	1,19	59,8	53,9	27,9	22,6
	10-20	1,21	1,18	52,7	53,5	17,6	22,0
	20-30	1,27	1,21	50,4	52,7	13,1	20,6
	0-30	1,17	1,19	54,3	53,4	19,5	21,7
КПК-8	0-10	0,98	1,20	61,7	53,1	36,7	21,3
	10-20	1,13	1,20	55,9	53,1	23,7	21,3
	20-30	1,23	1,30	52,0	49,2	13,9	14,7
	0-30	1,11	1,23	56,5	51,8	24,8	19,1
ПАУК-6,0	0-10	1,08	1,21	57,8	52,7	28,6	20,6
	10-20	1,30	1,25	49,2	51,2	15,0	18,1
	20-30	1,32	1,32	48,4	48,4	15,8	13,4
	0-30	1,23	1,26	51,8	50,8	19,8	17,4

Применение почвообрабатывающих орудий КПЭ-4, КПШ-10-1, КПК-8, ПАУК-6,0 создавало благоприятное сложение пахотного слоя. Количество агрегатов размером 0,25–10 мм было не менее 53,1% по всем вариантам обработки (табл. 7). В начале вегетации наибольшее содержание фракций размером 0,25–10 мм в слое 0–30 см отмечалось на вариантах, обработанных КПЭ-4 и ПАУК-6,0 – 66,6 и 69,1% соответственно; к уборке применение этих же орудий сохранило 63,5 и 64,6% агрономически ценных агрегатов, что больше, чем после обработки КПШ-10-1 и КПК-8.

С использованием шкалы оценки структурного состояния почв определено, что содержание агрегатов размером 0,25–10 мм в слое 0–10 см на вариантах с применением КПЭ и ПАУК-6,0 за время вегетации характеризуется как хорошее: от 3,7 до 3,9 весной и 2,8–2,9 ко времени уборки. В пахотном слое коэффициент структурности после обработки КПЭ составил 1,86, при обработке орудием ПАУК 6,0 – 2,19.

Самый высокий уровень разложения льняного полотна в слое 0–30 отмечался при обработке КПК-8 и КПШ-10-1 (21,1%). После обработки почвы агрегатом ПАУК-6,0 разложение полотна составило 20,9%, тогда как на контрольном варианте – 15,4%.

Анализ данных, полученных в полевом опыте, показывает, что наиболее высокие урожаи овса (2,68–2,72 т/га) получены при пред-

посевной обработке почвы агрегатами КПК-8 и КПШ-10-1. При двукратной культивации почвы агрегатом ПАУК-6,0 урожай ячменя составил 2,33 т/га (табл. 8).

Таблица 7 – Содержание агрегатов 0,25–10 мм в % от массы воздушно-сухой почвы, 2007 г.

Способ обработки	Слой почвы, см	В начале вегетации				В конце вегетации			
		размеры агрегатов			коэф. структурности	размеры агрегатов			коэф. структурности
		>10	10-0,25	<0,25		>10	10-0,25	<0,25	
КПЭ	0-10	16,1	79,4	4,5	3,9	23,6	73,3	3,1	2,75
	10-20	35,3	61,8	2,9	1,62	36,3	60,5	3,2	1,53
	20-30	39,1	58,6	2,3	1,42	40,3	56,7	3,0	1,31
	0-30	30,2	66,6	3,2	2,31	33,4	63,5	3,1	1,86
КПШ-10-1	0-10	33,2	62,4	4,4	1,66	34,6	62,2	3,2	1,65
	10-20	36,9	62,3	0,8	1,65	37,6	59,0	3,4	1,44
	20-30	39,7	57,3	3,0	1,34	40,3	56,6	3,1	1,30
	0-30	36,6	60,6	2,73	1,55	37,5	59,3	3,23	1,46
КПК-8	0-10	39,3	58,3	2,4	1,40	39,8	56,9	3,3	1,72
	10-20	47,1	50,9	2,0	1,04	48,2	48,4	3,4	0,94
	20-30	48,8	50,2	1,0	1,01	49,2	47,0	3,8	0,89
	0-30	45,1	53,1	1,8	1,15	45,7	50,8	3,51	1,18
ПАУК-6,0	0-10	16,8	78,5	4,7	3,70	22,6	74,0	3,4	2,85
	10-20	32,3	65,0	2,7	1,86	34,8	61,6	3,6	2,32
	20-30	34,2	63,8	2,0	1,76	37,9	58,3	3,8	1,40
	0-30	27,8	69,1	3,13	2,44	31,8	64,6	3,6	2,19

Таблица 8 – Влияние способов обработки на урожайность овса и ячменя

Способ обработки	Культура	Урожайность, т/га
КПЭ	овёс	2,44
КПК-8		2,72
КПШ-10-1		2,68
ПАУК-6,0	ячмень	2,33

Результаты экономической эффективности изучаемых агроприёмов показали, что производство зерна яровых зерновых может быть рентабельным независимо от способов предпосевной обработки почвы (табл. 9).

Минимализированная обработка почвы, применяемая в ТНВ «Пугачевское» Мокшанского района, способствует снижению затрат от 2,48 до 2,52 тыс. руб./га при возделывании овса и 2,98 тыс. руб./га при возделывании ячменя. Уровень рентабельности варьи-

ровал от 386 до 448% при возделывании овса, и 290% при возделывании ячменя.

Таблица 9 – Экономическая эффективность возделывания яровых культур в зависимости от способов предпосевной обработки почвы

Способ обработки	Культура	Урожайность, т/га	Стоимость урожая с 1 га, тыс. руб.	Затраты на 1 га, тыс. руб.	Условно чистый доход	Уровень рентабельности, %
КПЭ	овёс	2,44	12,2	2,51	9,69	386
КПК-8		2,72	13,6	2,48	11,12	448
КПШ-10-1		2,68	13,4	2,52	10,88	432
ПАУК-6,0	ячмень	2,33	11,65	2,98	8,67	290

В результате проведённых исследований выявлено, что комбинированные многофункциональные агрегаты дают возможность в 1,5–2 раза сократить затраты, в 2 раза повысить производительность, а главное – сохранить пахотные земли от дальнейшей деградации и повысить эффективность их использования.

———

УДК 631.434.5:550.75 (470.40)

БАССЕЙНОВЫЙ МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ ЭВОЛЮЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

С.П. Ломов

Бассейновый метод изучения почв основан на топогенно-геохимической сопряжённости почв и пространственной дифференциации продуктов выветривания и почвообразования. Склоновые почвы водосборного бассейна оказались «омоложенными» за счёт сноса почводелювия в пойменные террасы, в которых ранее сформированные почвы были погребены, а на молодых наносах образовались новые почвы. Таким образом, в пойменных террасах запечатлена «летопись» природных событий и антропогенного воздействия на природные ландшафты, подчёркивая начало деградации почвенного покрова.

В последнее время в научной среде большое внимание уделяется выявлению деградационных процессов. Они затрагивают различные компоненты биосферы, и к их изучению применяются неординарные методы, обеспечивающие не только обоснование актуалистических связей человека и природы, но и реконструкцию

исторических, «замаскированных» временем событий доиндустриальной эпохи. В настоящей статье приводится попытка использования бассейнового метода изучения антропогенной эволюции почвенного покрова и лесной растительности.

Бассейновый метод изучения природных систем составляет основу сравнительного географического метода и характеризуется в данном случае сопряжённым анализом между рельефом, растительностью и почвенным покровом. Поэтому изучение леса при разделении его на биоценозы и соответствующих им почв проводилось в пределах бассейна реки Старой Суры с охватом склоновых (денудационных) участков западной экспозиции и аккумулятивных понижений, представляющих собой пойменные террасы.

Лесные почвы занимают площадь более 1 млрд. га; 62% их покрыто естественным лесом, а 38% – временной после лесной и болотной растительностью [1]. Следует отметить, что данные параметры приведены для территории СССР. В современных границах России площадь лесных почв значительно ниже – 882 млн. га, в том числе 774,2 млн. га, покрытых лесом. Запас древесины составляет 81,9 млрд. $м^3$ и является одним из важных природных ресурсов страны.

В почвах под защитными лесонасаждениями, созданными в лесостепной, степной и полупустынной зонах и занимающих около 2 млн. га, как считает С.В. Зонн [2], в различной степени отражаются черты и процессы, свойственные почвам, сформированным под пологом лесной растительности.

Леса и искусственные насаждения произрастают почти на всей гамме лесных почв. К разным типам почв и разным гидрологическим режимам приурочены различные древесные породы, характеризующиеся неодинаковой скоростью роста и производительностью.

По мнению С.В. Зонна [2], лес представляет собой живой, географически изменчивый и весьма ранимый организм. Лес может деградировать, если вырубка его превышает восстановление. Один из видных российских учёных лесоводов М.М. Орлов считал необходимым в эксплуатации лесов опираться на «принцип постоянства пользования». Он обосновал систему эксплуатации, основанной на рубке древесины, равной годичному приросту. При соблюдении этого принципа леса могут постоянно обеспечивать лесную и другие отрасли промышленности необходимым сырьём. Примером может быть Финляндия, где площадь лесов не сокращается, хотя древесина вырубается в количестве, достаточном не только для обеспечения нужд страны – часть её идёт на экспорт.

В западноевропейских странах с высокоразвитыми промышленностью и сельским хозяйством, например в Финляндии и Фран-

ции, установлено, что для охраны природы (почв, растительности, животного мира) и здоровья человека необходимо соблюдать рациональные соотношение лесных антропогенных ландшафтов. Под лесами этих стран сохраняется до 30–40% площади с равномерным распределением её по территориям. В Пензенской области такое соотношение характерно для северной части, тогда как в южных районах понижается до 10%.

Растительный покров в пределах Пензенской области в далёком прошлом представлял собой территорию, почти полностью покрытую лесом. Степные сообщества, судя по распространению чернозёмных почв, преобладали лишь в южной и западной части территории, на остальной площади, особенно в пределах Засурского плато, степной элемент встречался в виде небольших фрагментов на фоне бескрайних лесных пространств.

В процессе заселения территории почвы степей полностью распахивались, исключая склоновые, неудобные для освоения участки; часть лесов раскорчёвывалось под сельскохозяйственные угодья. Общая площадь лесов в пределах Пензенской области в течение XX столетия изменялась значительно. По данным комитета природных ресурсов Пензенской области (1999 г.), в начале XX века лесистость составляла 14%. К настоящему времени лесные ландшафты увеличились до 23%. Причины такого явления могут быть самые разные. Тем не менее, распаханность Пензенской области в начале XX века и раньше была гораздо выше, чем в настоящее время.

Для выявления истории развития природных и антропогенных ландшафтов в Пензенской области приводится краткая характеристика лесов и состояния почвенного покрова под ними.

Особенности сосновых лесов и почв. По данным геоботаников и географов, изучавших растительность центральной части Приволжской возвышенности в прошлом, на этой территории господствовали сосновые леса (Благовещенский, 1953 – цит. по [3]). В растительном покрове этой территории бассейна р. Суры они играют особую роль, т.к. занимают наиболее возвышенные части физико-географической провинции, не подвергавшейся последнему оледенению. В связи с этим среди растительных формаций региона они являются самыми древними. В силу биологических особенностей сосны, леса с её участием приурочены к бедным элементами питания светло-серым лесным почвам, формирующимся на песках, а также каменистых породах – песчаниках и опоках. Примесь лиственных деревьев в сосновых лесах тесно связана с эдафическим фактором. В условиях водоразделов, где почвы более богаты, обычно развиваются сложные сосняки. Они имеют многоярусный древостой. Первый ярус образует сосна, второй широколиственные

деревья: дуб, липа, реже клён платановидный. Видовое разнообразие деревьев и кустарников тесно связано с плодородием почв. Сложные сосняки с дубом и липой, с хорошо выраженным подлеском из лещины обыкновенной, занимают наиболее плодородные участки. На относительно бедных гумусом супесях их сменяют сосняки липовые. В травяном покрове сложных сосняков преобладают звездчатка жёстколистная и осока волосистая. На плоских водоразделах, сложенных песками с близким залеганием грунтовых вод, встречаются участки сосняков черничниковых, зелёномошных и долгомошно-сфагновых.

Рассечённый рельеф надпойменных террас создаёт резкие контрасты в увлажнении. Если в междюнных котловинах с достаточным и избыточным увлажнением держатся представители таёжной флоры – черника, брусника, плауны булавовидный и годичный, майник двулистный и др., – то на южных склонах дюн, в условиях крайней сухости, обычны растения-ксерофиты – типичные обитатели степей: ковыли перистый и сарептский, типчак, ракитник русский, дрок красильный, вишня степная и др. Таким образом, сосновые леса являются резерватами как чисто лесных, так и степных растений. Местообитания последних во многом поддерживается пирогенным фактором. Вероятно, он играл особую роль в прошлом, когда лесные пожары никто не тушил, и в сосняках выгорали обширные площади, занимавшиеся впоследствии степной растительностью. Возможно, эти резерваты степной флоры на фоне сосновых лесов послужили источником семян для заселения обширных пространств в западной части области после отступания ледника. Таким образом, среди лесных экосистем сосновые леса играют особую роль с точки зрения охраны биоразнообразия. Хотя площадь сосняков в регионе в целом сохраняется примерно на одном уровне благодаря искусственному лесоразведению, рубки главного пользования с последующей раскорчёвкой лесосек и посадкой сосны ведут к полному уничтожению напочвенного покрова и обеднению видового состава кустарников, трав, грибов и т.п. Особенно вредной практикой в прошлом была распашка вырубок и засев их рожью в целях освобождения от поросли лиственных деревьев и травянистой растительности. В посаженных сосновых лесах обеднён видовой состав живых организмов, они в значительной степени потеряли черты природных экосистем, превращаясь в агроэкосистемы, утратившие способность к самореализации [3].

Морфологическое строение почв под группой сосновых биоценозов можно представить на примере полевого описания разреза №1, заложенного в верхней части катены паркового леса, расположенного выше строений Пензенской ГСХА (рис.1).

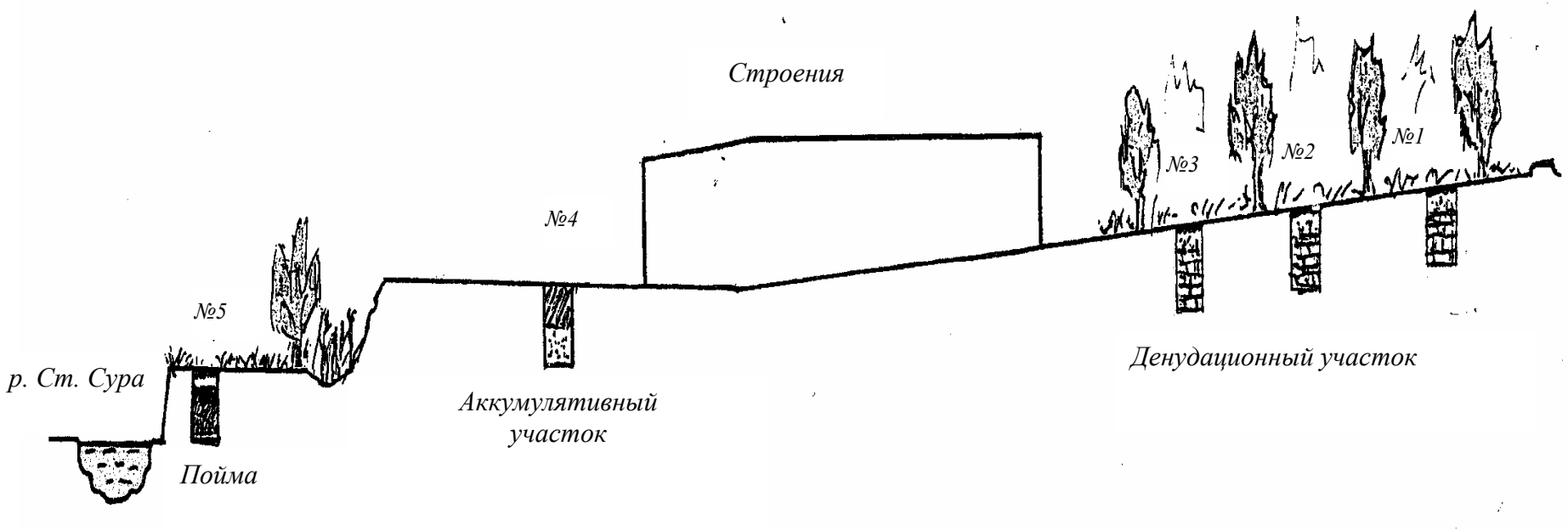


Рис. 1. Схема геоморфологического строения пойменно-террасового комплекса р. Ст. Сура и приводораздельного склона в пределах пос. Ахуны (расположение разрезов в катене западной экспозиции)

Рельеф неровный, уклон западной экспозиции до 2°. Лесная растительность редкая, парковая – хорошего состояния, на поверхности почвы лиственный опад. Покрытие травянистой растительностью ≈50%. Почвы формируются на нерасчленённых породах четвертичного периода – делювиальных, солифлюкционных отложениях склонов – суглинки с примесями песка и щебня нижнего плейстоцена.

А0 0–1 см – опад лиственный, небольшой мощности, с редким травянистым покрытием.

А1 1–11 см – дернообразный от корневой системы травянистой растительности гумусовый горизонт серого цвета, влажный, легкосуглинистого гранулометрического состава, переход заметный по цвету.

С 11–50 см – серо-желтоватая песчаная порода с обломками плотного песчаника, не вскипает от 10% HCl.

Анализ морфологического строения почв свидетельствует о небольшой мощности почвенного профиля. Небольшая мощность гумусового горизонта, отсутствие горизонта В, всё это подчёркивает недифференцированность почв лесного происхождения, несмотря на хорошее состояние сосны и подлеска.

Подобное несоответствие между лесной растительностью хорошего состояния и слаборазвитыми почвами может свидетельствовать о преобладании денудационной формы почвообразования, когда постоянный снос мелкозёма верхней части почвы систематически «омолаживает» почвенный профиль. Однако, под покровом хорошо развитой лесной растительности, в настоящее время процессов эрозии не наблюдается. Следовательно, они могли проявиться в прошлом в результате пирогенного фактора, раскорчёвки леса, интенсификации пастбищ и т.д.

Характеристика широколиственных лесов и почв. Экосистемы широколиственных лесов и дубрав – типичный элемент лесостепи. Здесь они встречаются в виде островов на фоне степи, обычно занимают наиболее высокие части водоразделов. Современные лесостепные дубравы сильно нарушены рубками и, в большинстве случаев, их изучение не даёт полного представления о структуре лесных экосистемы. О принципах организации и функционирования экосистем широколиственных лесов в прошлом можно судить по очень немногим участкам, уцелевшим от рубок и сохранившим первозданную структуру. Пограничной зоной между целинной степью и дубравой обычно служили заросли кустарников: вишни степной, миндаля низкого и тёрна, за которыми начиналось типичное лесное сообщество.

Широколиственный лес – многовидовое сообщество древесных и травянистых растений, обеспечивающее высокую продуктив-

ность процесса фотосинтеза, благодаря сложной вертикальной структуре. Первый ярус здесь образуют деревья первой величины: дуб, липа, ясень. Второй ярус – клён платановидный и липа. Третий ярус – кустарники: лещина, бересклёт, жимолость. Почву покрывают теневыносливые виды трав: осока волосистая, сныть обыкновенная, копытень европейская и др. Интересной экологической группой трав являются эфемероиды – растения, цветущие до распускания листьев на деревьях. Они вовлекают в экосистему ту энергию весеннего солнца, которую не успевают трансформировать древесные растения. К группе эфемероидов относятся: хохлатка плотная, медуница, ветреничка лютиковая и др., обычно объединяемые под одним бытовым названием – подснежники.

Способностью к самовозобновлению обладают только ненарушенные рубками разновозрастные дубравы, для которых характерен весь спектр возрастов деревьев. Возобновление идёт по следующей схеме. В результате гибели наиболее крупных старых деревьев в древостое образуются световые окна, в которых подрост древесных растений находит оптимальные для своего развития условия, заменяя, таким образом, погибшие экземпляры. В настоящее время в большинстве лесов в результате сплошных рубок произошло выравнивание возрастов, что нарушило характер возобновления.

Проблема охраны широколиственных лесов стоит очень остро не только в Пензенской, но и во всех других лесостепных областях России. Приуроченность этих лесов к лесодефицитным районам страны привело и сильному истощению рубками, в результате чего дубравы утратили свойственную им разновозрастную структуру, и способность к автохтонному развитию. После сплошных рубок дуб в них возобновлялся порослью, что привело к формированию на месте могучих дубрав низкоствольных, заражённых фитопатогенными грибами, низкопродуктивных, ослабленных насаждений. Семенное возобновление дуба в них либо отсутствует полностью, либо крайне ограничено. В результате дуб постепенно вытесняется липой сердцевидной и клёном платановидным, характеризующимися большой теневыносливостью и имеющим более короткий жизненный цикл. Дубравы постепенно трансформируются в кленово-липовые леса с более простой пространственной структурой и обеднённым видовым составом живых организмов (Чистякова, 1994 – цит. по [3]). Это крайне опасное явление, т.к. с дубом связано огромное количество видов, численность которых с численностью популяции данного древесного вида также неуклонно сокращается.

Среди мер по охране рассматриваемых лесов, в первую очередь, следует указать на необходимость заповедания всех дубрав семенного происхождения регионов, для которых характерны пол-

ночленные популяции дуба. Под охрану можно брать даже отдельные плодоносящие деревья в целях сохранения генофонда и возможности заготовки желудей для получения полноценного посадочного материала. В бассейне р. Суры имеется четыре памятника природы, на территории которых охраняется биота широколиственных лесов: Присурская дубрава (Пензенский район, 357 га), Ясеневая дубрава (Пензенский район, 100 га), Арбековский лес (Пензенский район, 281 га), Рамзайская дубрава (Мокшанский район, 35 га). Однако собственно для охраны полночленной популяции дуба организован только один из них – Присурская дубрава. В связи с этим особенно актуальной является проблема создания культур дуба. Этой работе должно быть уделено особое внимание, т.к. источник древесины должен быть коренным образом изменён. Потребляя солнечный свет, лесные насаждения связаны с космосом и образуют особую систему – фитосферу, обеспечивающую безопасность и жизнедеятельность человека. Лесное хозяйство будущего должно быть нацелено на создание не просто высокопродуктивных в отношении древесины насаждений, а на восстановление саморегулирующихся лесных экосистем, которые могли бы обеспечить максимально высокую продуктивность, включая все, в том числе и не древесные ресурсы леса, и гарантировали сохранность всего биологического разнообразия.

Морфологическое строение почв под широколиственным лесом с преобладанием липы, клёна и дуба приведено на примере разреза 2, заложенного в средней части катены паркового леса в Ахунах. Широколиственный лес хорошего состояния, с верхним ярусом до 25 м. Средний ярус малозначителен. Травянистый покров – 50% покрытия. Рельеф западной экспозиции неровный, до 3 градусов крутизны.

Почва формируется на нерасчленённых породах четвертичного возраста – делювиальных отложениях склонов – суглинки с прослоями песка и щебня и обломков пород песчаника.

А0 0–1 см – опад из листьев и обломков веток, часто пронизан травянистой растительностью.

А1 1–15 см – гумусовый горизонт тёмно-серого цвета, лёгкого, гранулометрического состава; слабо оструктурен, сильно пронизан корневой системой. Резкий переход по цвету.

С 15–50 см – супесчаная, желтоватого цвета материнская порода с обломками песчаника крупных плотных плит, серого песчаника.

Особенности морфологического строения почвенного профиля заключаются в небольшой мощности серых лесных почв. Небольшой гумусовый горизонт до 10–15 см ограничен породой мелкоземистого облика. Отсутствуют какие-либо признаки дифферен-

цированности почвенного профиля. Таким образом, мощность почвенного профиля не соответствует хорошей развитости древесной растительности. Современных эрозионных процессов не наблюдается под лесной растительностью. Потому следует предположить, что на данном участке в определённые этапы освоения земельных угодий почвы раскорчевывались или распахивались. Существующие уклоны 2–3° были благоприятны для развития эрозионных процессов, сокращения мощности почв или смыва их полностью. И только последующее восстановление лесной растительности обусловило воспроизводство почв, степень развитости которой мы наблюдаем на современном этапе изучения.

Характеристика группы берёзовых лесов и почв. Кроме сосновых и широколиственных лесов на территории Пензенской области произрастают березняки, осинники, липняки и смешанные насаждения из мелколиственных и широколиственных пород. Они сформировались на месте вырубок в результате их естественного зарастания. Главной их особенностью является обеднённый видовой состав растений и животных, низкая продуктивность и малая хозяйственная ценность. Широкое распространение вторичных типов леса на месте вырубок ведёт к существенному сокращению биологического разнообразия. Как показывает анализ гербарных материалов кафедры ботаники Пензенского педагогического университета, а также работ ботаников, изучавших флору и растительность Пензенской области в конце XIX–начале XX века, видовой состав растений в лесах в окрестностях г. Пензы существенно оскудел. Исчезли некоторые орхидеи, лилия саранка, плаун-баранец и ряд других.

Следует подчеркнуть, что лесные экосистемы лесостепи давно превратились в объект хозяйственной деятельности. Девственных лесов здесь практически не осталось даже в заповедниках. Однако, если степи распахиваясь человеком, полностью трансформировались в сельскохозяйственные угодья, то леса, за исключением раскорчеванных под пашню, в результате хозяйственного использования только меняли свою возрастную, видовую и пространственную структуру.

Примером морфологического строения почв берёзового биогеоценоза может быть полевое описание разреза №3, заложенного в нижней части катены западного склона с уклоном до 2° (рис.1). Из лесной растительности преобладает берёза, а по окраинам примешивается дуб и сосна. Состояние березняков хорошее, т.к. верхний их ярус достигает до 20–25 м; средний ярус из жимолости и лещины – 3–5 м; травянистый покров, в том числе папоротник с 50–60% покрытием. Вскрытые материнские породы однотипны, как в предыдущих разрезах.

А0 0–2 см – большая мощность опада из листьев и обломков веток, пронизанных травянистой растительностью.

А1 2–15 см – дерновообразный гумусовый горизонт, серого цвета от увлажнения; супесчаного гранулометрического состава; сильно пронизан корневой системой. Переход по цвету резкий.

С 15–50 см – супесчаная материнская порода, с обломками песчаника, жёлтого цвета от 10% HCl не вскипает.

Несмотря на парковое использование описываемых лесных массивов, вокруг Ахун проявление современной эрозии почв не наблюдается, за исключением небольшого оврага, развитого вдоль грунтовой дороги и в настоящее время засыпаемого сухим мусором. Образование неглубокого оврага либо связано с неправильной прокладкой дороги, либо представляет остаточное явление от предыдущих эрозионных процессов. Вместе с тем, небольшая мощность серых лесных почв под березняками, всего 10–15 см, может свидетельствовать о формировании леса после вырубок или после раскорчевки склонов. Об этом свидетельствуют данные по морфологическому строению почв аккумулятивной части описываемой катены, рассматриваемой ниже.

В целом все почвы верхней части катены объединяет одно явление – маломощность и отсутствие дифференцированности профиля. Причины подобного обстоятельства следует искать в истории заселения и освоения Пензенского края.

Почти одинаковое строение почв под различными биоценозами, отмеченными выше, предполагает близкий возраст лесных пород и идентичную историю развития почв, т.к. жизнь почвы опосредована живыми организмами. Почва эволюционирует под воздействием живых организмов-растений, которые развиваются вследствие заложенной в них программы и обладают способностью приспосабливаться к изменяющимся условиям; они воспроизводят энергию и, размножаясь, могут перемещаться. Почва же не обладает подобными свойствами, она характеризуется гетерогенностью, которая, хотя и важна для питания растений, но большей частью не определяет распределения и соотношения в фитоценозе. В этом плане важно проанализировать физико-химические показатели почв изучаемых биоценозов (таблица 1).

Содержание гумуса в почвах под лесом из берёзы достаточно близкое в гумусовом горизонте – 3,80–3,57%. При этом в породе оно резко падает до десятых долей процентов. Соответственно варьирует содержание валового азота. Максимум (0.14%) приурочен к гумусовому горизонту A_1. В результате соотношения C: N получились довольно расширенные (15,6–16,5), характерные для лесных почв. Величина pH солевого находится в пределах 4,3–4,9 в верхних горизонтах с постепенным снижением в породе до 3,8.

Таблица 1 – Физико-химические показатели почв бассейна р. Старая Сура

№ разреза	Горизонты, глубина, см	Гумус, %	N-валовой, %	C:N	pH_{KCl}	Н-г, мг-экв/ /100 г	Поглощённые основания, мг-экв/ 100 г.	ЕКО, мг-экв/100 г. почвы	Подвижное P_2O_5	Обменное, K_2O	Степень насыщенности, %
									мг/1000 г		
1а	Серые лесные под берёзой										
	А1 2-15	3,97	0,14	16,5	4,9	3,23	5,81	9,13	59,3	289,6	63,9
	С 15-50	0,43	0,06	4,2	4,2	1,35	0,62	1,95	38,3	90,3	31,8
2а	Серые лесные под дубом										
	А1 1-15	3,80	0,14	15,6	4,3	4,97	4,97	9,55	42,5	167,7	47,9
	С1 15-50	0,60	0,06	4,2	3,8	3,91	3,91	4,51	30,5	43,9	15,2
	С2 50-70	0,53	0,06	5,1	3,8	3,44	3,44	4,90	27,8	41,3	11,4
5а	Лесные пойменные погребённые										
	А1 0-27	2,61	0,11	13,7	4,6	9,04	12,03	14,12	164,2	77,4	85,5
	АВ 27-55	1,16	0,07	9,6	5,1	1,09	11,68	12,77	88,8	36,1	91,5
	[А1] 55-170	3,24	0,23	8,2	4,8	3,91	33,57	37,48	101,5	49,0	89,9
	[Ag] 170-190	2,52	0,21	7,0	5,7	1,72	38,14	39,86	101,5	31,0	95,7

Гидролитическая кислотность в описываемых горизонтах вполне соответствует величинам солевого pH. В то же время поглощённые основания максимально приурочены к верхним горизонтам и составляют от 4,58 до 5,84 мг-экв на 100г почвы. В породе их величина резко снижается до 0,6 мг-экв на 100г почвы.

Судя по величинам pH солевого, реакция почвообразующих пород сильно кислая. В гумусовых горизонтах кислотность уменьшается, и здесь же резко увеличиваются величины поглощённых оснований, т.е. Ca и Mg, которые почти отсутствуют в породе.

Такое сопоставление обменных катионов H, Ca, Mg в породе и почвах лесных фитоценозов можно объяснить типом биологического круговорота. При выделении типов обычно учитываются формы поступления органических метаболитов (опад, корни и др.), с которыми связан круговорот веществ и энергии, интенсивность круговорота атмосферных (C, O, H, N) и земных (Ca, Mg, K, Fe, Al, SiO_2 и др.) элементов, определяемая видами растений (живое вещество) и миграцией элементов, связанных с особенностями водного и теплового режимов почв лесных биогеоценозов (Зонн, 1983). В данном случае в почвообразуемой породе почти нет карбонатов Ca и Mg, и поэтому очень мало их находится в поглощённом состоянии в ППК; следовательно, вынос оснований из почвообразующей породы корнями растений и возврат их с органическим опадом в почву должен быть небольшим. Поэтому следует допустить приток оснований в почву с пылью в результате различных космических, антропогенных и других процессов.

Другим не менее важным показателем в почвах лесных биоценозов является содержание подвижного фосфора и обменного калия. Оба элемента характеризуются максимальным накоплением в гумусовом горизонте и резким снижением в породе. При этом обменного калия (167,7–229,6 мг/кг) за счёт антропогенного загрязнения накапливается почти в 3–4 раза больше чем фосфора (42,5–59,9 мг/кг). Подобное перераспределение фосфора и калия связано с особенностями биологического круговорота и распространением корневой системы; наибольшей её приуроченностью к верхней выветрелой толще и экстремной глубиной проникновения отдельных корней «в поисках» влаги, питательных элементов. Поэтому, следуя С.В. Зону [2], уместно подчеркнуть, что лесная растительность не обладает свойствами обеднять – оподзоливать почвы. Лесной растительности, как и степной, свойственны аккумуляция гумусовых и зольных веществ. Основным энергетическим «двигателем» почвообразования является лесной опад – подстилка. Но её взаимодействия с почвой различны и зависят от условий трансформации органического вещества (гниение, разложение, минерализация). Корневая система травянистого яруса также активно перехватывает

растворимые соединения, вырабатываемые при разложении опада, и фиксируют их в гумусовом горизонте. В результате по формам поступления и движения материи лесные почвы относятся к биологическому типу гумусовых веществ. По интенсивности аккумуляции атмосферных веществ и энергии, согласно С.В. Зонну [2], изучаемые лесные почвы можно отнести к лесостепной группе типов лесных почв, а по специфике круговорота веществ и энергии – к фульватно-гуматному Са типу. Последний характеризуется преобладанием фульватов и гуматов Са и Fe, определяющих аккумуляцию и закрепление зольных и гумусовых веществ при слабо выраженном перераспределении их в профиле и интенсивном оструктуривании, благоприятствующей аэрации, периодически промывного режима.

Агрегатный состав исследуемых почв характеризуется высоким содержанием агрономических ценных фракций – 76,8% в гумусовом горизонте (табл. 2). При этом водопрочность агрегатов также оказалась высокой. В почвообразующей породе водопрочность агрегатов была неудовлетворительной.

Анализ морфологических признаков строения серых лесных почв и их аналитических данных свидетельствует о начальной стадии почвообразования в отмеченных биоценозах. Биогеоценологи считают, что каждому типу лесного биоценоза должен соответствовать лесной подтип почв, а группе типов – тип почв. Однако в этом соответствии заложены и колебания почвенных показателей, поскольку тип и подтип почв не строго индивидуальны, а представляют собой обобщённые образы или тела. Если же учитывать и «молодость» лесного почвообразования, то говорить о подтиповых различиях не представляется возможным. С некоторой долей определённости можно сказать, что эти почвы не светло-серого подтипа.

Особенности пойменных лесов. Пойма р. Суры, как и её притоков разной величины, имеет ряд зон, характеризующихся определённой фитобиотой и зообиотой, в той или иной степени связанных с речным руслом. Это, в первую очередь, прирусловая пойма. Для неё характерен бугристый рельеф, образованный песчаными валами, островами, песчаными косами, далеко врезающимися в русло реки. Они относятся к наиболее молодой в геологическом отношении части речной долины. Растительность здесь представлена кустарниковыми видами ив, белокопытником, мыльнянкой лекарственной, полынью высокой и др. видами трав, способными развиваться на песке. На некотором удалении от берега заросли ивовых кустарников сменяются древовидными ивами, к которым примешиваются тополь чёрный, а из широколиственных деревьев – вяз. Здесь появляются шиповник, черемуха, крушина и другие кустарники.

Для этой зоны характерны и мелкотравные луга с преобладанием типчака, продуктивность которых из-за бедности песчаных почв

очень мала. Прирусловая пойма сменяется центральной поймой, представляющей собой обычно наиболее приподнятую, выровненную часть долины. Обычно здесь произрастают широколиственные леса, сходные с таковыми на водоразделах. Однако у пойменных дубрав есть и особенности. В них обычно значительное участие вяза, а роль липы и особенно клёна платановидного несколько меньше. В подлеске характерно присутствие черемухи и клёна татарского. На фоне широколиственных лесов обычны луга, хозяйственные качества которых зависят от плодородия почв и режима увлажнения. К хорошо дренируемым участкам с плодородными почвами приурочены наиболее ценные сенокосные угодья. Здесь преобладают ценные в кормовом отношении злаки – ежа сборная, тимофеевка, а также бобовые – клевер луговой и горный, чина луговая и др. На участках с повышенным увлажнением располагаются луга с преобладанием луговика дернистого, малоценного с кормовой точки зрения.

Центральная пойма сменяется притеррасной поймой, прилегающей непосредственно к склону речной долины. Это зона обычно более низкая, чем центральная пойма, характеризуется избыточным увлажнением за счёт поверхностного стока с водораздела и многочисленных выходов грунтовых вод.

Напочвенный покров образуют нитрофильные влаголюбивые травы: крапива двудомная, таволга вязолистная, тростник. Характерны также озёра-старицы и осоковые болота. Если сток реки не зарегулирован и процессы отложения аллювия в пойме не нарушены, река периодически меняет свое русло, в результате чего образуются новые старицы.

Река и все части поймы связываются на время половодья в единую экологическую систему, в которой происходит беспрепятственное передвижение детрита, илов и живых организмов. Таким образом, речные экосистемы нельзя рассматривать в отрыве от всего пойменного комплекса склоновых природных ландшафтов, подвергающихся антропогенному давлению.

Особенности формирования аллювиальных пород и почв. Поймы являются областью регулярной аккумуляции различных элементов, которые систематически привносятся с водоразделов и склонов водосбора в виде аллювиальных отложений, а также в составе растворимых веществ с грунтовыми и паводковыми водами.

Аллювиальные отложения служат своего рода систематическим естественным «удобрением» пойменных почв. Чем плодороднее почва, тем лучше развивается природная растительность в пойме. Поскольку основу естественной растительности в поймах Пензенской области представляют как луговые травы, так и пойменные леса, то ведущим природным почвообразовательным процессом является

дерновый и луговой с признаками оглеения и с различной степенью увлажнения.

Примером морфологического строения почв поймы р. Старая Сура может служить полевое описание с разреза №5, расположенного на обрыве к руслу реки. Растительность изучаемого участка поймы в основном разнотравная с примесью полыни, тысячелистника, одуванчика. Из древесных растений выделяются отдельные виды, как ива и липа. Растительность сильно подвержена антропогенному воздействию, почти нет луговых видов, древесно-кустарниковые формы сильно изреженные. Рельеф не ровный, волнистый с понижениями (старицами), в которых произрастает тростник.

А1 0–27 см – слабо выраженный дерновый горизонт, в целом тёмно-серого цвета, сильно пронизан мелкой корневой системой, слабо оструктурен из-за лёгкого гранулометрического состава, переход заметный.

ВС 27–41 см – сложный горизонт, неоднородный по цвету, суглинистый тёмно-серый материал переслаивается с жёлтым песком, не плотного сложения. Переход резкий по цвету и плотности.

[А1] 41–140 см – погребённый гумусовый горизонт чёрного цвета, хорошо оструктуренный, большой мощности, повсеместно мелкая корневая система, переход постепенный

[АВg] 140–190 см – тёмно-серый, тоже погребённый, гумусовый горизонт голубоватого оттенка (признаки оглеенности, от близости грунтовых вод). Заметна хорошая оструктуренность

Изучаемая почвенная толща полностью представлена отложениями пойменного аллювия. Граница руслового аллювия не была вскрыта. Характерными морфологическими особенностями пойменных почв является, во-первых, большая мощность профиля, которая формировалась за счёт привноса мелкозёмистого материала, обусловленного процессом формирования поймы; во-вторых, резким погребением ранее сформированных почв на современном этапе развития поймы. Погребение было катастрофическим, мощность намытой части пойменного аллювия оказалась существенной, до 55 см, и на этих новых мелкоземистых отложениях сформировалась молодая почва с мощностью гумусового горизонта до 27 см.

Рассматриваемые почвы из-за геоморфологического положения имеют синаккумулятивную форму почвообразования. Это наблюдается при формировании пойменной террасы, когда пойменное почвообразование происходит на фоне гидрогенной твердофазной аккумуляции. При постепенном накоплении мелкоземистых отложений почвы растут «вверх» с последовательной сменой заболоченной стадии на луговую и лугово-лесную. При естественном развитии почвообразования в бассейне р. Старая Сура отложения детритов минерального стока со склонов были небольшими, поэто-

му слоистость формирования почв не выделялась из-за активности пойменного почвообразования. Однако активизация антропогенной деятельности на склонах бассейна (вырубка леса, перевыпас) нарушает сложившийся баланс аккумуляции и почвообразования в пользу усиления процессов аккумуляции, и происходит морфологически заметное погребение ранее сформировавшихся профилей почв. Поэтому необходимость анализа физико-химических показателей аллювиально-пойменных погребённых почв, отражающих антропогенную эволюцию почвенного покрова бассейна р. Старая Сура, очень важна.

Содержание гумуса в верхней части вновь отложившихся наносов, представляющих современный гумусовый горизонт, составляет 2,61%. Переходный горизонт, обозначенный нами символом ВС, по морфологическим признакам характеризует турбулентное состояние отложений гумусированных мозаик вперемежку с песчаными прослойками, в среднем обогащён гумусом до 1,16% (табл. 1). Можно допустить, что эта обогащённость гумусом толщи была унаследована от бывших гумусовых горизонтов, подверженных деструкции и смыву. Поэтому увеличение содержания гумуса в верхнем горизонте намытой части за счёт почвообразования на 1,45% соответствует тому времени, которое проходило после намыва новых отложений. В погребённой почве остаточное содержание гумуса составляет ≈3,24% с постепенным снижением в нижних горизонтах. Варьирование величин валового азота зависит от содержания гумуса. В современной почве азот составляет 0,11%, в связи с чем соотношения C : N = 13,7 больше тяготеет к типу лесных почв. В погребённой почве значения азота выше – 0,23% и соответственно ниже соотношение C : N = 8,2, свидетельствующих об обогащённости гумуса погребённых почв азотом. Величины pH солевого в изучаемых почвах распределяются по профилю, как и в зональных типах почв Пензенской области, т.е. с увеличением вниз по профилю с 4,6 до 5,1 в намытой части и с 4,8 до 5,6 в погребённой.

Распределение гидролитической кислотности в намытой и погребённых частях профиля в основном соответствует величинам pH солевого. Намытая часть выделяется по величинам поглощённых оснований, которые ближе к показателям, характерным для склонных почв бассейна. В погребённых почвах сумма поглощённых оснований резко вырастает до 33,57–38,14 мг-экв на 100 г почвы, что согласуется с более тяжёлым гранулометрическим составом.

Своеобразно также распределение подвижного фосфора и обменного калия по профилю намытой и погребённой частей. Современный гумусовый горизонт обогащён подвижным фосфором, возможно, за счёт антропогенного загрязнения (современная рекреация на пойменной террасе, расположенной вблизи населенных

пунктов). А вот обменным калием как намытая, так и погребённая почва обеднены.

Характерно структурное состояние намытой части и погребённых почв. Если современный гумусовый горизонт оценивается хорошей структурой, переходной горизонт – удовлетворительной, то погребённая почва имеет наивысшую оценку (92,9% составляет агрономически ценная структура). Подобной структурой обладает целинная почва в заповеднике. Вместе с тем водопрочность оказалась высокой только в погребённой почве – 69,2% (табл.2).

Примеры погребения почв на других поймах рек Пензенской области [4] свидетельствует о том, что катастрофическое наводнение было глобальным по бассейну р. Суры с привносом большого количества мелкоземистого материала и полным погребением ранее сформированных полно развитых почв.

И.Т. Кузьменко [5] подчеркивает, что погребённые пойменные почвы распространены в поймах рек Русской равнины, и что существует несколько точек зрения о происхождении погребённых пойменных почв: изменение климата в голоцене (Сукачев, 1921, Прасолов, 1927 и др.)[1], смена стадий единого почвообразовательного процесса (Вильямс, 1919), миграция русла (Шанцер, 1987). На наш взгляд, более правильной является точка зрения, высказанная Н.А. Богословским (1896) и развитая Р.А. Еленевским (1936), объясняющая появление погребённых пойменных почв хозяйственной деятельностью человека. Массовая вырубка лесов, распашка водоразделов и склонов долин рек, начавшееся на территории Русской равнины 200–400 лет назад, вызвали активизацию процессов ускоренной эрозии и повсеместно привели к изменению характера паводкового режима. В поймы рек стало поступать большое количество плохо сортированного материала, что привело к погребению ранее сформированных пойменных почв.

Заключение

В целом, для развития пойменных почв характерна синаккумулятивная форма почвообразования, что подчёркивается большой мощностью почвенного профиля (>200 см) по сравнению с другими типами почв, развитыми на водоразделах или на водораздельных склонах. Несмотря на сильное антропогенное давление в пределах изучаемого бассейна, почвы являются «носителями» истории развития ландшафтов. Особенно это относится к почвам с синаккумулятивной формой почвообразования, где прирост каждого миллиметра мелкоземистого материала говорит о скорости почвообразовательного процесса, отражающего естественный ход исторического развития природы или активное антропогенное вмешательство в ход цикла природного развития.

[1] Все следующие цитаты – по И.Т. Кузьменко [5]

Таблица 2 – Структурный состав и водопрочность агрегатов почв бассейна р. Ст. Сура

№ раз-реза	Горизонты и глубина, см	Содержание фракций, г								Сумма фракций 10-0.25 мм	Кс, Кв
		>10 мм	10-5 мм	5-3 мм	3-2 мм	2-1 мм	1-0.5 мм	0.5-0.25 мм	<0.25 мм		
Серые лесные (сухое просеивание)											
1а	А1 0–10	13.2	29.5	20.2	11.7	10.7	5.6	9.1	11.0	76.8	Кс-3.3
	С 10–40	26.6	16.5	10.4	9.0	5.2	3.9	10.6	17.8	55.6	1.3
	(мокрое просеивание)										
	А1 0–10	-	-	37.9	8.4	5.6	6.8	11.3	30.1	70.0	Кв-2.3
	С 10–40	-	-	8.1	47.2	3.4	5.8	14.8	63.2	36.8	0.6
5а	**Пойменные погребённые (сухое просеивание)**										
	А1 0–27	23.1	24.8	8.6	7.1	8.8	4.3	8.9	15.4	62.5	Кс-1.7
	ВС 27–55	17.1	10.6	8.7	6.8	7.9	11.5	18.4	26.5	56.4	1.3
	[А1] 55–70	5.9	21.8	33.8	24.2	13.9	3.9	1.9	1.2	92.9	13.1
	(мокрое просеивание)										
	А1 0–27	-	-	18.2	5.3	4.6	13.6	21.3	60.0	40	Кв-0.75
	ВС 27–55	-	-	0.4	0.5	1.5	12.0	2.1	83.5	16.5	0.2
	[А1] 55–70	-	-	3.2	34.0	17.0	11.7	2.94	30.8	69.2	2.33

Кс – коэффициент структурности; Кв – коэффициент водопрочности

Изложенный выше материал свидетельствует о том, что бассейновый метод изучения сложных природных систем позволяет довольно четко определять ход их естественного развития и активизации антропогенной деятельности в преобразовании этих природных систем.

Литература

1. Цепляев, В.П. Леса СССР: Хозяйственная характеристика. / В.П Цепляев – М.: Сельхозгиз, 1961.

2. Зонн, С.В. Современные проблемы генезиса и география почв / С.В. Зонн // М., Изд. «Наука», 1983. – 168 с.

3. Иванов А.И. Степные и лесные экосистемы / А.И. Иванов / Основы общей экологии. – Пенза, 2000. – С. 83–100.

4. Иванов, А.И. Почвенный покров / А.И. Иванов, Е.Н. Кузин // Международный инновационный проект «Неополис луговой» т.1: Проблемы экологической реабилитации природной среды русской деревни. – М., Научная книга, 2002. – 116 с.

5. Кузьменко, И.Т. История формирования почвенного покрова пойм рек русской равнины / И.Т. Кузьменко / Матер. Всесоюз. конф. «История развития почв СССР в голоцене», – Пущино, 1984. – С. 105–106.

УДК 631.92:[633.2+633.3]

ПОЧВЫ И КОРМОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

А.Д. Ишмуратова

Растения, находясь в тесном взаимодействии с условиями среды обитания, оказывают непосредственное влияние на почву. Бобово-злаковые агроценозы кормовых культур (озимые, яровые, многолетние) различаются по структуре биомассы: количеству и соотношению биомассы, отчуждаемой с урожаем и вовлекаемой в биологический круговорот, соотношению крупных и мелких фракций в корневой массе с неодинаковым содержанием биогенных элементов и отношением C:N. Формирующиеся под агроценозами почвы отличаются по плотности, агрегатному составу и водопрочности структуры, их динамике в течение всего вегетационного периода. Используя отдельные агроценозы, возможно целенаправленно влиять на агрофизические свойства почв.

С древних времен земледелие основывается на учёте требований культивируемых растений к среде обитания, в том числе и к почве. При рациональном размещении культур внутри региона определяющими являются особенности почвенного покрова. Требования отдельных видов растений к почвенной среде наиболее изучены. Сведения о них можно получить в учебниках по растениевод-

ству. В земледелии, цель которого создать наиболее благоприятные условия для развития культурных растений, учитываются, прежде всего, связи «почва–растение».

Если в XX веке развитие мирового сельского хозяйства было направлено прежде всего на всестороннюю интенсификацию производства, которая приводила не только к положительным, но и отрицательным явлениям, то к началу XXI века окончательно сформировалось новое направление в развитии земледелия и всей цивилизации – экологическое. И экология из разряда одной из биологических наук перешла в разряд глобальной науки, определяющей планетарную деятельность человека [1].

При анализе сельскохозяйственных посевов с экологических позиций в качестве системы (экосистема, биоценоз, биогеоценоз) большое значение приобретают функциональные связи между компонентами этих систем. Практически важными являются не только связи «почва–растение», но и «растение–почва». Так, на основе использования связи «растение–почва» можно повысить продуктивность агроэкосистемы без нарушения экологического равновесия – например, при использовании различных видов многолетних трав в севооборотах и на отдельных полях.

В исследованиях учёных по фотосинтезу прослеживается вся цепочка формирования биомассы от процессов фиксации CO_2 листьями растений и синтетической деятельности корней на начальных этапах накопления биомассы до формирования и трансформации биологических остатков в гумус. Оценивая вклад растений в почвообразовательные процессы, выделяют несколько основных процессов, которые протекают в почве при непосредственном воздействии растений:

- формирование связей в водно-солевом обмене между растениями и почвой;
- формирование гумуса;
- создание почвенных структур, обогащение их органическим веществом;
- создание субстрата для развития почвенной микрофлоры;
- выделение в почву смывов и корневых экскретов из растений, обогащающих почву минеральными элементами и органическими веществами [2].

Некоторые их этих процессов получают выражение в свойствах, которые непосредственно можно наблюдать в почвах, в частности, гумусированность и структура почвы.

Наиболее тесно с почвой связаны подземные органы растений. Для них почва является средой обитания, из почвы они поглощают необходимые для развития растений влагу и питательные элементы, выделяют в почву различные вещества, часть которых

участвует в процессах взаимодействия с почвенными частицами. Так как корневые системы растений неодинаковы по своей морфологии, глубине проникновения в почву, физиологии, биомассе и её химическому составу, то и влияние их на почву различно.

Объектами исследования явились одновидовые и поливидовые агроценозы специализированных кормовых севооборотов для получения зернофуража, зелёного корма, сена, заложенные в 1992 и 1999 гг. [3,4].

Исследования свойств почв под различными кормовыми культурами проводились в 1993–2002 гг. на опытных полях ПензНИИСХ. Почва – чернозём выщелоченный среднемощный среднегумусный тяжелосуглинистый на делювиальных лессовидных суглинках.

Прежде всего, влияние растений на почву можно рассматривать с точки зрения на растение как источник органического вещества. В агроценозах часть органического вещества, синтезированного растениями, изымается из биологического круговорота с урожаем. Остающиеся растительные остатки принято делить на пожнивные, листостебельные и корневые. По количеству органического вещества, оставляемого в поле после уборки урожая, выделяют 3 группы: 1) многолетние бобовые и злаковые травы; 2) однолетние зерновые и зернобобовые культуры; 3) пропашные культуры [5].

В составе севооборотов преобладали однолетние агроценозы из двух компонентов – злаковой культуры (озимая рожь, овёс, суданская трава) и бобовой культуры (вика яровая и вика мохнатая).

Агроценозы многолетних трав в 1992–1995 гг. состояли из трёх компонентов: клевера, люцерны и тимофеевки; в дальнейшем злаковый компонент в смеси отсутствовал.

Изучение структуры биомассы агроценозов и, соответственно, свойств почвы проводилось на контрольном поле последовательно со сменой культур в севообороте.

По количеству биомассы, оставляемой в поле после уборки, в звене севооборота выделяются многолетние травы, агроценоз состоящий из клевера, люцерны и тимофеевки (табл. 1).

Значительно меньшую биомассу формируют агроценозы однолетних культур, которые в порядке убывания количества биомассы составляют следующий ряд: суданская трава + вика мохнатая, озимая рожь + вика мохнатая; вико-овёс, поукосные посевы суданской травы + редьки масличной.

Доля отчуждаемой с урожаем биомассы колеблется от 25% у многолетних трав до 52% у озимой ржи с викой. Следует отметить, что эта доля зависит в большей степени от урожая культур, который варьирует в зависимости от погодных условий. Так, урожай озимой ржи с викой в 2001 г. составил 63,2 ц/га при среднем многолетнем урожае 40,4 ц/га.

Таблица 1 – Структура биомассы агрофитоценозов в звене кормового севооборота

Агроценозы	Год определения	Единицы измерения	Урожай	Пожнивные остатки	Листостебельные остатки	Корни		Полуразложившиеся остатки	Биомасса подземная	Биомасса оставляемая в поле	Биомасса, всего
						крупные	мелкие				
Многолетние травы 3 года жизни (клевер, люцерна, тимофеевка)	1998	ц\га	52,9	30,5	15,4	76,4	26,9	7,4	126,1	156,6	209,5
		%	25,3	14,6	7,4	36,5	12,8	3,5	60,2	74,7	100
		%		19,5	9,8	48,8	19,5	9,8		100	
		%			12,2	60,6	21,3	5,9	100		
Суданская трава и вика мохнатая	1999	ц\га	51,7	15,1	-	20,3	24,2	11,1	55,7	70,8	122,5
		%	42,2	12,3	-	16,6	19,8	9,1	45,5	57,8	100
		%		21,3	-	28,8	34,1	15,8	78,7	100	
		%			-	36,5	43,4	20,1	100		
Вико-овёс	2000	ц\га	46,0	11,8	-	28,2	13,2	-	41,4	53,2	99,2
		%	46,4	11,9	-	28,4	13,3	-	41,7	53,6	100
		%		22,1	-	53,0	24,9	-	77,9	100	
		%			-	68,1	31,9	-	100		
Озимая рожь и вика мохнатая	2001	ц\га	63,2	17,0	-	33,9	7,9	-	41,8	58,8	122,0
		%	51,8	14,0	-	27,8	9,6	-	34,2	48,2	100
		%		29,0	-	57,6	13,4	-	71,0	100	
		%				81,2	18,8	-	100		
Суданская трава и редька масличная (поукосно)	2001	ц\га	32,1	10,1	-	41,4	9,6	-	51,0	61,1	93,2
		%	34,5	10,8	-	44,4	10,3	-	54,7	65,5	100
		%		16,5	-	67,7	15,8	-	83,5	100	
		%				81,1	18,9	-	100		

На количество оставляемой в поле биомассы влияют:

1. биологические свойства растений;

2. экологические факторы среды, главным образом почвенно-климатические;

3. уровень агротехники;

4. урожаи;

5. способы посева, норма высева и пр. [6].

Если агротехнические факторы выделить как управляемые и константные при применении зональных технологий, то количество биомассы, как наземной (урожай, поверхностные остатки), так и подземной, будет изменяться в зависимости от биологических свойств растений и экологических факторов.

При балансовых исследованиях органического вещества в дерново-подзолистых почвах установлено, что количество растительных остатков, поступающих в почву агроценозов без внесения удобрений, зависит, в основном, от биологических особенностей возделываемых культур [5].

По общему количеству биомассы, оставляемой в поле, резко различаются многолетние травы (156,6 ц/га) и смеси однолетних культур (53,2–70,8 ц/га). Как отмечалось ранее, у многолетних культур с урожаем удаляется около 25% биомассы; практически 75% биомассы подвергается трансформации при условии распашки пласта. У озимой смеси выносится около 52% биомассы и лишь 48% вовлекается в биологический круговорот. У суданской травы с викой и вико-овса с урожаем изымается менее половины биомассы и более половины подвергаются процессам разложения в почве.

Свежее органическое вещество в почве претерпевает ряд сложных процессов деструкции, минерализации, гумификации, в результате которых высвобождается углерод, азот и другие элементы минерального питания растений, образуются различные органические и органо-минеральные вещества. Процессы трансформации органического вещества в почве зависят от устойчивости к биодеградации его основных частей, которые включают большое разнообразие соединений от быстро разлагаемых микроорганизмами аминокислот, белков, простых сахаров и полисахаридов до более устойчивых к биодеградации лигнинов. Скорость разложения органического вещества зависит от физических и химических свойств растения или его частей и, прежде всего, от отношения C:N, содержания лигнина и, в меньшей степени, от площади поверхности разлагаемого субстрата [7].

Наиболее обсуждаемым свойством органического вещества, определяющим пути его трансформации, является отношение C:N.

Согласно Лыкову [5] чем уже соотношение C:N, тем быстрее разлагаются в почве растительные остатки.

Ф. Магдорфом (1992, приводится по [8]) установлено, что процессы разложения органического вещества определяются содержанием азота в остатках; при отношении C:N выше 40 или содержании N менее 1% азот закрепляется в почве микроорганизмами и наблюдается неэффективный расход CO_2 и выделение его в атмосферу. При содержании азота более 2% активизируются процессы минерализации и происходит высвобождение азота.

Как уже отмечалось ранее, растительные остатки рассматриваемых однолетних смесей различаются по соотношению C:N. Наиболее узкое отношение характерно для фракции мелких корней, содержание азота в которых превышает 1,5–2,0%. Наиболее широкое отношение C:N выявлено в пожнивных остатках, содержащих менее 1% азота. Высказано предположение, что скорость и направление трансформации растительных остатков будет зависеть от количественного соотношения различных частей биомассы, вовлекаемой в биологический круговорот: поверхностные остатки, корни крупные, корни мелкие и т.д. Наиболее высокая доля быстроразлагающихся мелких корней содержится в агроценозе суданской травы с викой мохнатой (36–45%), в составе вико-овса она составляет 25–29%, в агроценозе озимой ржи с викой 14–18%. Соответственно, снижается роль агроценозов как поставщиков минерализованного азота для последующих культур [9].

С точки зрения влияния растений на почву представляет интерес, как процессы накопления биомассы, формирования корневой системы и процессы разложения органического вещества влияют на основные агрофизические свойства, определяющие физическое состояние почв: макроструктуру (агрегатный состав) и плотность почвы.

Исследования влияния сельскохозяйственных культур и севооборотов на физические свойства почв традиционно для советской школы агропочвоведения.

Из агрофизических свойств с органическим веществом наиболее тесно связана структура почвы. В различных концепциях о факторах плодородия структуре придавалось различное значение – от абсолютизации роли структуры в плодородии почвы (школа Вильямса) до отрицания структуры как фактора, влияющего на урожай сельскохозяйственных культур (школа Тулайкова).

В настоящее время в результате многолетних исследований учёных структура почвы рассматривается как одно из важных свойств пахотных почв, т.к. она определяет водно-физические и физико-механические свойства почв, водный, воздушный и питательный режимы; от структурного состояния почв зависят условия разложения органического вещества и развития микробоценоза, водопроницаемость и, как следствие, развитие эрозионных процес-

сов. Ухудшение структуры почвы является с экологических позиций одним из многих последствий деградации почв [10].

Разработка приёмов улучшения структурного состояния пахотных почв рассматривается как один из способов повышения плодородия почв. Актуальны они и для чернозёмов – почв с прекрасной природной структурой. Структурно-агрегатный состав почвы, как и её плотность, в течение года изменяется в широких пределах. Основные причины этих колебаний заключаются в изменении влажности и температуры почвы. Выделяются различные процессы образования агрегатов в чернозёмах, формирование мелких агрегатов происходит в результате внутрипочвенных механизмов (последовательного физико-химического и химического закрепления), а образование агрегатов средних и крупных размеров (более 3 мм) осуществляется под влиянием корневых систем, объёмных изменений и, в большей степени, при воздействии механической обработки почвы [11].

Видами цемента в различных почвах выступают гуматы щелочей и щелочных земель, железа и алюминия; свободные гидроксилы железа и алюминия; кремнезём; карбонат кальция [12].

В чернозёмах важную роль в образовании агрегатов играют гуминовые вещества и кальций.

По мнению ряда зарубежных авторов, существенную роль в образовании агрегатов играют биомолекулы, которые синтезируются в результате деятельности микроорганизмов, а также дождевых червей. Процессы агрегирования проходят две стадии: сначала образуются микроагрегаты, которые потом входят в состав макроагрегатов.

В качестве цемента микроагрегатов выступают бактериальные слизи и гуминовые кислоты, цемент макроагрегатов – волокнистые полисахариды и гифы. Причём процессы синтеза и деструкции биомолекул скрепляющих микроагрегаты, намного медленнее, чем биомолекул макроагрегатов, которые периодически разрушаются и восстанавливаются. Некоторые исследователи отмечают особую стабильность кальциевых микроагрегатов [13].

Результаты этих исследований еще раз подчеркивают тесную связь органического вещества, процессов минерализации и гумификации свежего органического вещества в почвах с процессами структурообразования и дают объяснение причинам сезонных колебаний содержания макроагрегатов в почвах агроценозов.

Построенные графики распределения содержания агрегатов почвы по их размерам в различные сезоны отражают изменения макроструктуры за вегетационный период культур от начала весенней вегетации до уборки (рис. 1).

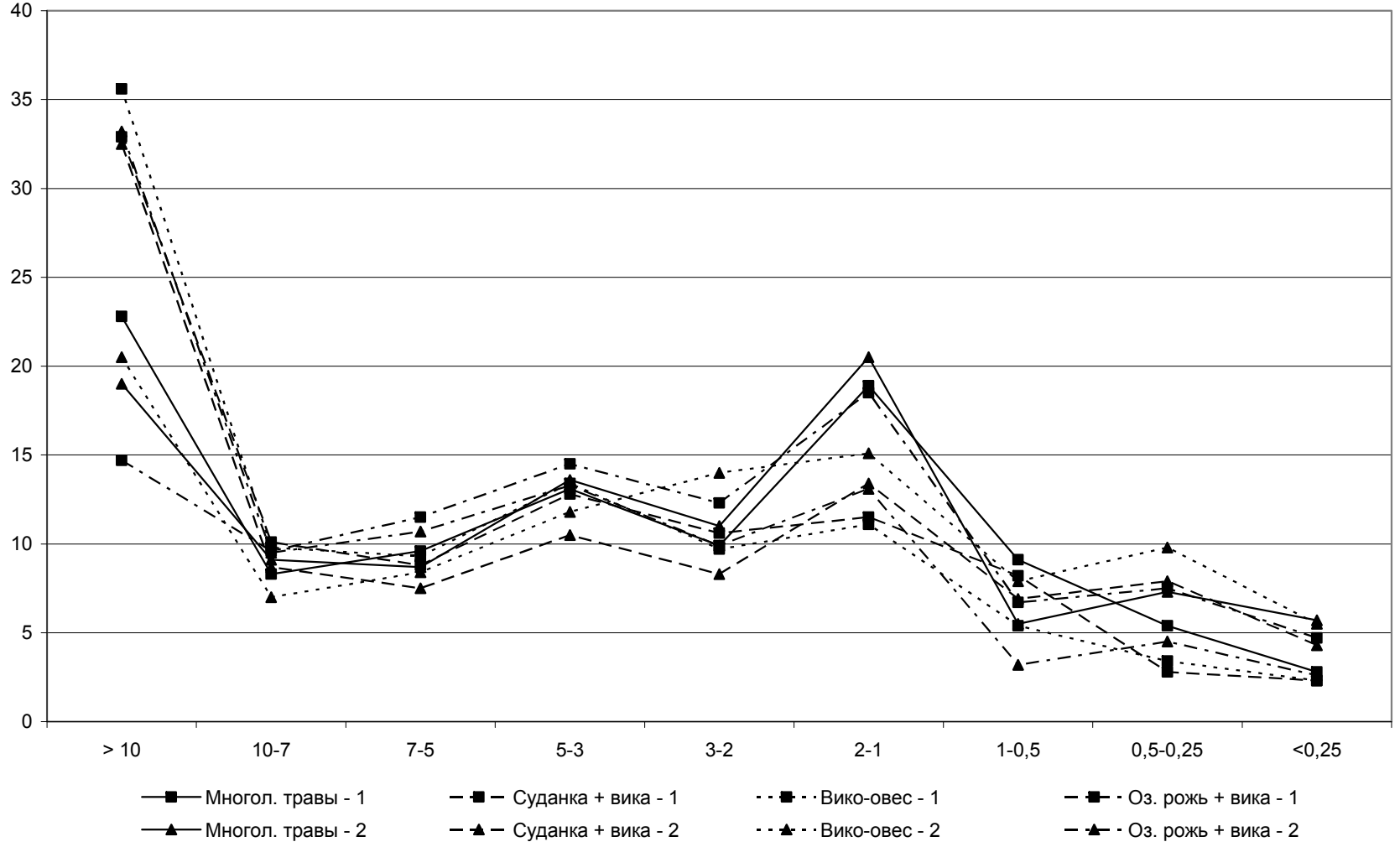


Рис. 1. Дифференциальные кривые макроагрегатного состава пахотного слоя почвы (0–30 см) различных агроценозов кормового севооборота на зелёный корм (1 – весна, 2 – лето, осень)

Для почвы агроценоза многолетних трав характерны незначительные изменения содержания агрегатов различных размеров за период вегетации. Уменьшается содержание глыбистой фракции крупнее 10 мм и увеличивается содержание пылеватой фракции мельче 0,25 мм, в целом содержание агрегатов агрономически ценного размера 10–0,25 мм стабильно – 74,4–75,3%.

Сезонные колебания агрегатного состава почвы под смесью суданской травы и вики так же незначительны, однако следует отметить высокое содержание глыбистой фракции и в весенний и в осенний периоды (32,9–32,5%).

Фракционный состав структуры почвы под вико-овсом изменяется в более широких пределах. Для вико-овса характерно четкое снижение содержания агрегатов крупнее 3 мм и увеличение более мелких.

Можно сделать предположение, что структурообразование в почве под вико-овсом происходит под воздействием физико-химических и химических процессов в большей степени, чем под воздействием растений.

В почве под озимыми культурами за период от отрастания до уборки зелёной массы в начале июня отмечается значительное увеличение содержания глыбистой фракции, которое связано с уплотняющим воздействием техники на влажную почву, т.к. определение агрофизических свойств проводилось после проведения уборочных работ.

В целом нашими исследованиями подтверждаются выводы В.В. Медведева [11] о благоприятном воздействии озимых культур на структуру и плотность чернозёмов.

В 1994–1998 годах в кормовом севообороте для получения зернофуража в почве под озимой пшеницей и в зелёном конвейере в почве под аналогичной смесью отмечалось снижение содержания глыбистой фракции за период весна-лето.

Дифференциальные кривые содержания агрегатов в почвах под этими культурами имеют вид, близкий к кривым, характерным для многолетних трав. Представленные дифференциальные кривые отражают усреднённое распределение агрегатов в слое 0–30 см, которое не отражает реальной неоднородности пахотного слоя. При разделении пахотного слоя на десятисантиметровые слои (0–10; 10–20; 20–30 см) более наглядно проявляется влияние растений на макроструктуру и плотность сложения.

Растения принимают непосредственное участие в перераспределении вещества по почвенному профилю под воздействием процессов поглощения вещества корнями растений или наземными органами, перераспределения поглощённого вещества по растению, высвобождения вещества из растения в результате прижиз-

ненных выделений из последующего частичного или полного отмирания растений, что и обуславливает неоднородность почвенного профиля [14].

Неоднородность пахотного слоя почвы, в первую очередь, связана с обработками почвы, которые проводятся на разную глубину. При обработке почвы сельскохозяйственными орудиями изменяется весь комплекс её физических свойств и процессов, однако первичным является изменение плотности сложения почвы, т.к. при любой обработке происходит её рыхление. В дальнейшем происходит процесс самоуплотнения почвы, который стабилизируется при значениях равновесной плотности. В почве под растительностью этот процесс проходит под воздействием непосредственно корневых систем растений.

Исследованиями микробиологов было установлено, что пахотный слой почвы неоднороден и разделяется на слои по численности микроорганизмов и составу микрофлоры, содержанию корней и плодородию [15]. О характере расчленения пахотного слоя почвы можно судить по данным определения равновесной плотности и агрегатного состава в слоях почвы 0–10, 10–20, 20–30 см (рис. 2).

На графиках представлены основные агрофизические свойства почвы на контрольном поле в звене кормового севооборота. Агроценозы ранжированы в порядке их смены на полях севооборота в 1997–2001 гг. Почвы севооборота характеризуются благоприятными агрофизическими и агрохимическими свойствами.

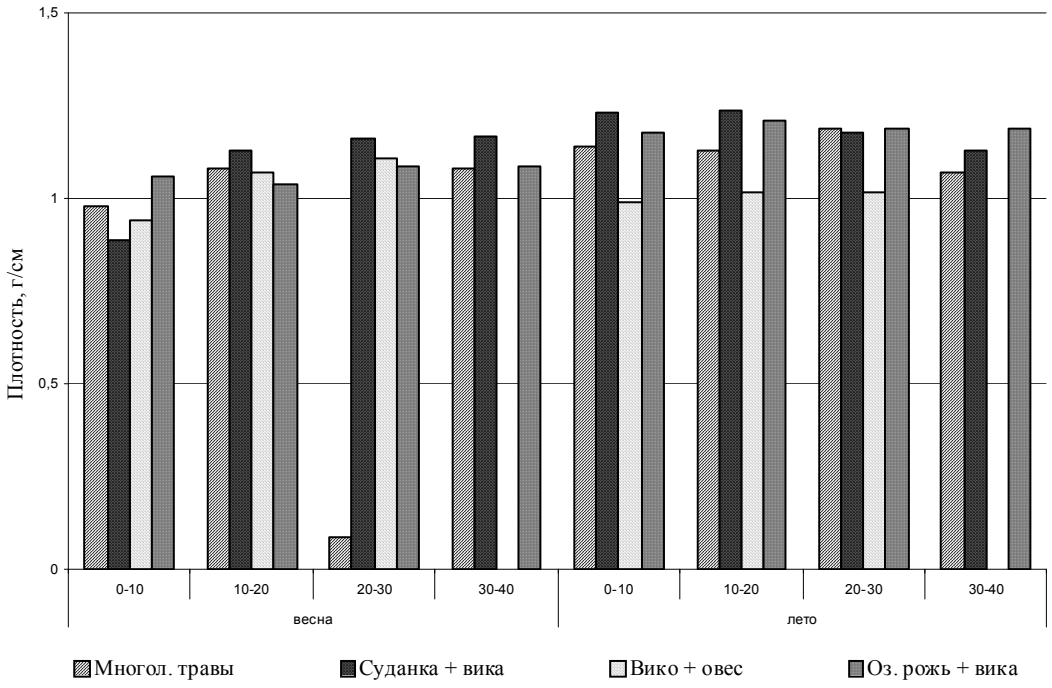
Плотность почвы в течение вегетационного периода остается в рамках оптимальной плотности для большинства сельскохозяйственных культур. По содержанию агрегатов агрономически ценного размера и водопрочных агрегатов почвы относятся к категориям с хорошей и удовлетворительной структурой. Влияние культур на свойства отдельных слоев пахотного горизонта проявляется различно.

Для многолетних трав характерны небольшие различия между отдельными слоями по плотности почвы в течение сезона, высокое содержание агрегатов агрономически ценного размера. Замечено, что распределение агрегатов 10–0,25 мм по профилю пахотного слоя зависит от биологического состава многолетних смесей бобово-злаковой смеси (клевер, люцерна, тимофеевка). Высоким содержанием агрегатов выделяется слой 0–10 см, при исключении злакового компонента с его мочковатой корневой системой, сосредоточенной в верхней части пахотного слоя, распределение агрегатов более равномерное.

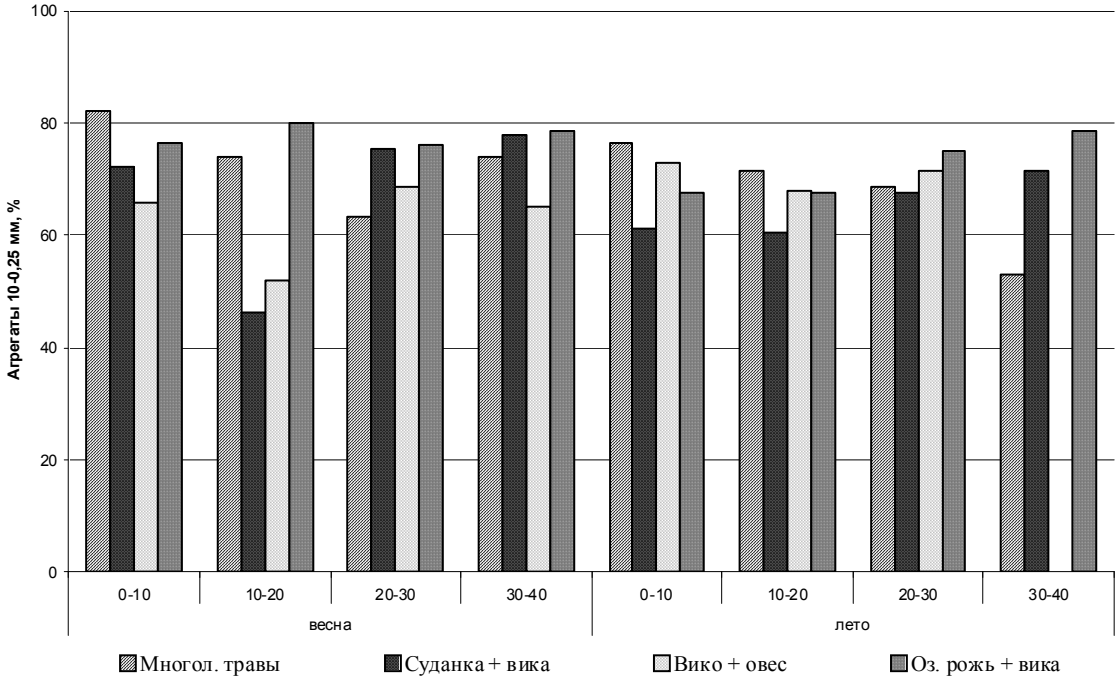
Структура почвы под многолетними травами отличается высокой водопрочностью по сравнению с почвой под однолетними культурами и их смесями. При распашке пласта многолетних трав в биологический круговорот вовлекается большое количество орга-

нического вещества, которое влияет на развитие и свойства почвы последующих культур.

В звене рассматриваемого севооборота это смесь суданской травы с викой мохнатой. Суданская трава и её смеси образуют



***А** – Плотность сложения, г/см^3*

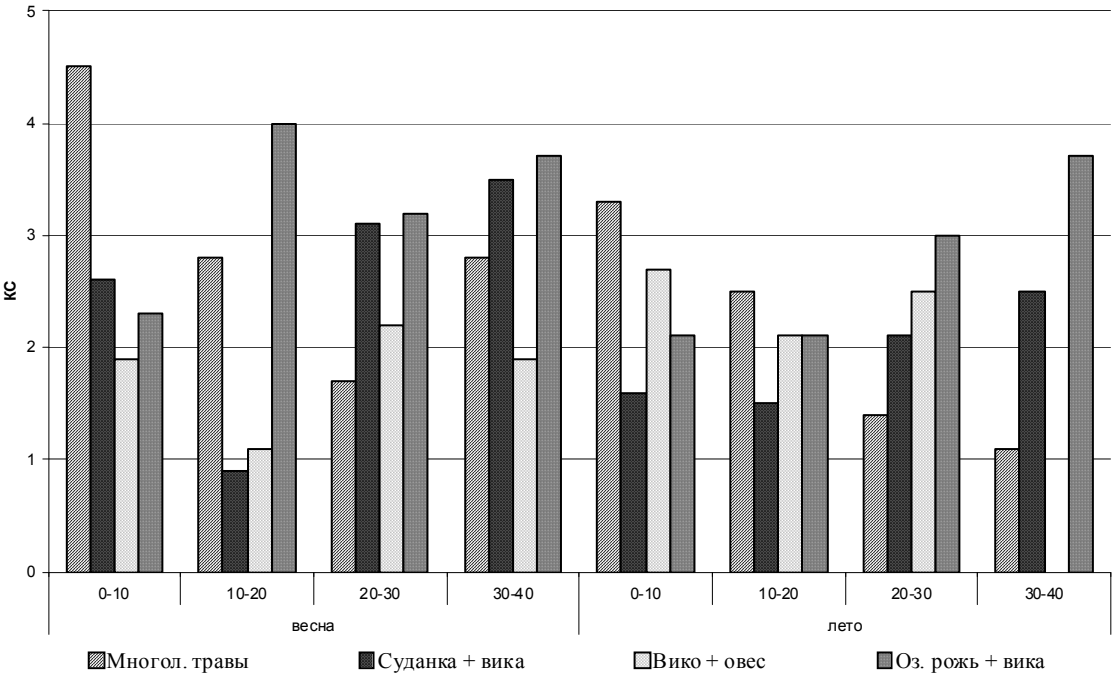


***Б** – Агрегаты 10-0,25 мм (%)*

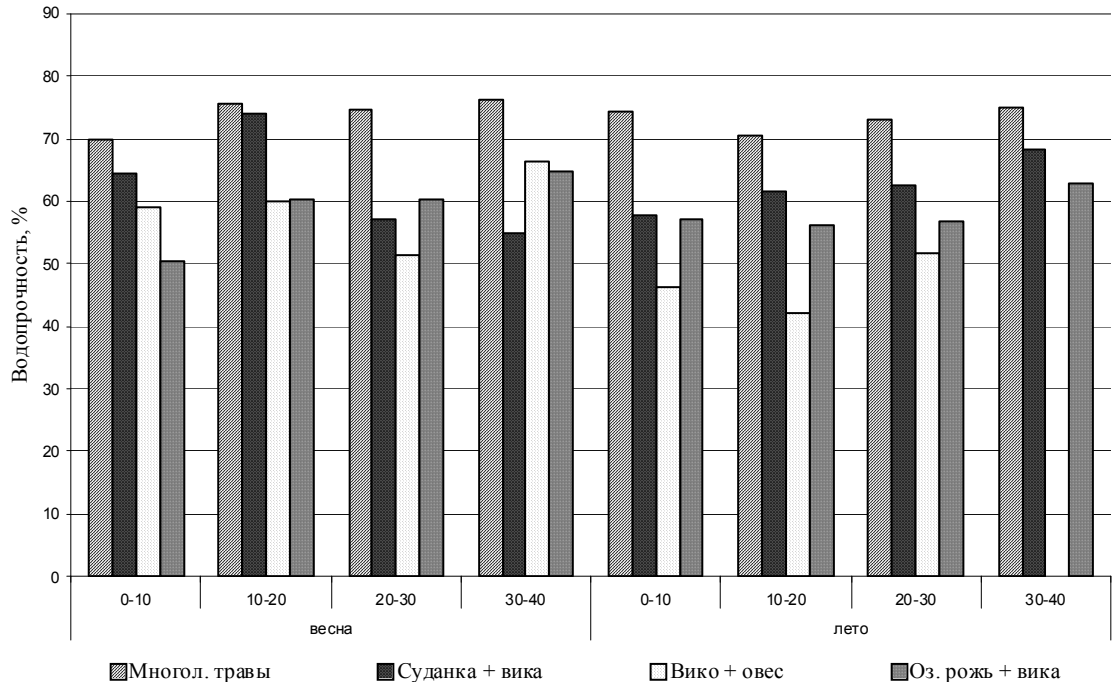
Рисунок 2 – Неоднородность пахотного слоя почвы различных

мощную корневую систему, богатую азотом, вследствие чего разложение остающейся в поле после уборки урожая массы происходит быстрыми темпами.

В.Р. Вильямс [16] отмечал, что после второго укоса смеси суданской травы с соей их корневая система отмирает, и к концу веге-



***В** – Коэффициент структурности*



Г – Содержание водопрочных агрегатов, %

агроценозов в начале и конце вегетационного периода

тационного периода, за месяц до наступления зимних морозов, её остатки в почве отыскать сложно. Кроме того, разложение происходит при значительной сухости почвы, т.к. суданка расходует запасы воды на формирование второго укоса. Именно этим В.Р. Вильямс аргументировал несостоятельность суданской травы как почвоулучшителя.

Нашими исследователями установлено, что в почве под суданской травой и её смесями с бобовым компонентом наблюдается значительное уплотнение слоя 10–20 см. Если такое уплотнение проявляется в весенний период, то оно сохраняется и к концу вегетации суданской травы, разрыхление этого слоя не происходит, несмотря на мощную корневую систему суданской травы. Исследованиями зарубежных и советских учёных было выявлено, что корни суданской травы обладают способностью проникать в более плотные слои почвы, по сравнению с корневыми системами других культур, например гороха.

На наш взгляд, это связано с высокими потребностями суданской травы во влаге, т.к. известно, что рыхлые почвы содержат большое количество воздуха и обладают меньшей водоудерживающей способностью.

В почве под суданской травой слой 10–20 см характеризуется высоким содержанием агрегатов крупнее 10 мм, в результате чего содержание глыбистой фракции в пахотном слое выше, чем в почве под другими культурами. Возможно, этому способствуют корневые выделения или продукты разложения прижизненного опада суданской травы, в результате чего происходит скрепление микроагрегатов в макроагрегате.

Процессы дифференциации пахотного слоя в почве под суданской травой более ярко выражены в первые годы эксплуатации севооборота (табл. 2).

В севообороте, как уже отмечалось, влияние предшествующих культур нивелирует эти процессы.

Влияние вико-овсяной смеси на свойства почвы во многом определяется условиями её вегетации. Во влажные годы, например, в 2000 г., происходит значительное накопление наземной и подземной биомассы; колебания плотности, как отдельных слоев, так и всего пахотного слоя невысокие, может улучшаться структурное состояние почвы, повышаться содержание агрегатов агрономически ценного размера.

В засушливых условиях нарастание вегетативной массы замедляется, урожайность зелёной массы снижается, отмечается уплотнение пахотного слоя, снижение содержания агрономически ценных агрегатов.

Таблица 2 – Основные агрофизические свойства почвы перед уборкой под различными культурами в начале ротации севооборотов (1994–1995 гг.)

Год	Агроценоз	Плотность, г/см^3			Макроагрегаты 10–0,25 мм, %		
		0–10	10–20	30–40	0–10	10–20	30–40
1994	Многолетние травы 2 года жизни	1,18	1,16	1,12	50,3	64,4	64,6
	Многолетние травы 3 года жизни	1,17	1,09	1,10	73,4	56,0	61,1
	Козлятник 3 года жизни	1,22	1,17	1,12	55,4	60,6	59,3
	Просо	0,90	1,26	1,19	47,9	13,3	42,9
	Суданская трава	0,97	1,32	1,25	50,7	12,1	32,0
1995	Ячмень	0,98	1,18	1,09	61,1	53,7	69,9
	Вико-овёс	0,88	1,09	1,04	71,1	60,6	64,3

Снижение водопрочности агрегатов в течение вегетационного периода вико-овса проявляется и при увеличении содержания агрегатов 10–0,25 мм, определённых при сухом просеве.

Озимые культуры и смеси перед уходом в зиму формируют корневую систему, сосредоточенную в верхней части пахотного слоя. В весенний период, благодаря влиянию корневых систем растений и процессам замораживания – оттаивания, верхняя часть пахотного слоя почвы рыхлая и хорошо оструктурена. Хорошая структура и оптимальная плотность сохраняются в почве в течение вегетационного сезона, хотя при использовании смеси на зелёный корм следует отметить непродолжительность этого периода. В условиях Пензенской области эти смеси дают самый ранний зелёный корм уже в третьей декаде мая – начале июня. Для рационального использования почвы проводятся поукосные посевы.

Озимые культуры в качестве почвоулучшителей проявляли себя на чернозёмах Украины [11].

Следует отметить, что улучшение агрофизических свойств почвы под влиянием культур севооборота происходит при увеличении содержания органического вещества в почве. Если в начале ротации севооборотов содержание органического вещества в пахотном слое 0–30 см составляло 5,83–6,83% то к концу ротации севооборота оно достигло 7,03–7,89%. Причём наблюдается нивелирование содержания органического вещества в почве по полям севооборота, различия в его содержании при проведении математической обработки признаны несущественными на уровне значимости p=0,05.

Выводы

Исследования количества и качества органического вещества агроценозов, основных агрофизических свойств чернозёма выще-

лоченного под различными культурами позволяют сделать вывод о значительном влиянии растений на почву, характер её структуры, равновесную плотность, дифференциацию пахотного слоя.

Выявлены потенциальные возможности чернозёмов выщелоченных улучшать свои агрофизические и агрохимические свойства под воздействием кормовых культур и из смесей.

Полученные результаты позволяют рекомендовать путём подбора возделываемых агроценозов целенаправленно влиять на оптимизацию свойств почв.

Литература

1. Лыков, А.М. Современная научная концепция использования земель сельскохозяйственного назначения / А.М. Лыков, Н.С. Каурычев, А.И. Еськов и др. // Плодородие, 2003. – № 5(14). – С. 29–33.

2. Кефели, В.И. Продуктивность растений и плодородие почв как биосферное явление / В.И. Кефели, А.Е. Калевич, М.В. Филимонова // Почвоведение, 1995. – № 1. – С. 43–49.

3. Беляк, В.Б. Кормовые севообороты Среднего Поволжья / В.Б. Беляк – Пенза: ПензНИИСХ, 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. Лыков, А.М. Гумус и плодородие почвы / А.М. Лыков – М.: Московский рабочий, 1985. – 192 с.

6. Левин, Ф.И. Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции / Ф.И. Левин // Агрохимия, 1977. – № 8. – С. 36–42.

7. Тейт, О. Органические вещества почвы / О. Тейт – М.: Мир, 1991. – 310 с.

8. Гольштайн, В. Ведение хозяйств на экологической основе в лесостепной и степной зонах Молдовы, Украины и России / В. Гольштайн, Б. Боинчак – М.: Эконива, 2000. – 267 с.

9. Ишмуратова, А.Д. Биологические аспекты плодородия почвы в кормовом севообороте / А.Д. Ишмуратова //Матер. V науч.-практ. конф. «Интродукция нетрадиционных и редких растений» – п. Персиановский: ДонГАУ, 2004. – С. 74–76.

10. Шептухов, В.Н. О совершенствовании оценки процессов деградации почв / В.Н. Шептухов, Т.В. Решетина, П.Н. Березин и др. // Почвоведение, 1997. – № 7. – С. 799–805.

11. Медведев, В.Д. Оптимизация агрофизических свойств чернозёмов / В.Д. Медведев – М.: Агропромиздат, 1988. – 160 с.

12. Розанов, Б.Г. Генетическая морфология почв / Б.Г. Розанов – М.: Изд-во МГУ, 1975. – 294 с.

13. Дюмофур, Ф. Методы фракционирования гумуса, его типы, роль в агрегатообразовании / Ф. Дюмофур, М. Гайфе //Почвоведение, 1992. – № 10. – С. 112–121.

14. Фокин, А.Д. Роль растений в перераспределении вещества по почвенному профилю / А.Д. Фокин // Почвоведение, 1999. – № 1. – С. 125–133.

15. Ревут, Н.Б. Процессы расчленения пахотного слоя на разнокачественные по биологическому активности и плодородию части / Н.Б. Ревут, Л.Н. Абросимова, В.В. Баскин и др. // Пути регулирования почвенных условий жизни растений – Л.: Гидрометеоиздат, 1971. – С. 126–135.

16. Вильямс, В.Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения / В.Р. Вильямс – М.: Россельхозиздат, 1949. – 472 с.

———

УДК 631.51:631.459:631.445.4(470.40)

ОПТИМИЗАЦИЯ ОБРАБОТОК ПОЧВЫ НА ЭРОДИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

З.А. Кирасиров

Статья посвящена изучению и анализу закономерностей проявления эрозионных процессов на склоновых землях в условиях чернозёмов выщелоченных Пензенской области. На основании многолетних исследований особое внимание обращается на современные подходы к системе обработки почвы, сохранение почвенного плодородия и энергосбережение.

Среди наиболее важных мероприятий, направленных на повышение плодородия и урожайности сельскохозяйственных культур, большую роль играет защита почв от эрозии.

Смытые в разной степени почвы отличаются, прежде всего, меньшей мощностью или полным отсутствием гумусового горизонта. Смыв гумусового горизонта влияет на все факторы плодородия почв. Чем больше в почве гумуса, тем, при наличии других факторов, необходимых для жизни растений, выше её плодородие. По уменьшению количества гумуса в почве оценивают уровень снижения естественного плодородия почв данного генетического типа.

Снижение содержания гумуса в почвах склонов служит одним из важнейших диагностических признаков степени их эродированности.

Деградационные процессы, охватившие чернозёмную и лесостепную зоны на современном этапе развития сельскохозяйственного производства Пензенской области, нуждаются в конкретизации параметров изменения свойств почвы.

На современном этапе функционирования сельского хозяйства, когда агропромышленный комплекс находится в кризисе, всё большую актуальность приобретают энергосберегающие системы

обработки почв, позволяющие с наименьшими затратами получать оптимальный уровень урожайности сельскохозяйственных культур с учётом защиты окружающей среды от негативных воздействий, прежде всего от водной эрозии. Почвенно-климатические условия лесостепной зоны Среднего Поволжья создают предпосылки для проявления водной и ветровой эрозии (табл. 1).

Таблица 1 – Площади эродированных земель в Поволжье, тыс. га (по материалам землеустройства)

Область	Общая площадь, га	В том числе земли			
		неэродированные	потенциально опасные	смытые	дефлированные
Ульяновская	2419	894	603	875	47
Самарская	5304	2127	1721	1450	61
Пензенская	2956	1453	897	606	–
Саратовская	9215	3572	1015	4515	113
Волгоградская	9466	3490	3576	1521	879
По зоне	29415	11536	7812	8967	1100
%	100	39,2	26,6	30,5	3,7

В Ульяновской, Саратовской, Пензенской, Самарской и Волгоградской областях подвержено смыву более 8,9 млн. га сельскохозяйственных угодий, в том числе 6,3 млн. га пашни [1]. Наиболее опасной на территории зоны является водная эрозия. Она ведёт к потере плодородия и снижению урожайности всех сельскохозяйственных культур.

Для Пензенской области площади неэродированных и эродированных почв показаны на рисунке 1.

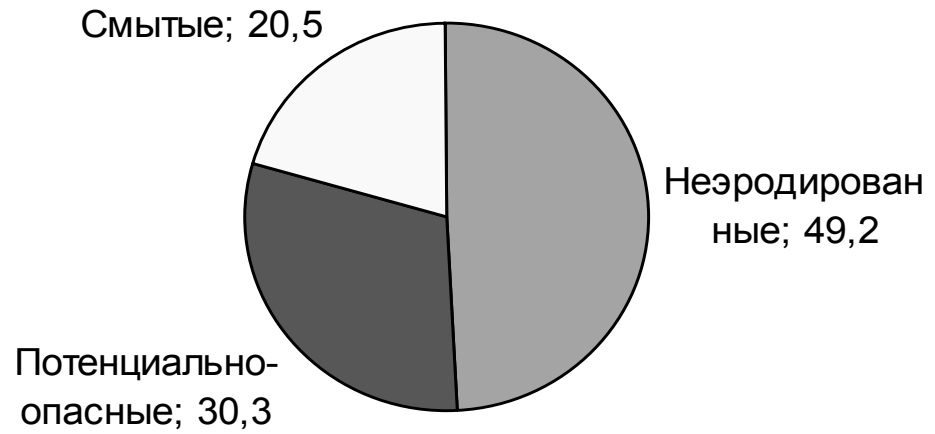


Рис. 1. Площади эродированных почв Пензенской области, %

Ветровая эрозия носит местный характер и проявляется взаимосвязано с водной эрозией на ветроударных склонах и на незащищённых лёгких почвах. В связи с этим система земледелия должна быть почвозащитной и обеспечивать накопление, сохранение и рациональное использование влаги, а также повышение плодородия почвы и продуктивности сельскохозяйственных культур.

Вместе с тем, различное использование эродированных выщелоченных чернозёмов (разная структура посевов и различные системы обработки почвы) дают неодинаковый агрономический и экономический эффект.

В настоящее время наиболее распространённой системой основной обработки почвы в Пензенской области является отвальная вспашка под все культуры, что не даёт возможность накапливать максимальное количество влаги и влечет за собой недобор урожая. Интенсивная обработка почвы с оборотом пласта вызывает повышенную минерализацию органического вещества, значительное ухудшение структуры почвы, снижение водопроницаемости и влагоёмкости на несмытых, а особенно на смытых почвах. В области проведена определённая работа по разработке систем обработки почвы. Но теоретических обоснований преимуществ отвального или безотвального способов обработки почвы, влияния на её плодородие мало или они весьма неубедительны.

Нет ответа на вопрос, какой из двух названных способов будет иметь наилучшую перспективу для решения основной проблемы земледелия – повышения плодородия.

Вопросы изыскания способов пополнения органического вещества почвы представляют особую актуальность. Длительное применение безотвальной обработки приводит к дифференциации пахотного слоя по плодородию, то есть в верхнем слое (0–10 см) накапливается максимальное количество питательных веществ. Но верхний слой почвы в чернозёмах выщелоченных быстро пересыхает и не всегда работает на урожай.

Целью настоящей работы является разработка и обоснование системы почвозащитной основной обработки почвы в семипольном севообороте с учётом энергетических ресурсов, позволяющей сохранить и повысить плодородие чернозёмов выщелоченных среднесмытых.

Перед работниками сельского хозяйства основной задачей и впредь остаётся дальнейшее повышение плодородия почвы и увеличение урожайности зерновых и других культур при улучшении качества получаемой продукции. Одними из важнейших факторов, позволяющих успешно решить поставленную задачу, являются приёмы рациональной обработки почвы. Научно-обоснованный выбор рациональных способов и глубины обработки почвы требует знания

оптимальных показателей её плодородия для растений и характера их изменений различными обработками. Обработка почвы, изменяясь и совершенствуясь, продолжает выполнять те же функции, что и в первоначальный период развития земледелия. Она продолжает оставаться одним из наиболее мощных средств влияния на почву, а с позиций функционирования экосистемы – наиболее негативным фактором антропогенного характера.

Создание благоприятных для культурных растений условий на современном этапе невозможно без обработки почвы. Вопрос состоит в том, чтобы, используя современные научные подходы в области обработки, создать условия для стабилизации или даже улучшения экологической ситуации.

Многие исследователи указывают необходимость глубокой обработки с оборачиванием верхнего слоя почвы и созданием гомогенного слоя. Другие авторы считают, что использование приёмов безотвальной обработки обеспечивает создание на поверхности почвы мульчирующего слоя, и это является важным с точки зрения регулирования водного режима и скорости трансформации органического вещества. В связи с этим необходимо дать оценку эффективности различных способов обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур на склоновых землях.

Изучению противоэрозионной эффективности агротехнических приёмов посвящены работы многих исследователей, в которых утверждается, что основной профилактической мерой по сокращению стока талых и ливневых вод является обработка почвы поперёк склона и отмечается хорошая эффективность специальных агротехнических приёмов в борьбе с эрозией почв.

Вспашка поперёк склона значительно сокращает сток талых вод, всё же слабо противостоит смыву, да и сам технологический процесс вспашки имеет негативные стороны. По этому поводу П.С. Трегубов и Н.В. Зверхановский [2] отмечают: «При вспашке отваливание пласта под уклон способствует механическому переносу пахотного слоя к его подножью, что так же, как и эрозия снижает плодородие почвы». При вспашке поперёк склона при каждом проходе плуга почва сбрасывается вниз по склону на 63,9 см, а при обороте вверх поднимается только на 43,9 см [3]. На склонах крутизной 9° смещение почвы за год в расчёте на 1 га будет составлять при вспашке – 5,6 м^3, лущении – 2,2 м^3, поверхностной культивации – 1,1 м^3. Общее смещение с 1 га может достигать 9,7 м^3 [4].

Безотвальные обработки, включая глубокое рыхление безотвальными корпусами, плоскорезами, стойками СибИМЭ, чизельными рабочими органами, лишены такого недостатка и обеспечивают дополнительное накопление влаги, уменьшают эрозию почв.

По результатам опытов А.Н. Каштанова [5], по плоскорезной обработке теряется в два раза меньше зимних осадков, чем по вспашке. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы составили: по вспашке – 119 мм, по плоскорезной – 146 мм, т.е. на 27 мм больше. Смыв почвы со стоком талых вод при плоскорезной обработке сокращается в 3–4 раза по сравнению с зяблевой вспашкой. О преимуществах безотвальных, плоскорезных, безплужных и чизельных обработок свидетельствуют данные многих исследователей [6–8].

В условиях Поволжья изучение почвозащитных обработок, выполняемых с оставлением стерни на поверхности поля, выявило их положительную роль в борьбе с засухой и эрозией [9–12 и др.]. Другими авторами накоплен научный материал, свидетельствующий об увеличении стока талых вод по безотвальной и плоскорезной обработке, повышении засорённости посевов, ухудшении азотного питания растений и снижении урожая яровых зерновых культур при её применении на чернозёмных почвах [13–15 и др.].

За сочетание различных способов обработки почвы высказывались многие учёные. По их мнению, сочетание глубоких, мелких и поверхностных, отвальных и безотвальных способов обработки почвы позволяет повысить урожайность сельскохозяйственных культур при сравнительно меньших затратах.

Во всех регионах, в том числе и в Поволжье, почвенно-климатические условия определяют зональные особенности почвозащитных обработок и технологий. В совокупности с засухами, эрозионные процессы создают критическую агроэкологическую ситуацию в природопользовании Пензенской области, что резко сказывается на снижении стабильности сельскохозяйственного производства.

Исследования проводились на склоне юго-восточной экспозиции с уклоном 3–5° в семипольном севообороте: чистый пар – озимая пшеница – овёс+клевер – клевер – клевер – озимая рожь – просо. Опыт заложен методом расщепленных делянок по схеме двухфакторного: фактор А – системы обработки почвы, фактор В – применение гербицидов. В качестве посевного материала использовались просо «Скороспелое 6», клевер «Пензенский», озимая рожь «Саратовская 6», озимая пшеница «Мироновская 808» и овёс «Скакун».

Объектами исследований являются зернопаротравяной севооборот и системы обработки почвы, изучаемые на чернозёмах выщелоченных среднесмытых. В опыте изучалось 7 систем обработки почвы: 1 – вспашка (контроль); 2 – лущение + вспашка; 3 – чизельная обработка; 4 – лущение + чизельная обработка; 5 – поверхностная обработка; 6 – поверхностная обработка + культивация; 7 – нулевая обработка.

В нулевом варианте предусматривался лишь один проход почвообрабатывающих орудий по полю в течение вегетационного периода сельскохозяйственных культур – культивация перед посевом. Повторность опыта трёхкратная. Размер делянок 20×13,5=270 м^2. Всего 294 делянки. Все делянки между собой разделены пятиметровыми, а поля – 15-метровыми защитными полосами. Перед закладкой опытов брали почвенные образцы для агрохимической и агрофизической характеристики опытного участка. На каждом из 7 полей отбирали из 9 точек по 4 образца с глубины: 0–10, 10–20, 20–30, 30–50 см. С наступлением вегетационного периода проводили фенологические и биометрические наблюдения. Влажность почвы в метровом слое через каждые 10 см учитывали весной, после уборки и перед уходом полей в зиму. Уборку проводили с учётом урожая всей площади делянок. Учитывали засорённость на всех вариантах опыта. Определяли структуру урожая сельскохозяйственных культур по вариантам опыта во всех полях и на основании этого учитывали общую продуктивность севооборота.

Перед закладкой опытов были проведены обследования территории путём закладки почвенных разрезов совместно с сотрудниками отдела почвоведения.

В агрохимическом отношении описываемая почва характеризуется показателями, приведенными в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели плодородия почвы в начале ротации севооборота (1993 г.)

Глубина взятия образцов, см	Гумус, %	Валовый азот, %	pH водной суспензии	Кислотность гидролет., мг.экв. /100 г	Сумма обменных оснований, мг-экв./100 г	Степень-насыщ. основан., %	Подвиж. P_2O_5, мг/кг почвы	Обмен. K_2O, мг/кг почвы
0-15	5,23	0,30	6,9	2,21	41,65	95,0	185,5	171,6
15-35	5,63	0,41	7,2	2,46	37,95	93,9	217,3	203,6
35-75	4,18	0,26	6,9	1,09	36,46	97,1	76,5	133,3
75-104	1,19	0,12	7,0	0,91	34,33	97,4	101,0	120,5
104-160	–	–	8,1	0,71	–	–	–	–

Содержание гумуса в пахотном слое составляет 5,4%, вниз по профилю количество его уменьшается постепенно, что характерно для данных почв.

Реакция почвенного раствора в пахотном слое слабо щелочная (pH=6,9), благоприятная для роста и развития большинства сельскохозяйственных культур, по профилю изменяется до щелоч-

ной, в почвообразующей породе (pH=8,1). Сумма обменных оснований равна 41,65 мг-экв. на 100 г почвы.

Степень насыщенности основаниями в верхних горизонтах 95%, а содержание подвижного фосфора и обменного калия, соответственно, 185,5 и 171,6 мг/кг почвы. Такое количество подвижного фосфора и обменного калия на этих почвах считается достаточным для роста и развития растений.

В современных условиях при высоких ценах на энергоносители огромное значение имеют органические вещества, оставляемые культурами в почве после их уборки. Воспроизводство органического вещества в современных системах земледелия должно осуществляться на нормативно-расчётной основе. Это означает, что все статьи прихода-расхода органического вещества в конкретных условиях производства приобретают количественную оценку, что позволяет получить общий конечный результат при применении конкретного агрокомплекса. Для этого нами было изучено влияние различных приёмов основной обработки почвы на накопление корневых и пожнивных остатков различными сельскохозяйственными культурами.

Выявлено, что по количеству органического вещества, оставляемого в почве, полевые культуры значительно различаются. Наибольшее количество органических остатков оставляет после себя клевер за два года использования (103 ц/га), а наименьшее – просо (31 ц/га). Озимые и яровые зерновые по этому показателю занимают среднее положение. На накопление органического вещества большое влияние оказывают различные системы обработки почвы. Исследования показали (таблица 3), что наилучшим вариантом является лущение+чизельная обработка. На этом варианте растения оставляют после себя органические вещества: клевер – 102,2; озимая пшеница – 41,7; озимая рожь – 35,0; овёс – 25,7 и просо – 30,7 ц/га. Наихудшим вариантом оказался «нулевой», где растения оставляют органические остатки меньше на 8,7–23,1% по сравнению с вариантом лущение+чизельная обработка. Из вышесказанного вытекает, что схемы чередования культур в севооборотах должны строиться не по принципу их специализации, а с учётом механизмов трансформации органического вещества, поступающего в почву в виде растительных остатков определённого количества и качества. При этом необходимое качество достигается за счёт изменения соотношения злакового и бобового компонентов севооборотов. Это связано с тем, что в растительных остатках зерновых-колосовых культур содержании азота составляет менее одного процента, тогда как послеуборочные остатки многолетних бобовых трав по своему химическому составу приближаются к естественным фитоценозам.

Таблица 3 – Пожнивные и корневые остатки с/х культур, ц/га

Варианты опыта	Органические остатки	Озимая пшеница	Озимая рожь	Овёс	Просо	Клевер	
						1-го года	2-го года
1. вспашка	пожнивные	12,9	10,9	7,2	8,5	-	13,8
	корневые	28,5	24,3	15,3	21,1	-	53,5
	сумма	41,4	35,2	22,5	29,6	2,0	67,3
2. лущение + вспашка	пожнивные	11,7	11,8	8,0	8,9	-	14,3
	корневые	29,4	30,3	18,1	22,4	-	58,2
	сумма	41,1	42,1	26,1	31,3	24,9	72,5
3. чизельная обработка	пожнивные	11,6	10,8	7,6	8,5	-	14,5
	корневые	28,8	24,0	16,6	20,9	-	59,9
	сумма	40,4	34,8	24,2	29,4	23,8	74,4
4. лущение + чизельная обработка	пожнивные	11,7	10,8	7,9	8,7	-	14,6
	корневые	30,0	24,2	17,8	22,0	-	64,5
	сумма	41,7	35,0	25,7	30,7	26,8	79,1
5. поверхностная обработка	пожнивные	11,6	10,0	7,6	7,8	-	13,5
	корневые	26,1	22,6	16,5	18,4	-	50,4
	пожнивные	37,7	32,6	24,1	26,2	18,1	63,9
6. поверхностная обработка + культивация	пожнивные	11,8	10,2	7,4	8,0	-	14,0
	корневые	26,6	22,9	15,9	19,2	-	54,8
	сумма	38,4	33,1	23,3	27,2	18,9	68,8
7. нулевая обработка	пожнивные	10,8	9,7	7,0	7,6	-	13,2
	корневые	24,2	21,9	14,8	17,3	-	47,3
	сумма	35,0	31,6	21,8	24,9	17,1	60,5

Определение количества органического вещества поступающего в почву в изучаемых различных кормовых севооборотах с корневыми и пожнивными остатками позволили В.Б. Беляку [16] сделать вывод о возможности получения бездефицитного баланса гумуса за счёт растительных остатков, которых поступило от 529,8 до 686,7 ц/га за ротацию.

Наибольшими остатками характеризовались козлятник, многолетние травы и сидеральный донник. Только за одну ротацию удалось увеличить содержание гумуса в почве в сырьевом (летний) севообороте на 0,31%, а в сырьевом (зимний), где травы занимали до 57% площади, содержание гумуса увеличилось до 0,47% по сравнению с исходными данными [16].

Мы в своих севооборотах в структуру посевных площадей включили около 29% многолетних трав. При таком соотношении структуры посевных площадей нет необходимости в дополнительном внесении органических веществ в почву. Пожнивные и корневые остатки зерновых культур плюс два года многолетних трав пополняют величину лабильных органических веществ, способствуют

обновлению гумуса и создают положительный баланс гумуса, несмотря на вынос питательных веществ с урожаем.

В условиях чернозёмов выщелоченных одним из основных факторов, определяющих величину урожая сельскохозяйственных культур, является влага. Установлено, что системы основной зяблевой обработки почвы, способствовавшие лучшему накоплению и сохранению почвенной влаги, оказывали положительное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур. Как видно из данных таблицы 4, системы отвальной, безотвальной, минимальной и «нулевой» обработки оказали неодинаковое влияние на урожайность сельскохозяйственных культур в годы исследований.

Так, урожай озимой пшеницы на варианте лущение+чизельная обработка в среднем за 4 года составил 43,6 кормовых единиц (основная и побочная продукция), тогда как на варианте с нулевой наработкой он был наименьшим и составил 31,3 ц/га к.е. Такая закономерность наблюдается и по другим культурам. Продуктивность одного гектара севооборотного поля в среднем за 4 года составила на вариантах лущение + вспашка и лущение+чизельная обработка соответственно 31,6 и 32,2 ц к.е., тогда как на варианте с нулевой наработкой она составила всего 23,1 ц к.е.

В другом опыте, который проводился на полях ТНВ «Пугачевское», весеннее взятие образцов показало, что плотность почвы пахотного горизонта при обработке почвообрабатывающими орудиями КНК-4,2 составила 1,08 г/см^3; КПК-8 – 1,13 г/см^3. Наиболее уплотнённой была почва при обработке агрегатом ПАУК-6 – 1,24 г/см^3. К моменту уборки зерновых культур отмечалось уплотнение пахотного горизонта на всех вариантах обработок, при этом наибольшее уплотнение отмечено при обработке агрегатом ПАУК-6 – 1,26 г/см^3.

Озимые зерновые лучше развиваются на более плотной почве (1,2 г/см^3). Нами установлено, что после проведения весенних работ (боронование, культивация, посев, прикатывание) верхний слой почвы 0–10 см (при применении орудий КПК-8, КНК-4,2 и ПАУК-6 значительно различался по вариантам (табл. 5).

По результатам наших исследований, плотность сложения пахотного слоя почвы при применении различных почвообрабатывающих агрегатов не выходила за рамки оптимальной величины.

Не менее важным показателем, характеризующим мелиоративное состояние почвы, является пористость. Она изменяется в довольно широких пределах, особенно в верхних горизонтах почвы, и зависит от степени оструктуренности, количества органического вещества, поступающего в почву с удобрениями, от степени и длительности увлажнения почвы. В окультуренных пахотных чернозёмах она изменяется в интервале от 50 до 65%. Величина общей пористости ниже 50% неудовлетворительна для пахотного горизонта.

Таблица 4 – Урожайность и продуктивность сельскохозяйственных культур, среднее за 4 года, ц/га

Варианты	Культура	Зерно, сено	Солома	К. е.	Протеин
1. вспашка	озимая пшеница	25,2	39,8	38,6	3,75
	озимая рожь	25,7	45,5	40,4	2,82
	овёс	13,3	15,1	18,0	0,98
	просо	17,6	22,9	26,3	2,00
	клевер 1 г. п.	47,4	–	25,5	3,89
	клевер 2 г. п.	38,5	–	20,0	3,02
2. лущение + вспашка	озимая пшеница	27,5	42,7	42,1	3,93
	озимая рожь	27,4	49,2	43,0	3,01
	овёс	16,1	18,2	21,7	1,19
	просо	19,3	25,2	28,8	2,19
	клевер 1 г. п.	62,9	–	32,0	4,98
	клевер 2 г. п.	43,2	–	22,5	3,40
3. чизельная обработка	озимая пшеница	26,6	40,9	40,5	3,96
	озимая рожь	25,2	44,7	39,5	2,72
	овёс	14,6	16,5	19,7	1,08
	просо	17,4	24,3	26,0	1,98
	клевер 1 г. п.	59,5	–	30,9	4,71
	клевер 2 г. п.	44,9	–	23,3	3,53
4. лущение + чизельная обработка	озимая пшеница	28,3	45,3	43,6	4,22
	озимая рожь	25,5	45,1	40,0	2,82
	овёс	15,8	17,9	21,3	1,14
	просо	18,7	24,7	28,1	2,13
	клевер 1 г. п.	38,9	–	35,9	5,46
	клевер 2 г. п.	46,5	–	24,3	3,66
5. поверхностная обработка	озимая пшеница	22,6	35,6	34,7	3,38
	озимая рожь	22,8	39,8	35,4	2,47
	овёс	14,5	16,9	19,5	1,07
	просо	14,2	18,6	21,3	1,60
	клевер 1 г. п.	41,6	–	21,6	3,30
	клевер 2 г. п.	35,4	–	18,4	2,78
6. поверхностная обработка + культвация	озимая пшеница	23,1	36,7	35,7	3,46
	озимая рожь	23,3	41,1	36,6	2,54
	овёс	13,9	14,5	17,2	0,94
	просо	15,2	19,8	22,6	1,70
	клевер 1 г. п.	44,1	–	22,9	3,50
	клевер 2 г. п.	39,8	–	20,7	3,16
7. нулевая обработка	озимая пшеница	20,5	31,0	31,3	3,05
	озимая рожь	21,6	37,3	33,7	2,38
	овёс	12,8	14,5	17,3	0,94
	просо	12,9	16,6	19,2	1,46
	клевер 1 г. п.	38,5	-	20,0	3,39
	клевер 2 г. п.	32,3	-	16,8	2,54

Таблица 5 – Агрофизические свойства почвы в зависимости от способов обработки почвы под озимой пшеницей

Варианты опыта	Слой почвы, см	Плотность сложения, г/см^3		Общая скважность, %		Аэрация, %	
		отрастание	уборка	отрастание	уборка	отрастание	уборка
КПК-8	0–10	1,02	1,14	60,2	55,5	37,6	33,6
	10–20	1,17	1,18	54,3	53,9	28,3	27,8
	20–30	1,20	1,25	53,1	51,2	26,5	23,6
	0–30	1,13	1,19	55,9	53,5	30,8	27,2
КНК-4,2	0–10	0,96	1,03	62,5	59,8	41,2	37,0
	10–20	1,11	1,12	56,6	56,3	32,0	31,5
	20–30	1,17	1,18	54,3	53,9	28,3	27,8
	0–30	1,08	1,11	57,8	56,6	33,8	32,1
ПАУК-6	0–10	1,17	1,21	54,3	52,7	28,3	26,0
	10–20	1,22	1,25	52,3	51,2	25,2	23,6
	20–30	1,33	1,32	48,0	48,4	18,5	19,3
	0–30	1,24	1,26	51,6	50,8	24,1	23,0

Величина общей пористости независимо от предпосевных обработок была оптимальной, и находилась в пределах 51,6–57,8% весной и 50,8–56,6% осенью.

Не менее важной характеристикой пористости почвы является величина её аэрируемой части, т.е. той части пористости, которая заполнено воздухом. Для пахотных угодий оптимальной является пористость аэрации не менее 15% от общего объёма пор.

В начале вегетации наибольшее содержание фракций размером 0,25–10 мм в слое 0–30 см отмечалось на вариантах, обработанных КПК-8 и КНК-4,2 – 65,7 и 69,1%.соответственно. К уборке применение этих же орудий сохранило 62,5 и 64,6% агрономически ценных агрегатов, что больше, чем после обработки агрегатом ПАУК-6 (табл. 6).

При использовании шкалы оценки структурного состояния почв определено, что содержание агрегатов размером 0,25–10 мм в слое 0–10 см на вариантах с применением КПК-8 и КНК-4,2 за время вегетации характеризуются как хорошие (коэффициент структурности весной составил соответственно 3,06 и 3,7, а ко времени уборки – 2,75 и 2,85). При обработке орудием ПАУК-6 коэффициент структурности был 1,50.

Изучение агрегатного состава почв в пахотном слое (0–30 см) показало улучшение структурного состояния при обработке агрегатом КНК-4,2 до категории хороших, где коэффициент структурности составил 2,19, в то время как при применении орудий КПК-8 и ПАУК-6 коэффициент структурности был ниже и составил 1,66 и 1,03, соответственно.

Таблица 6 – Содержание агрегатов 0,25–10 мм в % от массы воздушно-сухой почвы

Агрегат	Слой почвы, см	В начале вегетации				В конце вегетации			
		Размеры агрегатов, мм			Коэф. структурности	Размеры агрегатов, мм			Коэф. структурности
		>10	10-0,25	<0,25		>10	10-0,25	<0,25	
КПК-8	0-10	20,1	78,4	4,5	3,06	24,6	73,4	3,0	2,75
	10-20	34,2	63,0	2,8	1,70	37,3	59,6	3,1	1,53
	20-30	39,1	58,6	2,3	1,42	41,3	55,3	3,3	1,31
	0-30	31,1	65,7	3,2	1,92	34,4	62,5	3,1	1,66
ПАУК-6	0-10	37,3	60,0	2,7	1,50	39,8	56,9	3,3	1,72
	10-20	43,1	54,9	2,0	1,22	45,2	51,4	3,4	1,06
	20-30	44,8	54,2	1,0	1,18	46,2	50,0	3,8	1,00
	0-30	41,7	56,4	1,9	1,29	45,7	50,8	3,5	1,03
КНК-4,2	0-10	16,8	78,5	4,7	3,70	22,6	74,0	3,4	2,85
	10-20	32,3	65,0	2,7	1,86	34,8	61,6	3,6	2,32
	20-30	34,2	63,8	2,0	1,76	37,9	58,3	3,8	1,40
	0-30	27,8	69,1	3,13	2,44	31,8	64,6	3,6	2,19

В наших исследованиях значительной разницы при применении почвообрабатывающих орудий, в количестве запасов доступной влаги в слое 0–20 см и метровом слое почвы под озимой пшеницей в процессе прохождения фаз онтогенеза не было (табл. 7).

Таблица 7 – Содержание доступной влаги после применения различных почвообрабатывающих орудий, мм

Способ основной обработки	Фаза развития					
	перед посевом		весеннее кущение		полная спелость	
	0–20	0–100	0–20	0–100	0–20	0–100
КПК-8	47,6	166,7	43,6	239,9	54,3	152,6
КНК-4,2	47,8	165,5	42,2	237,0	54,6	156,7
ПАУК-6	46,4	163,4	44,6	233,3	53,8	148,8

Ко времени уборки в метровом слое при применении почвообрабатывающих агрегатов КПК-8, КНК-4,2 и ПАУК-6 содержание влаги снизилось за время вегетации за счёт потребления растениями и физического испарения и составило 152,6; 156,6; и 148,8 мм, соответственно.

Использование любого агротехнического мероприятия, в том числе зяблевой обработки почвы, сопровождается значительными затратами энергии. Следовательно, необходимо знать, как эти затраты окупаются урожаем, и стремиться к их минимизации.

В наших исследованиях расчёт энергетической эффективности проводился путём сопоставления двух величин: затрат антропо-

генной энергии, израсходованной на обработку почвы, посев, выращивание, уборку, переработку продукции, и количества энергии, накопленной с урожаем сельскохозяйственных культур севооборота.

Другими словами, важнейшим критерием оценки различных технологий обработки почв является их энергетическая эффективность, показывающая отношение накопленной с урожаем энергии к совокупным энергетическим затратам на его производство. Необходимо отметить, что главные резервы экономии энергетических ресурсов в современном земледелии находятся в рациональном использовании минеральных удобрений и топлива. В наших опытах не применялись органические и минеральные удобрения, при использовании которых затраты энергии возрастают. Для расчёта энергетической эффективности изучаемых систем зяблевой обработки почв использовали методику Г.А. Булаткина [17], а также методику Г.С. Посыпанова и В.Е. Долгодворова [18], основанную на нормативных энергозатратах и содержании энергии в урожае.

Таблица 8 – Энергетическая оценка различных систем обработки почвы в севообороте

Варианты опыта	Продуктивность, к.е.	Валовая энергия, тыс. мДж	Совокупные затраты, тыс. мДж	Энергетический коэффициент
Вспашка	28,1	56,4	10,9	4,2
Лущение+вспашка	31,6	64,3	14,6	3,4
Чизельная обработка	29,9	60,6	10,7	4,7
Лущение+чизельная обработка	32,2	65,4	11,2	4,8
Поверхностная обработка	25,2	50,1	10,0	4,0
Поверхн.обработка+культивация	26,0	52,6	10,2	4,1
Нулевая обработка	23,1	44,7	9,3	3,8

Как видно из данных таблицы 8, наиболее энергетически эффективными являются варианты (чизельная обработка и лущение + чизельная обработка), где накопление энергии с урожаем превышало затраченную на его производство в среднем за 4 года в 4,7–4,8 раза. Вариант, где почва не обрабатывалась (нулевой), характеризовался как менее энергетически эффективный. Это связано, в первую очередь, со значительным снижением урожайности сельскохозяйственных культур на этом варианте, где накопление энергии по сравнению с наилучшими вариантами было ниже на 19–21%, хотя затраты на проведение обработок было значительно меньше.

Анализ результатов по определению энергетической эффективности изучаемых систем зяблевой обработки почвы показал, что

снижение затрат на зяблевую обработку ведёт к уменьшению накопленной с урожаем энергии.

Результаты экономической оценки изучаемых агроприёмов показали, что производство зерна озимой пшеницы на выщелоченных чернозёмах рентабельно (табл. 9).

Таблица 9 – Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы в зависимости от способов предпосевной обработки почвы

Вариант	Урожайность, т/га	Стоимость урожая, тыс. руб/га	Затраты, тыс. руб./га	Условно-чистый доход, тыс. руб/га	Себестоимость, руб.	Уровень рентабельности, %
КПК-8	3,23	19,38	3,48	15,90	1,08	457
КНК-4,2	3,12	18,72	3,52	15,20	1,13	432
ПАУК-6	3,03	18,18	3,98	14,20	1,31	357

Минимализированная обработка почвы, применяемая в условиях ТНВ «Пугачевское» Мокшанского района, способствует снижению затрат до 3,48–3,98 тыс. руб./га, при этом себестоимость продукции составила 1,08–1,31 руб., уровень рентабельности 357–457%.

Литература

1. Шабаев, А.И. Пути совершенствования почвозащитного земледелия на эрозионноопасных землях Поволжья / А.И. Шабаев // Почвоводоохранное земледелие в Поволжье. – Саратов, 1985. – С. 3–19.

2. Трегубов, П.С. Борьба с эрозией почв в Нечерноземье / П.С. Трегубов, Н.В. Зверхановский // Л.: Колос. – 1981. – 160 с.

3. Кибурис, Б. Противоэрозионная вспашка холмов / Б. Кибурис // Земледелие. – 1971. – № 11. – С. 15–16.

4. Годунов, И.М. Создание земляных валов и содержание их в рабочем состоянии / И.М. Годунов, Н.С. Левчук, Н.Н. Нагорный // Земледелие. – 1980. – № 3. – С. 32–33.

5. Каштанов, А.Н. Научные основы защиты почв от эрозии и дефляции в Западной Сибири / Каштанов А.Н. // Диссер. докт. с.-х. наук. – Барнаул, 1975. – 341 с.

6. Мальцев, Т.С. Вопросы земледелия / Т.С. Мальцев // М.: Колос. – 1971. – 391 с.

7. Бараев, А.И. Основная и предпосевная обработка почвы / А.И. Бараев, И.Г. Зинченко // Почвозащитное земледелие. – М., 1975. – С. 126–167.

8. Моргун, Ф.Т. Почвозащитное безплужное земледелие / Ф.Т. Моргун, Н.К. Шикула // М.: Колос. – 1984. – 279 с.

9. Петров В.М. Принципы формирования ландшафтных систем земледелия / В.М. Петров // Пути решения проблем повышения адаптив-

ности, продуктивности и качества зерновых и кормовых культур. – Самара, 2003. – С. 125–126.

10. Шабаев, А.И. Ресурсосберегающие технологии и технические средства по выращиванию пшеницы в засушливых условиях Поволжья / А.И. Шабаев, Ю.Ф. Курдюков, М.Н. Панасов, В.В. Покровский // Пути решения проблем повышения адаптивности, продуктивности и качества зерновых и кормовых культур. – Самара, 2003. – С. 172-179.

11. Шугуров, А.И. Технология больших возможностей / А.И. Шугуров. – Пенза, 2003. – 37 с.

12. Немцов, С.Н. Почвозащитная обработка на склоне и урожай / С.Н. Немцов // Актуальные вопросы земледелия на современном этапе развития сельского хозяйства. – Пенза, 2004. – С. 156–157.

13. Корчагин, В.А. Особенности пищевого режима и эффективность удобрений при плоскорезной обработке почвы на обыкновенных черноземах Среднего Заволжья / В.А. Корчагин, В.П. Кузина, В.Н. Новиков // Обработка почвы в степном Заволжье. – Куйбышев, 1980. – С. 65–72.

14. Кафарена, В.И. Особенности применения почвозащитной технологии в степных районах Поволжья / В.И. Кафарена, Ю.Ф. Курдюков, И.П. Моторыгин и др. // Почвоводоохранное земледелие в Поволжье. – Саратов, 1985. – С. 44–61.

15. Косачев, А.М. Системы основной обработки в севооборотах засушливой черноземной степи Поволжья / А.М. Косачев, З.М. Азизов // Актуальные вопросы земледелия на современном этапе развития сельского хозяйства. – Пенза, 2004. – С. 144–145.

16. Беляк, В.Б. Интенсификация кормопроизводства биологическими приёмами / В.Б. Беляк // Пенза: изд-во ПТИ, 1998. – 181 с.

17. Булаткин, Г.А. Эколого-энергетические проблемы оптимизации продуктивности агросферы / Г.А. Булаткин // Пущино: АН СССР, Пущинский научный центр, 1991. – 41 с.

18. Посыпанов, Г.С., Энергетическая оценка технологии возделывания полевых культур / Посыпанов Г.С., Долгодворов В.Е. – М.: Изд-во МСХА, 1995 – 22 с.

———

УДК 631.51.01:631.43:631.445.4(292.485):(470.4)

АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ВОДООХРАННЫЕ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ЧЕРНОЗЁМАХ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

З.А. Кирасиров

В статье представлены материалы исследований по эффективности способов основной обработки почвы под сельскохозяйственные культуры и их влияние на агрофизические свойства и водный режим. По результатам исследований предложены ресурсосберегающие способы обработки почвы в зернотравяном севообороте, а также приводятся данные, характеризующие влияние этих обработок на структурно-агрегатный состав и плотность сложения почвы.

С точки зрения сельского хозяйства, снижающиеся доходы от продаж вынуждают к рационализаторским мероприятиям, в частности в области обработки почвы, требующей больших финансовых, энергетических и временных затрат. В связи с этим возникает вопрос об интенсивности обработки почвы, который соответствует как экологическим требованиям общественности, так и экономическим интересам сельхозпредприятия.

Обработка почвы – один из важнейших элементов системы земледелия, она также является фактором антропогенного воздействия на почву, призванным решить ряд задач, связанных с техникой возделывания культурных растений.

Обработка почвы, изменяясь и совершенствуясь, продолжает выполнять те же функции, что и в первоначальный период развития земледелия. Несмотря на её почвозащитную направленность на современном этапе, она продолжает оставаться одним из наиболее мощных средств влияния на почву, а с позиций функционирования экосистемы – наиболее негативным фактором антропогенного характера.

С обработкой почвы связано развитие процессов водной и ветровой эрозии и других негативных последствий. И вместе с тем, создание благоприятных для культурных растений условий на современном этапе невозможно без обработки почвы. Вопрос состоит в том, чтобы, используя современные научные подходы в области обработки, создать условия для стабилизации или даже для улучшения экологической ситуации.

По результатам проведённых исследований приводятся данные, характеризующие влияние изучаемых систем обработки почвы на структурно-агрегатный состав и плотность сложения почвы в зернопаротравяном севообороте: чистый пар – озимая пшеница – овёс + клевер – клевер – клевер – озимая рожь – просо.

Исследовались семь вариантов обработки почвы, которые предусматривают применение:

а) систем отвальной зяблевой обработки;

б) систем безотвальной зяблевой обработки;

в) минимализированной обработки;

г) нулевой обработки.

Вопросами влияния различных систем основной обработки на изменения показателей плодородия почв в различных почвенно-климатических условиях занимались многие исследователи.

Изучение физических свойств почвы необходимо для успешного возделывания сельскохозяйственных культур. При разработке систем основной обработки одним из основных показателей являются физические свойства почвы.

Крупный вклад в изучение агрофизических свойств почвы был внесён Н.А. Качинским, Н.В. Ревутом [1, 2]. В Поволжье эти вопросы широко изучались В.А. Корчагиным, И.А. Чудановым, Г.И. Казаковым, Н.С. Немцовым и др. [3–7]. В многочисленных исследованиях была выявлена важная роль агрофизических свойств, возможность их направленного изменения в целях повышения плодородия почвы и создания оптимальных условий для роста и развития сельскохозяйственных культур.

Главным показателем агрофизического состояния является плотность сложения, выражающаяся через объёмную массу или общую пористость и структурность. Плотность и структурность обуславливают водный, воздушный, тепловой режимы почвы.

Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что различные приёмы обработки и применяемые при этом машины и механизмы оказывают заметное влияние на строение почвы.

Осенью 1994 г. проведена обработка почвы по вариантам и введено первое поле севооборота с озимой пшеницей. Нами проведены определения плотности почв пахотного и подпахотного слоев в 1994–2000 гг. Определение плотности сложения почвы осенью 1994 г. под посев озимых культур показало, что верхняя часть слоя (0–10 см) имела оптимальные величины сложения (0,99–1,14 г/см3), нижняя часть пахотного слоя (10–20 см) выделялась уплотнением от 1,17 до 1,31 г/см3 в вариантах с поверхностной обработкой.

Определение плотности весной 1995 г. подчёркивает разрыхляющее действие процессов замораживания и оттаивания почвы. В этот период на всех уровнях сложение почвы имело оптимальное значение (табл. 1). А в течение вегетационного периода на вариантах с минимальной обработкой почв произошло небольшое уплотнение, главным образом, во второй части пахотного слоя от 1,25 до 1,27 г/см3.

Таблица 1 – Динамика плотности сложения почвы в севообороте в зависимости от способов основной обработки (г/см3)

Годы	Культуры севооборота	Глубина, см	Варианты обработки			
			вспашка	чизельная обработка	поверхностная обработка	безотвальная обработка
1994	пар чистый	0–10	0,99	1,02	0,97	1,05
		10–20	0,98	1,06	1,14	1,09
		20–30	1,10	1,01	1,09	1,10
		0–30	1,02	1,03	1,07	1,08
1995	озимая пшеница	0–10	1,07	1,10	1,05	1,11
		10–20	1,13	1,14	1,20	1,22
		20–30	1,20	1,16	1,22	1,24
		0–30	1,13	1,13	1,16	1,19
1996	овёс + клевер	0–10	1,09	1,08	1,04	1,10
		10–20	1,14	1,11	1,25	1,28
		20–30	1,21	1,19	1,28	1,35
		0–30	1,15	1,13	1,19	1,24
1997	клевер первого года использования	0–10	1,17	1,19	1,16	1,20
		10–20	1,25	1,21	1,29	1,30
		20–30	1,31	1,27	1,34	1,35
		0–30	1,24	1,22	1,26	1,28
1998	клевер второго года использования	0–10	1,20	1,20	1,18	1,21
		10–20	1,30	1,25	1,30	1,31
		20–30	1,33	1,28	1,35	1,37
		0–30	1,27	1,24	1,28	1,30
1999	озимая рожь	0–10	1,17	1,15	1,10	1,12
		10–20	1,20	1,17	1,24	1,26
		20–30	1,23	1,19	1,30	1,33
		0–30	1,20	1,17	1,21	1,25
2000	просо	0–10	1,20	1,19	1,20	1,22
		10–20	1,23	1,20	1,25	1,30
		20–30	1,27	1,25	1,30	1,35
		0–30	1,23	1,21	1,25	1,29

Определение плотности сложения почвы летом в 1997 г. показало следующие изменения: произошло уплотнение сложения почв под люцерной 2-го года использования от 1,17 до 1,25 г/см^3 в верхней части пахотного слоя. Ещё больше уплотнилась почва второй части пахотного слоя – 1,28–1,41 г/см^3. Общая тенденция уплотнения сказалась также и в подпахотном слое – 1,18–1,28 г/см^3.

Под зерновыми и крупяными культурами такого уплотнения не произошло, хотя общая тенденция уплотнения нижней части пахотного слоя сохраняется во всех вариантах обработки почв.

Математическая обработка данных 1997 г. (дисперсионный анализ) проводилась по трём факторам: влияние культур, варианты обработки почв и изменение по глубинам.

Существенных различий на 5%-ном уровне значимости не обнаружено только между различными вариантами обработки. Между культурами различия достоверны, также имеются существенные различия по глубинам пахотного и подпахотного слоев. В 1998 г. после распашки люцерны была посеяна озимая пшеница (поле 2). Определения плотности сложения почв осенью показали на достоверное уплотнение второй части пахотного слоя в вариантах минимальной и нулевой обработки почв до 1,21–1,25 г/см^3.

Таким образом, изучение динамики плотности сложения почв при различных вариантах обработки показало сезонное уплотнение нижней части пахотного слоя в вариантах с минимальной и нулевой обработкой почв. Однако, это уплотнение не «наследовалось» в последующем году из-за разуплотняющего действия процессов замораживания и оттаивания. Поэтому уплотнение не достигало плотности сложения «плужной подошвы» и не являлось основой снижения продуктивности почв под многолетними травами. В то же время урожайность озимой пшеницы на минимальном и нулевом вариантах обработки достоверно снижалась.

Структурность считается одним из ведущих факторов, регулирующих физическое состояние почвы. Однако в литературе встречаются различные точки зрения о влиянии способов основной обработки почвы на агрегатный состав пахотного слоя. Многочисленные исследователи указывают, что для повышения плодородия почвы и интенсификации растениеводства одним из важнейших факторов является правильный севооборот с оптимальным набором и чередованием культур и эффективной системой обработки и удобрений. Снижение плодородия почвы при интенсивной её обработке ослабляет прочность почвенных агрегатов, а увеличение органического вещества в верхнем горизонте при безотвальной обработке способствует улучшению структуры почвы.

Изучение агрегатного состава почв показало удовлетворительное структурное состояние почв во всех вариантах. В слое 0–10 см коэффициент структурности имел вариации от 1,10 до 1,37. Во второй части пахотного и в подпахотном слоях коэффициент структурности в основном низкий – от 0,29 до 0,66. В отдельных случаях наблюдались отклонения до 0,90–1,15, то есть исходное структурное состояние почв этих горизонтов в основном было неудовлетворительное. Изучение агрегатного состава почв первого поля показало улучшение агрегатного состава поверхностного слоя почв 0–10 см до категории хороших, то есть коэффициент структурности (Кс) увеличился до 1,58–2,38.

Также улучшилось структурное состояние нижних слоев пахотного и подпахотного до категории «удовлетворительное», иногда – «хорошее». При сравнении вариантов обработки почв лучшими оказались: вспашка, лущение + вспашка и лущение + чизельная обработка.

Определение агрегатного состава на 4 и 6 полях показало сходную тенденцию: улучшение структурного состояния в поверхностном слое (0–10 см) до величин Кс 1,55–2,50. Вместе с тем отмечались и одиночные высокие величины Кс в подпахотном слое (30–40 см) – 2,65 и 4,07, – что, возможно, объясняется приближением к поверхности унаследованного от естественного развития хорошо оструктуренного горизонта A_1 в результате воздействия эрозионных процессов.

Изучение агрегатного состава на поле 2 (озимая пшеница после клевера) показало значительное улучшение структурного состояния поверхностного слоя (0–10 см). Коэффициент структурности увеличился в основном от 1,99 до 4,20, что означает хорошее структурное состояние. Иногда величина Кс возрастала до 7,4 (вариант 1). Вместе с тем, изредка отмечалась хорошая структура в подпахотных горизонтах до 3,97–5,08 величин Кс, что также можно объяснить приближением недеградированного горизонта A_1 к дневной поверхности в результате эрозионных процессов.

В течение 4 лет нами проведены исследования действия различных способов обработки (отвальная и безотвальная) и различных севооборотов (зерновой и зернотравяной) на агрофизические свойства чернозёма выщелоченного.

В наших исследованиях на плотность почвы слабовыщелоченных чернозёмов существенное влияние оказывали варианты обработки. К тому же сами культуры оказывают также неодинаковое влияние на агрофизическое состояние почв. Полученные нами результаты свидетельствуют, что плотность пахотного слоя весной была оптимальной для всех культур.

Плотность почвы под голозёрным овсом в чистых посевах существенно отличалась по своему влиянию на плотность сложения пахотного горизонта, особенно в слоях 10–20 и 20–30 см. В начале весенней вегетации более рыхлое сложение пахотного горизонта отмечалось на вариантах, обработанных плугом с отвалом: плотность составляла 0,98–1,01 г/см^3 в слое 0–10 см, 1,05–1,07 см^3 в слое 10–20 см и 1,07–1,09 г/см^3 в слое 20–30 см, а при безотвальном рыхлении – соответственно 1,05–1,07 г/см^3, 1,10–1,12 г/см^3 и 1,13–1,15 г/см^3.

Плотность почвы в начале весенней вегетации под кормовыми бобами в зерновом севообороте составляла 1,09–1,10 при безотвальном рыхлении и 1,07–1,08 г/см^3 на отвальной обработке, ко

времени уборки почва уплотнилась до 1,10–1,12 и 1,09–1,14 г/см^3 соответственно.

Так, предшественники озимой пшеницы и способы основной обработки оказывают различное воздействие на величину плотности почвы и её пористость. В зерновом севообороте после зернобобовых на зерно в качестве предшественника, при безотвальном рыхлении плотность почвы в пахотном слое составила 1,12 г/см^3 при применении предпосевного боронования + культивация, а при двухкратном бороновании – 1,13 г/см^3. Применение отвальной обработки снижает данный показатель на 0,12 г/см^3.

Плотность почвы под ячменём в зерновом и зернотравяном севооборотах, предшественником которого была озимая пшеница, особых различий не имела. При безотвальном рыхлении она составила 1,06–1,09 г/см^3 и 1,03–1,04 г/см^3, на отвальной обработке 1,04–1,06 г/см^3 и 1,05–1,07 г/см^3 соответственно. Более рыхлая плотность почвы наблюдалась в посевах клевера 1 года пользования на отвальной обработке и составила 1,0–1,01 г/см^3, применение безотвального рыхления приводит к уплотнению пахотного слоя до 1,10–1,11 г/см^3.

В посевах голозёрного овса с подсевом клевера плотность сложения почвы составила 1,10–1,12 при безотвальном рыхлении и 1,05–1,06 г/см^3 на отвальной обработке.

В зернотравяном севообороте под озимой пшеницей после клевера 1 года пользования плотность пахотного слоя составила при безотвальном рыхлении 1,06–1,07 г/см^3 и отвальной обработке 1,02–1,04 г/см^3. В зерновом и зернотравяном севообороте отмечалась тенденция к увеличению объёмной массы слоя 10–20 см по сравнению со слоем 0–10 см как в начале вегетации растений, так и перед уборкой.

Ко времени уборки культур существенного уплотнения почвы в пахотном слое не произошло, за исключением посевов голозёрного овса с подсевом клевера и клевера 1 года пользования, где плотность составила 1,15–1,16 г/см^3 при безотвальном рыхлении и 1,14–1,15 г/см^3 на отвальной обработке.

Различия по влажности и плотности почвы обусловили различную общую пористость и пористость аэрации её пахотного слоя.

Установлено, что способы основной обработки существенно влияли на изменение общей пористости пахотного слоя (0–30 см) слабовыщелоченных чернозёмов. Так, на отвальной обработке она была выше, чем при безотвальном рыхлении зяби, и составила при посеве сельскохозяйственных культур 56,0–60,6% в зерновом севообороте и 56,3–61,0% в зернотравяном, в период уборки 54,8–59,9% в зерновом севообороте и 54,5–58,9% в зернотравяном.

Не менее важной характеристикой пористости почвы является величина её аэрируемой части, т.е. той части пористости, которая заполнена воздухом. Для пахотных угодий оптимальной является пористость аэрации не менее 15% от общего объёма пор в почве.

Одним из важнейших элементов плодородия почвы является её структурное состояние, т.к. с ней тесно связаны многие агрофизические свойства почвы.

Агрегатный состав или макроструктура почв, представляет собой размеры агрегатов от 0,25 до 10 мм и является ценной с агрономической точки зрения, т. к. она оказывает положительное влияние на целый ряд свойств и режимов почв [8]. Поэтому разрабатываемая система обработки почвы для возделывания любой культуры должна решать, прежде всего, вопросы сохранения и восстановления агрономически ценной структуры.

По всем вариантам опыта в пахотном слое общее количество агрономически ценных агрегатов с глубиной уменьшается на 1,3–5,2% и увеличивается рост доли комковатой фракции >10 мм.

Применение различных способов основной обработки почвы оказывает определённое влияние на агрегатный состав.

Так, структурный анализ почвы при возделывании озимой пшеницы в зерновом и зернотравяном севооборотах в зависимости от способов обработки почвы показал, что изучаемые системы создавали благоприятные сложение по всем вариантам обработки.

В годы исследований количество агрегатов размером 0,25–10 мм в пахотном слое составляло не менее 54,7% по всем вариантам обработки. Существенных различий в содержании агрегатного состава по разным предшественникам не наблюдалось. Агрегатов в диаметре более 10 мм при безотвальном рыхлении и отвальной обработке насчитывалось более 30%. Так, в зерновом и зернотравяном севооборотах по отвальной обработке этот показатель варьировал от 30,8% до 35,3%, а по безотвальному рыхлению – от 31,9% до 37,3%. Содержание микроагрегатов при безотвальном рыхлении и отвальной обработке находилось в пределах 2,3–11,1%.

В чистых посевах в зерновом севообороте под голозёрным овсом количество глыбистых фракций при безотвальном рыхлении составило 37,0%, а на отвальной обработке – 35,0%, в зернотравяном севообороте с подсевом клевера количество глыбистых фракций снизилось на 1,7–2,4%.

Структурный анализ почвы при возделывании ячменя в зерновом и зернотравяном севооборотах показал, что при безотвальном рыхлении количество глыбистых фракций было больше по сравнению с вспашкой на 4,9–5,1%.

По клеверу 1 года пользования глыбистой фракции в пахотном слое при безотвальном рыхлении было больше на 3,0% по сравнению с вспашкой.

Коэффициент структурности в слое (0–30 см) на отвальной обработке под сельскохозяйственными культурами составил 1,34–1,83, при безотвальном рыхлении – 1,24–1,80.

Коэффициент структурности в пахотном слое при возделывании ячменя наибольшим был на отвальной обработке и составил 1,34–1,43%, при безотвальном рыхлении – 1,21–1,24%, при возделывании клевера 1 года пользования коэффициент структурности варьировал от 1,38 до 1,56%.

Таким образом, анализ структурного состояния почвы за годы исследований показывает, что при применении безотвального рыхления количество глыб более 10 мм в диаметре в пахотном слое почвы по всем предшественникам больше и находится в пределах 31,9–37,3%.

Приёмы основной обработки почвы, изменяя структуру сложения характер её поверхности, оказывают большое влияние на накопление и сохранение осенне-зимних и весенних осадков.

В начале вегетационного периода запас доступной влаги при применении обработок в зерновом и зернотравяном севооборотах под культурами составил в слое 0–30 см 50,7–54,6 и 54,1–56,5 мм, соответственно, а в метровом слое – 195,6–194,1 и 196,2–198,4 мм.

Применение безотвальной обработки по сравнению с традиционной вспашкой весной обеспечивает незначительное повышение запаса почвенной влаги в севооборотах: на 2,4–3,4 мм в пахотном слое и на 4,6–6,3 мм в метровом за счёт максимального сохранения стерни на поверхности почвы для накопления снега и влагозарядки. За счёт создания стерневой мульчи смягчается механическое воздействие на почву и стабилизируется повышение запаса почвенной влаги.

Наименьшее количество доступной влаги в метровом слое (150,4–153,0 мм) содержалось на посевах клевера 1-го года пользования.

Ко времени уборки содержание влаги снизилось по всем обработкам под всеми культурами за счёт потребления растениями и физического испарения.

В практике земледелия велико значение агротехнических мероприятий, способствующих более мощному развитию как надземной массы, так и корней растений. Работы многих авторов показывают, что у всех полевых культур основная масса корней сосредоточена в поверхностном слое почвы.

В течение ряда лет мы изучали влияние предпосевных обработок почвы культиватором КНК-4 (культиватор навесной комбини-

рованный) в сравнении с культиваторами КПС-4,2 и КПЭ-3,8 при возделывании яровой пшеницы.

Плотность почвы в период посева в слое 0–30 см в среднем за два года составила 1,07–1,09 г/см^3, при этом существенных различий между вариантами предпосевной обработки не выявлено. К уборке зерновых культур отмечалось разуплотнение пахотного горизонта на вариантах обработанных КНК и КПЭ, плотность почвы находилась в пределах 0,89–0,94 г/см^3 в слое 0–10 см; 1,04–1,06 г/см^3 в слое 10–20 см и 1,16–1,17 г/см^3 в слое 20–30 см. Величина общей пористости, независимо от предпосевных обработок, была оптимальной и находилась в пределах 52,0–64,1% весной и 53,6–65% осенью.

Структурно-агрегатный состав почвы определяли методом сухого рассеивания. Применение почвообрабатывающих орудий – КНК, КПЭ, КПС создавали благоприятное сложение пахотного слоя. Количество агрегатов размером 0,25–10 мм было не менее 52% по всем вариантам обработки. В начале вегетации наибольшее содержание фракций размером 0,25–10 мм в слое 0–10 см отмечалось на вариантах, обработанных КНК и КПЭ – 64,7 и 66,2%, соответственно. Ко времени уборки применение почвообрабатывающего орудия КНК сохранило 63,4% агрономически ценных агрегатов, что на 5,2 и 9,4% больше, чем после обработки КПЭ и КПС.

При выращивании озимой пшеницы установлено, что верхний слой почвы (0–10 см) при применении орудий КПС, КПЭ и КНК значительно различался по вариантам. Объёмный вес на вариантах с обработками КПС и КПЭ составил 1,11–1,18 г/см^3, более рыхлая почва была при применении КНК – 1,07 г/см^3. Ко времени уборки почва незначительно уплотнилась на всех вариантах из-за иссушения почвы. Динамика сложения почв в зависимости от обработок ко времени уборки показала, что почва в слое 0–30 см находилась по всем вариантам в равновесном состоянии. Величина общей пористости, независимо от предпосевных обработок, была оптимальной и находилась в пределах 51,8–56,5% весной и 51,8–53,5% осенью.

Изучаемые почвообрабатывающие орудия создавали благоприятное сложение пахотного слоя. Количество агрегатов 0,25–10 мм в пахотном слое было 50% по всем вариантам обработки. Общее количество агрономически ценных агрегатов уменьшается с глубиной на 4,3–4,5%, при этом увеличивается рост доли комковатой фракции >10 мм. Изучение агрегатного состава почв в слое (0–10 см) показало улучшение структурного состояния при обработке КНК до категории хороших: коэффициент структурности составил 2,10, в то время как при применении орудий КПС и КПЭ он был ниже и составлял 1,68 и 1,61, соответственно.

При возделывании ячменя и овса нами исследовались агрофизические свойства почвы при предпосевной культивации комбинированными орудиями новых модификаций (КПШ-10-1; КПК-8; ПАУК-6), а контролем служил культиватор КПЭ.

Весной плотность почвы пахотного горизонта при обработке КПК-8 составила 1,11 г/см^3, почвообрабатывающими орудиями КПЭ и КПШ-10-1–1,15–1,17 г/см^3 соответственно. Наиболее уплотнённой почва была при обработке агрегатом ПАУК-8,5 – 1,23 г/см^3. К моменту уборки зерновых культур отмечалось уплотнение пахотного горизонта на всех вариантах обработок, при этом наибольшее уплотнение отмечено при обработке агрегатом ПАУК-8,5 – 1,26 г/см^3.

Применение почвообрабатывающих орудий КПЭ-4, КПШ-10-1, КПК-8, ПАУК-6,0 создавало благоприятное сложение пахотного слоя. Количество агрегатов размером 0,25–10 мм было не менее 53,1% по всем вариантам обработки. В начале вегетации наибольшее содержание фракций размером 0,25–10 мм в слое 0–30 см отмечалось на вариантах, обработанных КПЭ-4 и ПАУК-6,0 – 66,6–69,1%, соответственно. К уборке применение этих же орудий сохранило 63,5 и 64,6% агрономически ценных агрегатов, что больше, чем после обработки КПШ-10-1 и КПК-8.

С использованием шкалы оценки структурного состояния почв определено, что по содержанию агрегатов размером 0,25–10 мм в слое 0–10 см на вариантах с применением КПЭ и ПАУК-6,0 за время вегетации почва характеризуется как хорошая, коэффициент структурности составил от 3,7 до 3,9 весной, и 2,8–2,9 ко времени уборки. В пахотном слое коэффициент структурности после обработки КПЭ составил 1,86, при обработке орудием ПАУК-6,0 – 2,19.

Эффективность систем обработки почвы определяется, прежде всего, по использованию факторов жизни растений, в том числе ресурсов влаги, выпадающей в виде атмосферных осадков. Получение стабильных и высоких урожаев в условиях Поволжья неразрывно связано с всемерным соблюдением основного принципа сухого земледелия, сформулированного Н.М. Тулайковым [9]. Суть его заключается в необходимости накопить, сберечь на определённый срок и рационально использовать для последующей культуры сельскохозяйственных растений буквально каждую каплю атмосферных осадков.

Вода необходима для прорастания семян и развития растений. Водоудерживающая способность воды зависит от типа почвы и вида её обработки. Сильно деградировавшие почвы с низким количеством пор и низким уровнем органического вещества не имеют возможности накапливать большое количество воды и, таким образом, не могут предоставить достаточного количества влаги для обеспечения роста растений.

Уплотнение почвы, возникающее вследствие прохода техники по полю, может привести к разрушению или значительному снижению размера почвенных пор, что приводит к уменьшению скорости инфильтрации дождевых осадков. Степень повреждения почвенных пор зависит от оказываемого давления и уровня содержания влаги в почве. Чем больше давление и чем выше влажность почвы, тем быстрее сдавливаются и разрушаются поры.

Проницаемость почвы подразумевает скорость, с которой дождевая влага проникает в почву, и её необходимо отличать от инфильтрации влаги, означающей скорость, с которой дождевая влага движется в почве. Если проницаемость почвы низкая по сравнению с интенсивностью осадков, поры на поверхности почвы быстро заполняются водой, что приводит к потере влаги в виде стока. Это явление развивается более быстро на мелких почвах с ограниченным объёмом пространства пор и на почвах, которые уже содержат достаточно большое количество воды.

При выпадении сильных осадков на хорошо структурированную почву влага просачивается сквозь сухую почву, постепенно заполняя её и вытесняя воздух. Это сопровождается быстрым дренажем воды из крупных пор (более 0,05 мм) благодаря силе притяжения и давлению массы дождевых осадков. Такие крупные поры оказывают небольшое влияние на притяжение почвенной влаги. После двух дней дренажа воздух снова поступает в крупные поры.

При применении сберегающих технологий измерения показывают более высокую скорость инфильтрации влаги по сравнению с традиционной обработкой. В результате происходит значительное сокращение развития эрозии. Исследования показывают, что при использовании сберегающих технологий происходит увеличение уровня содержания почвенной влаги, снижение температуры в почве, а также повышение стабилизации агрегатов.

Водный режим на чернозёмах Среднего Поволжья подробно изучался в стационарных многолетних опытах [10–15]. Установлено, что на физическое испарение приходится до 51% суммы годовых осадков, удельный вес зимних осадков в водном балансе – около 70%, а коэффициент использования зимних осадков почвой на зяби составляет 67% [16].

Отмечая важное значение зимних осадков в борьбе с засухой, П.А. Костычев [17] подчеркивал: «уменьшение зимнего запаса влаги только на 4% может в сухое лето понизить урожай вдвое».

В накоплении и рациональном использовании влаги, особенно зимне-весенних осадков, большое значение имеют способы зяблевой обработки, позволяющие на определённый период существенно изменять водно-физические свойства почв и влиять на режим увлажнения и почвенно-эрозионные процессы.

Науке и передовой практике известно немало приёмов зяблевой обработки, обеспечивающих в зимний период сохранение снегового покрова, задержание и регулирование стока воды на склонах весной и улучшающих увлажнение корнеобитаемого слоя почвы к посеву сельскохозяйственных культур.

Наибольшее распространение получили приёмы безотвальной обработки почвы с оставлением на поверхности поля стерни, вспашки с поделкой водоёмкого микрорельефа, минимальные обработки, влагонакопительная и водоохранная роль которых на склоновых землях Поволжья изучены недостаточно. Имеются лишь единичные данные, свидетельствующие об увеличении влажности почвы весной по плоскорезной обработке, вспашке ступенчатой и с лункованием [10,11,18]. Вместе с тем, есть сведения о том, что запасы продуктивной влаги за счёт зимних осадков пополнялись по вспашке в 1,5-метровом слое почвы на 25,0% больше, чем по плоскорезной обработке и на 38,9% больше по сравнению с необработанной осенью почвой [12].

По данным И.А. Шабаева [16] из среднегодовой суммы атмосферных осадков 456 мм непродуктивные потери в осенний и осенне-зимний периоды в зависимости от технологий возделывания составили по вспашке 218 мм, по плоскорезной обработке – 215, по гребнекулисной – 210, по минимальной – 223 мм или 48, 47, 46 и 49%, соответственно.

В наших исследованиях, проведённых на чернозёмах выщелоченных среднесмытых, установлено, что количество атмосферных осадков за годы проведения полевых опытов было неодинаковым, что во многом определило и разницу во влагозарядке корнеобитаемого слоя и влагообеспеченности культур. Было важно выявить эффективность систем обработки почвы в накоплении и использовании ресурсов продуктивной влаги на продукционный процесс и величину урожая. Исследованиями было установлено, что расходы влаги на образование единицы урожая были весьма не одинаковы по годам, вариантам и культурам (табл. 2,3,4).

Нами было установлено, что если суммарный расход влаги поделить на урожай сельскохозяйственных культур, то наблюдается следующая закономерность: на получение единицы урожая (мм/ц) зерна озимой пшеницы наибольший расход влаги в слое 0–100 см – от 8,0 до 34,7 мм был на «нулевом» варианте, а наименьший расход – от 5,2 до 21,5 – на варианте, где проводили лущение + чизельную обработку. Также отмечается увеличение расхода влаги на получение единицы урожая на минимизированных вариантах по сравнению с отвальной и чизельной обработками. Такая же закономерность наблюдается и по другим культурам.

Таблица 2 – Расход влаги на получение 1 ц зерна озимой пшеницы

Вариант	Глубина, см	1995 г.			1996 г.			1997 г.		
		потери влаги, мм	урожай основной продукции, ц/га	затраты влаги, мм/1 ц осн. прод.	потери влаги, мм	урожай основной продукции, ц/га	затраты влаги, мм/1 ц осн. прод.	потери влаги, мм	урожай основной продукции, ц/га	затраты влаги, мм/1 ц осн. прод.
1. однофазная отвальная обработка	0–20	161,7	10,2	15,9	134,5	37,4	3,6	256,7	29,4	8,7
	0–100	271,0		26,6	226,3		6,1	322,8		11,0
2. двухфазная отвальная обработка	0–20	164,3	12,0	13,7	136,1	43,2	3,2	259,7	30,7	8,5
	0–100	277,7		23,1	223,6		5,2	314,6		10,2
3. однофазная безотвальная (чизельная) обработка	0–20	164,0	11,3	14,5	134,0	41,3	3,2	249,1	31,6	7,8
	0–100	302,5		26,8	234,8		5,7	331,6		10,5
4. двухфазная безотвальная (чизельная) обработка	0–20	162,7	12,5	13,0	134,2	45,8	2,9	226,5	32,5	7,0
	0–100	268,5		21,5	237,3		5,2	248,4		7,6
5. поверхностная обработка	0–20	164,5	9,8	16,8	129,8	35,8	3,6	233,8	24,1	9,7
	0–100	282,2		28,8	196,6		5,5	273,7		11,4
6. поверхностная + минимальная обработка	0–20	170,3	9,9	17,2	137,3	36,3	3,8	242,0	25,2	9,6
	0–100	295,0		29,8	218,4		6,0	281,7		11,2
7. нулевая обработка	0–20	169,8	8,5	20,0	131,6	31,1	4,2	238,5	22,3	10,7
	0–100	295,0		34,7	248,3		8,0	244,1		10,9

Таблица 3 – Расход влаги на получение 1 ц зерна проса

Вариант	Глубина см	1995 г.			1996 г.			1997 г.		
		потери влаги, мм	урожай основной продукции, ц/га	затраты влаги, мм/1 ц осн. прод.	потери влаги, мм	урожай основной продукции, ц/га	затраты влаги, мм/1 ц осн. прод.	потери влаги, мм	урожай основной продукции, ц/га	затраты влаги, мм/1 ц осн. прод.
1. однофазная отвальная обработка	0–20	221,5	16,9	13,1	135,0	11,3	11,9	247,8	21,6	11,5
	0–100	265,8		15,7	243,0		21,5	348,2		16,1
2. двухфазная отвальная обработка	0–20	228,9	19,0	12,0	194,2	12,9	10,4	250,5	24,0	10,4
	0–100	302,6		15,9	240,2		18,6	289,3		12,1
3. однофазная безотвальная (чизельная) обработка	0–20	233,8	15,5	15,1	136,0	10,4	13,1	249,3	19,7	12,7
	0–100	313,8		20,2	254,9		24,5	331,9		16,8
4. двухфазная безотвальная (чизельная) обработка	0–20	234,6	17,5	13,4	135,9	11,7	11,6	241,1	22,5	10,7
	0–100	306,2		17,5	254,0		21,7	291,5		13,0
5. поверхностная обработка	0–20	220,1	12,6	17,5	132,3	8,4	15,8	242,5	15,3	15,8
	0–100	296,6		23,5	180,3		21,3	249,2		16,3
6. поверхностная + минимальная обработка	0–20	228,6	15,2	15,0	139,6	10,2	13,7	245,4	17,2	14,3
	0–100	299,3		19,7	236,7		23,2	267,3		15,6
7. нулевая обработка	0–20	226,8	13,1	17,3	134,5	8,8	15,3	240,0	10,5	22,9
	0–100	281,2		21,5	257,9		29,3	254,0		24,2

Таблица 4 – Расход влаги на получение 1 ц зерна овса

Вариант опыта	Глубина, см	1995			1996		
		потери влаги, мм	урожай основной продукции, ц/га	затраты влаги, мм/1 ц осн. прод.	потери влаги, мм	урожай основной продукции, ц/га	затраты влаги, мм/1 ц осн. прод.
1. однофазная отвальная обработка	0–20	227,0	10,1	22,5	128,3	16,5	7,8
	0–100	330,2		32,7	227,2		13,8
2. двухфазная отвальная обработка	0–20	227,7	12,2	18,7	127,2	19,9	6,4
	0–100	341,0		28,0	216,3		10,9
3. однофазная безотвальная (чизельная) обработка	0–20	227,5	11,1	20,5	133,5	18,1	7,5
	0–100	298,2		26,9	247,6		13,7
4. двухфазная безотвальная (чизельная) обработка	0–20	227,8	12,0	19,0	134,5	19,6	6,9
	0–100	315,9		26,3	246,1		12,6
5. поверхностная обработка	0–20	232,2	11,0	21,1	131,4	17,9	7,7
	0–100	297,6		27,1	190,9		10,7
6. поверхностная обработка + минеральная обработка	0–20	229,6	10,6	21,7	138,7	17,3	8,0
	0–100	334,5		31,6	230,5		13,3
7. нулевая обработка	0–20	230,9	9,7	23,8	134,5	15,8	8,5
	0–100	296,9		30,6	265,0		16,8

Если сравнить суммарный расход влаги по годам, то выявляется следующее: на получение единицы урожая озимой пшеницы и овса наименьший расход был в 1995 г., а наибольший – в 1996 г.; на получение единицы урожая проса – наименьший расход в 1996 г., а наибольший – в 1997 г.

Нами установлено, что в условиях чернозёмов выщелоченных Пензенской области при повышенном выпадении осадков в осенний период системы отвальной и безотвальной зяблевой обработок накапливают практически одинаковое количество влаги в метровом слое почвы перед уходом в зиму. Минимальная зябь и, тем более «нулевая» обработка в условиях достаточного увлажнения перед замерзанием почвы накапливают меньше влаги, чем отвальная и безотвальная. Варианты отвальной и безотвальной зяблевой обработки увеличивают содержание влаги в метровом слое почвы весной по сравнению с минимальной, по–видимому, за счёт лучшего впитывания талых вод, с одной стороны, и за счёт большого осеннего запаса, с другой стороны.

Продуктивность полевого севооборота (чистый пар, озимая пшеница, овёс + клевер, клевер (сено), озимая пшеница, рожь, просо) при замене поверхностной послеуборочной обработки глубокими (вспашка с оборотом пласта или чизельная безотвальная обработка) возрастает. Однако более чёткое увеличение урожая во времени наблюдается от чизельной обработки по сравнению со вспашкой.

При этом отмечается, что поверхностную обработку целесообразно сочетать со вспашкой и менее эффективно – с безотвальной обработкой. Хотя периодичность глубоких обработок ещё требует уточнения в зависимости от почвенных разностей и сочетания культур в севооборотах.

Наименее действенной дополнительная обработка была для поверхностной, незначительно эффективной – для чизельной и самой эффективной – для вспашки. Это легко объяснить тем, что вспашка без предварительного лущения сильно увеличивает глыбистость почвы и общую поверхность поля. В результате возрастают непроизводительные потери воды с поверхности поля за счёт усиления испарения в ранневесенний период и сокращаются её запасы в почве от осенне-зимних осадков. После предварительного лущения общая поверхность поля и глыбистость почвы уменьшаются, в результате потери воды от испарения снижаются. При поверхностной и чизельной обработках поверхность поля уменьшается за счёт отсутствия глыб и гребней, а почва верхнего слоя в определённой степени покрывается своеобразной мульчей из пожнивных остатков, как при использовании дополнительных приёмов обработки, так и без них. Поэтому эффективность дополнительных

приёмов в сочетании с поверхностной и чизельной обработками ниже. Однако от применения осенней культивации после поверхностной обработки прибавки в динамике возрастали, что может быть связано с дополнительным эффектом этого приёма – очищением от сорняков. При чизельной обработке в сочетании с предварительным лущением наиболее интенсивно разрыхляются два слоя обрабатываемого горизонта. Верхнему слою дисковым орудием придается состояние, при котором в значительной степени разрушены капилляры, благодаря чему снижается испарение воды из нижележащих слоев. Кроме того, при дисковании уничтожается значительное количество сорняков.

Рыхление самого нижнего слоя происходит наиболее интенсивно с помощью соответствующих насадок. Это позволяет обрабатывать почву на значительную глубину и разрушать образовавшуюся плужную подошву без выворачивания материнской породы. Промежуточные между верхней и нижней частями обрабатываемого горизонта слои разрыхляются в значительно меньшей степени путём образования своеобразных рыхлых ниш по ходу стоек чизельного плуга. В результате такой обработки в почве увеличивается накопление воды по всему обрабатываемому горизонту и снижается её испарение. В самом нижнем слое за счёт осенне-зимних осадков также создаются резервы влаги, которые используются растениями при увеличении её дефицита летом. В то же время средний слой в значительной степени снижает интенсивность промыва и выщелачивания питательных элементов из верхних слоев по сравнению со вспашкой. В результате на этом варианте по сравнению с другими формируются наиболее высокие урожаи. При этом себестоимость продукции с 1 га снижается, а условно-чистый доход увеличивается на 8–10% по отношению к отвальной вспашке.

Литература

1. Качинский, Н.А. Физика почв / Н.А. Качинский // М.: Высшая школа, 1965. – 322 с.

2. Ревут И.Б. Физика почв / И.Б. Ревут. – М.: Колос, 1972. – 368 с.

3. Корчагин, В.А. Системы земледелия степных районов Среднего Поволжья / В.А. Корчагин // Земледелие. – 1984.–№ 3. – С. 13–16

4. Чуданов, И.А. Почвозащитная обработка в севооборотах степного Заволжья / И.А. Чуданов // Минимализация обработки почвы. – М.: Колос, 1984. – С. 273–294.

5. Казаков, Г.И. Обработка почвы в Среднем Поволжье / Г.И. Казаков // Самара, 1997. – 200 с.

6. Немцев, Н.С. Почвозащитное земледелие в лесостепном Поволжье / Н.С. Немцев. – Ульяновск, 1997. – 161 с.

7. Карпович, К.И. Совершенствование обработки почвы в лесостепи Поволжья / К.И. Карпович, А.И. Якунин //Земледелие. – 2006.–№ 4. – С. 21–22.

8. Ломов, С.П. Деградационные процессы в почвах Пензенской области /Ломов С.П., Войтанник С.П. – Пенза, 2000. – 73 с.

9. Тулайков, Н.М. Избранные произведения. Критика травопольной системы земледелия / Н.М. Тулайков. – М.: Сельхозгиз. – 1963. – 312 с.

10. Корчагин, В.А. Научные основы построения полевых севооборотов и систем обработки почвы в степных районах Среднего Заврлжья / Корчагин В.А. / Автореф. дис. докт. с.-х. наук. – Омск, 1978. – 42 с.

11. Кафарена, В.И. Особенности применения почвозащитной технологии в степных райлнах Поволжья / В.И. Кафарена, Ю.Ф. Курдюков, И.П. Моторыгин и др. // Почвоводоохранное земледелие в Поволжье. – Саратов, 1985. – С. 44–61.

12. Азизов, З.М. Повышение эффективности приёмов основной обработки почвы в заключительном звене зернопарового севооборота на южных чернозёмах засушливой степи Поволжья / Азизов З.М. / Автореф. дис. канд. с.-х. наук. – Саратов, 1985. – 275 с.

13. Бойко, А.В. Влияние способов обработки почвы на урожай сельскохозяйственных культур и плодородие выщелоченных суглинистых чернозёмов / А.В. Бойко, М.А. Сизова // Вопросы совершенствования сельскохозяйственного производства. Ч. 1. – Пенза, 1995. – С. 60–69.

14. Богомазов С.В. Экологическая устойчивость чернозёма выщелоченного при различных системах зяблевой обработки почвы в условиях лесостепи Поволжья / Богомазов С.В. / Автореф. дис. канд. с.-х. наук. – Кинель, 2003. – 23 с.

15. Немцев, С.Н. Агроэкологические особенности почвозащитных систем земледелия в агроландшафтах лесостепи Среднего Поволжья / Немцев С.Н. / Автореф. дис. докт. с.-х. наук. – Кинель, 2005. – 36 с.

16. Шабаев, А.И. Ресурсосберегающие технологии и технические средства по выращиванию пшеницы в засушливых условиях Поволжья / А.И. Шабаев, Ю.Ф. Курдюков, М.Н. Панасов, В.В. Покровский // Пути решения проблем повышения адаптивности, продуктивности и качества зерновых и кормовых культур. – Самара, 2003. – С. 172–179.

17. Костычев, П.А. Почвоведение / П.А. Костычев // М.-Л.: Сельхозгиз. – 1940. – 224 с.

18. Немцев, Н.С. Эффективность почвозащитной системы обработки почвы на выщелоченных чернозёмах Ульяновской области / Н.С. Немцев, К.И. Карпович // Почвоводоохранное земледелие в Поволжье. – Саратов. – 1985. – С. 62–70.

УДК 631.82/.89: 631.452: 445.4(470.40)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СБАЛАНСИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ЧЕРНОЗЁМАХ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

И.Н.Зеленин

Представлены результаты изучения эффективности различных сидеральных удобрений в интенсивных короткоротационных севооборотах с коноплей. Показано, что на выщелоченных чернозёмах Пензенской области бактериально-минерально-органическая система удобрений является экологически сбалансированной системой воспроизводства почвенного плодородия (баланс гумуса +0,44 …+1,04 т/га) и позволяет достигать высокой продуктивности севооборотов (30–31 ц к.ед./га).

В комплексе мер по наращиванию продукции сельского хозяйства важная роль отводится сохранению и расширенному воспроизводству почвенного плодородия.

Состояние используемых в сельском хозяйстве земель, прежде всего пашни, их производительность в большей мере зависят от условий эксплуатации и уровня культуры земледелия. Землепользование без учёта основных законов земледелия, таких как закон возврата и закон изменчивости факторов, и нарушение научно-обоснованных требований земледелия по мелиорации земель, организации территории и размещению посевов, чередованию культур, системе обработки почв, сбалансированному использованию средств химизации, неизбежно влечет за собой потерю плодородия и даже прямое разрушение почв.

Почвенный покров Пензенской области разнообразен. Преобладающее положение занимают чернозёмы (75,2% площади пашни). Они представлены чернозёмами выщелоченными (61,1%), частично оподзоленными (6,9%) и типичными (7,2%). Серые лесные почвы занимают 20,1% площади пашни, чернозёмно-луговые и лугово-чернозёмные – 4,7%.

По данным агрохимического обследования Пензенской области, только 6% почв имеют высокое содержание подвижного фосфора, и по 47% почв – низкое и среднее содержание. Обменным калием почвы обеспечены лучше, чем фосфором. Более половины почв имеют кислую и средне-кислую реакцию среды.

При сложившейся в последние десятилетия системе земледелия практически повсеместно наблюдается снижение плодородия почвы. Содержание гумуса в чернозёмах Среднего Поволжья составляет 80–50% от уровня начала XX века.

Значительным фактором поддержания почвенного плодородия и устранения дефицита питательных элементов в земледелии является навоз. Его внесение под культуры должно составлять 5,5–8,0 т/га. Однако в современной экономической ситуации большинство хозяйств не имеет такой возможности.

Огромным резервом свежего органического вещества является солома, остающаяся после уборки зерновых культур. Запашка соломы (4–5 т/га) в качестве удобрения равноценна внесению 12–15 т/га подстилочного навоза. При этом в почву поступает 18–25 кг азота, 6–8 кг фосфора, 60–80 кг калия и многие микроэлементы.

Важным источником пополнения азота в земледелии является симбиотическая азотфиксация бобовых растений. Использование биологического азота намного дешевле минерального. Подсчитано, что одна тонна белка, полученного за счёт азотфиксации клубеньковых бактерий бобовых растений, стоит в 8–9 раз меньше, чем полученная за счёт внесения минерального азота.

Все бобовые растения способны усваивать атмосферный азот. Однако интенсивная азотфиксация у многолетних трав продолжается 3–4 месяца, в два раза больше, чем у зернобобовых культур. Этим определяется их ведущая роль. Годовая азотфиксация чистых посевов клевера достигает 300 кг/га. Около $^{2}/_{3}$ этого азота отчуждается с растительной массой, а остальное количество обогащает почву. Однолетние зернобобовые культуры, кроме люпина и сои, фиксируют азота почти столько, сколько отчуждают его с биомассой (горох – 50–100 кг/га; кормовые бобы – 90–120 кг/га).

Симбиотическая азотфиксация может быть повышена за счёт использования препаратов, содержащих высокоактивные штаммы клубеньковых бактерий, специфичные для каждого вида растений. На основе штаммов азотфиксирующих бактерий, принадлежащих к различным систематическим группам, биофабрики выпускают бактериальные препараты флавобактерин, ризоторфин, мизорин, агрофил, ризоплан – стимуляторы азотфиксации. Инокуляция семян этими препаратами позволяет повысить уровень азотфиксации бобовых растений.

Приёмом кардинального повышения эффективного плодородия почвы является сидерация – заделка в почву биомассы специальных культур. Приём легко осуществим, т.к. общие затраты не составляют 7–10 ГДж/га при сидерации многолетними культурами в занятом пару или 10–14 ГДж/га при сидерации однолетними культурами в промежуточных посевах.

Основным требованием, предъявляемым к сидеральным культурам, является, в первую очередь, способность устойчиво накапливать большую растительную массу за короткий период вегетации. Далее обращают внимание на нетребовательность растения

к плодородию почв и аллелопатическое действие на последующую культуру. Основные сидеральные культуры: горчица, люпин, донник, редька масличная и эспарцет дают высокие и устойчивые урожаи не только биомассы, но и семян, что ускоряет и расширяет возможности применения сидерации.

С целью обобщения разрозненных приёмов использования различных удобрений в интенсивных короткоротационных севооборотах был поставлен полевой опыт по изучению влияния различных систем удобрений: бактериальных, органических (сидерата, запашки соломы) и минеральных на продуктивность сельскохозяйственных культур и плодородие почвы.

Исследования проводили на опытном поле ПензНИИСХ на двух специализированных севооборотах:

- первый севооборот: гречиха – горох – озимая рожь – конопля;
- второй севооборот: ячмень + клевер. – клевер – конопля – конопля.

Почва опытного поля – чернозём выщелоченный, тяжелосуглинистый. Содержание гумуса 6,4%, реакция почвенного раствора нейтральная (pH 6,6). Сумма обменных оснований – 41,65 мг. экв. на 100 г почвы. Степень насыщенности основаниями в пахотном горизонте – 95%, содержание подвижного фосфора и обменного калия среднее и равно 185,5 и 171,6 мг/кг почвы, соответственно.

На фоне принятой в области агротехники возделывания культур, выращиваемых в севооборотах, изучалась эффективность следующих систем удобрений: 1 – минеральная; 2 – бактериальная: 3 – бактериально-минеральная; 4 – бактериально-органическая; 5 – бактериально-органо-минеральная; 6 – органо-минеральная и 7 – органическая. Контроль – вариант без удобрений.

В первом севообороте в качестве органического удобрения запахивали измельченную солому зерновых культур. Во втором севообороте в качестве органического удобрения запахивали сидеральную массу клевера.

Применяли бактериальные удобрения производства Кузнецкой биофабрики, специфичные для каждой культуры. Семена инокулировали препаратами непосредственно перед посевом (ризоторфин и ризоагрин по 400 г, а мизорин – 600 г на гектарную норму семян).

В минеральной системе вносили полное минеральное удобрение (NPK). В комбинированных системах минеральные удобрения применяли в уменьшенных дозах как дополнительное средство для компенсации выноса питательных элементов.

Фенологические наблюдения за ростом и развитием исследуемых культур показали, что системы удобрений не оказали существенного влияния на активность появления всходов и наступление

начальных фаз развития. Однако, последующие фазы, от цветения до спелости, на вариантах, удобренных минеральными удобрениями, наступали на 2–5 дней позже; это, по-видимому, объясняется лучшим обеспечением растений питательными веществами и более длительным их использованием.

Оценка влияния различных систем удобрений на продуктивность севооборота с 25% конопли (табл. 1) показала, что самые низкие показатели в среднем за ротацию характерны для контрольного варианта, где не применяли никаких удобрений: гречиха – 9,3, горох – 13,4, рожь – 24,1, конопля (соломка) – 61,6 ц/га. Продуктивность составляла 19,3 ц к.е. га.

Таблица 1 – Влияние систем удобрений на продуктивность культур в первом севообороте

Системы удобрений	Продуктивность культур ц/га				Продуктивность севооборота, корм. ед. ц/га
	гречиха	горох	озимая рожь	конопля	
Контроль (без удобрений)	9,3	13,4	24,1	61,6	19,3
NPK	13,4	17,6	30,6	87,3	25,9
Бактериальная система	11,4	15,4	26,6	62,2	21,1
Бактериальная+NPK	15,3	20,7	32,2	88,9	27,9
Бактериальная+органическая	11,4	15,9	28,8	70,5	22,7
Бактериальная+NPK+органическая	16,7	22,1	34,9	95,2	30,0
Органическая+NPK	14,5	18,8	32,0	93,6	27,5
Органическая система	9,8	14,3	26,3	69,7	21,1
$НСР_{05}$	1,1	1,5	1,6	2,8	

Оценка влияния различных систем удобрений на продуктивность севооборота с 50% конопли (табл. 2) также показала, что самые низкие показатели в среднем за ротацию характерны для контрольного варианта, где не применяли никаких удобрений: ячмень – 19,9, клевер (сено) – 35,6, конопля (соломка) – 79,4 и 53,2 ц/га. Продуктивность составляла 24,6 ц к.е. га.

Баланс гумуса в контрольном варианте (табл. 3) по углероду отрицателен в обоих севооборотах, а по азоту лишь в 1 севообороте. Одно поле клевера делает баланс по азоту во втором севообороте близким к нулю, но всё же положительным.

При органической системе, основанной на использовании в качестве удобрения измельченной соломы в первом севообороте и клевера на сидерат во втором севообороте, не получено достоверных прибавок продуктивности исследуемых культур. Однако, органическая система позволила сохранять положительный баланс гумуса.

Таблица 2 –Влияние систем удобрений на продуктивность культур во втором севообороте

Системы удобрений	Продуктивность культур ц/га				Продуктивность севооборота, корм. ед. ц/га
	ячмень	клевер	конопля	конопля	
Контроль (без удобрений)	19,9	35,6	79,4	53,2	24,6
NPK	26,3	42,6	98,4	82,3	32,2
Бактериальная система	23,0	39,3	80,3	52,5	25,8
Бактериальная+ NPK	29,6	44,1	101,2	83,6	33,8
Бактериальная+органическая	20,3	37,5	87,4	52,7	25,0
Бактериальная+NPK+органическая	28,7	44,2	105,4	85,0	33,9
Органическая+NPK	24,6	39,5	105,1	83,0	32,2
Органическая система	18,2	37,9	87,2	53,2	25,1
$НСР_{05}$	1,8	1,6	2,5	2,3	

Таблица 3 – Баланс гумуса в специализированных конопляных севооборотах в зависимости от систем удобрений

Система удобрений	Баланс, т/га			
	По азоту		По углероду	
	1 севооборот	2 севооборот	1 севооборот	2 севооборот
Контроль(без удобрений)	-0,70	+0,04	-0,23	-0,13
NPK	+0,50	+0,80	-0,40	-0,21
Бактериальная	-0,67	+0,14	-0,24	-0,15
Бактериальная+NPK	+0,15	+0,84	-0,32	-0,23
Бактериальная+органическая	+0,12	+0,10	+0,25	0
Бактериальная+NPK+органическая	+0,44	+1,04	+0,28	+0,03
Органическая+NPK	+0,44	+0,90	+0,26	+0,02
Органическая	-0,15	+0,24	+0,24	+0,05

Бактериальная система удобрения, построенная на использовании штаммов азотфиксирующих бактерий, специфичных для исследуемых культур, увеличила продуктивность 1 и 2 севооборотов на 9,3% и 4,8% соответственно. При этом продуктивность исследуемых культур относительно контроля увеличилась у гороха на 14,6%, гречихи на 21,7%, озимой ржи на 10,6%, ячменя на 15,4%, клевера на 10,3%. Баланс гумуса близок к системам без удобрений.

Бактериально-органическая система удобрений, построенная на совместном применении бактериальных препаратов и заделке измельченной соломы или сидерата, позволила добиться увеличения продуктивности изучаемых севооборотов до 22,7–25,0 ц к.ед./га и достичь положительного баланса гумуса в обоих севооборотах.

Применение как чисто минеральной, так бактериально-минеральной и органическо-минеральной систем, увеличило продуктивность обоих севооборотов (на 34,0; 44,6 и 42,5% в 1 севообороте и

на 30,9; 37,9 и 30,9% во 2 севообороте). Баланс гумуса по азоту положителен, а по углероду отрицателен в обоих севооборотах.

Проведённые исследования доказали, что на чернозёмах Среднего Поволжья бактериально-минерально-органическая система удобрения является экологически сбалансированной системой воспроизводства почвенного плодородия и позволяет достигать высокой продуктивности короткоротационных севооборотов и наибольшего сохранения гумуса. Продуктивность севооборотов «гречиха – горох – озимая рожь – конопля» и «ячмень+клевер – клевер – конопля – конопля» при этой системе удобрения достигла 30,0 и 33,9 ц к.ед./га, баланс гумуса по азоту составил +0,44 и +1,04 т/га соответственно.

———

УДК 631.452:633.2/.3

ВОСПРОИЗВОДСТВО ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ПОД ВЛИЯНИЕМ МНОГОЛЕТНИХ АГРОЦЕНОЗОВ

О.Ф. Бражникова, А.Д. Ишмуратова, В.Н.Бражников

Представлены результаты полевого опыта по изучению влияния многолетних агроценозов на плодородие почвы. Возделывание смесей козлятника с кострецом способствует улучшению агрофизических и агрохимических показателей почвы.

На современном этапе развития сельскохозяйственной науки много внимания уделяется проблеме биологизации земледелия. Одним из приёмов биологизации земледелия является запашка растительных остатков. Этот приём рассматривается не только как влияющий на плодородие почвы, но и как ресурсо- и энергосберегающий, чем обусловлена его актуальность.

Растения и почва находятся в тесной взаимосвязи, и влияние растения на почву определяется как его видом, так и общей биомассой, её структурой (соотношением надземной и подземной массы), химическим составом элементов биомассы.

При изучении пожнивно-корневых масс многолетних трав и влияния их на почву некоторые исследователи пришли к выводу, что количество растительных остатков из расчёта на сухое вещество превышает количество вносимых органических удобрений и они намного богаче азотом [1].

Традиционными многолетними травами, культивируемыми в Среднем Поволжье, являлись клевер красный, люцерна, костец, тимофеевка, пырей. В последние годы широкое распространение

получил козлятник восточный, который обладает рядом неоспоримых достоинств. Козлятник восточный образует наибольшее количество пожнивно-корневых остатков среди бобовых трав – до 20,1–23,0 т/га [2–4].

Объекты и методы изучения. Исследования по изучению влияния многолетних бобовых и злаковых трав и их смесей на плодородие почвы проводились в 1995–2002 годах на полях Пензенского НИИСХ по схеме, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опыта

Вариант,	Норма высева, млн. шт./га	Фон удобрений
Козлятник восточный	4,0	бактериальное
		бак. + $N_{30}P_{30}K_{30}$
		бак. + $N_{60}P_{60}K_{60}$
Кострец безостый	4,0	бактериальное
		бак. + $N_{30}P_{30}K_{30}$
		бак. + $N_{60}P_{60}K_{60}$
Козлятник восточный + кострец безостый (смешанный)	3,0 : 1,0	бактериальное
		бак. + $N_{30}P_{30}K_{30}$
		бак. + $N_{60}P_{60}K_{60}$
Козлятник восточный + кострец безостый (смешанный)	3,0 : 2,0	бактериальное
		бак. + $N_{30}P_{30}K_{30}$
		бак. + $N_{60}P_{60}K_{60}$
Козлятник восточный + кострец безостый (полосной с шириной 1,8 м)	2,0 : 2,0	бактериальное
		бак. + $N_{30}P_{30}K_{30}$
		бак. + $N_{60}P_{60}K_{60}$
Козлятник восточный + кострец безостый (полосной с шириной полос 0,9 м)	2,0 : 2,0	бактериальное
		бак. + $N_{30}P_{30}K_{30}$
		бак. + $N_{60}P_{60}K_{60}$
Козлятник+ топинамбур	3,0 : 0,06	бактериальное
		бак. + $N_{30}P_{30}K_{30}$
		бак. + $N_{60}P_{60}K_{60}$

Почва – чернозём выщелоченный среднемощный среднегумусный тяжелосуглинистый. В пахотном слое (0–30 см) почвы опытного участка характеризовались как слабокислые (pH_{kcl} 5,3), содержание гумуса составляло 6,4–6,9%, обеспеченность доступными формами азота повышенная (5,2–5,9 мг/100 г почвы), подвижными формами фосфора – очень высокая (22,3–28,3 мг/100 г почвы), обменным калием – высокая (13,9–16,4 мг/100 г почвы).

Семена изучаемых культур отрабатывались бактериальными удобрениями: ризоторфином (300 г на гектарную норму семян) соответствующими штаммами для козлятника, и флавобактерином (600г) – костреца безостого. Семена козлятника скарифицировали.

Объекты исследований – козлятник восточный сорта Гале, кострец безостый Пензенский 1, топинамбур Скороспелка.

При закладке опыта Р и К по 30 и 60 кг д.в. вносили под зяблевую вспашку и весной в подкормку 30 и 60 кг д.в. азота. Начиная со второго года жизни, азотно-фосфорно-калийные удобрения вносились одновременно с ранневесенним боронованием. Смеси многолетних трав высевали зернотравной сеялкой СЗТ-3,6 в первой декаде мая под покров ячменя.

Предшественник – однолетние травы. Площадь делянки в опыте с многолетними травами – 134 м^2. Повторность – трёхкратная. Размещение делянок систематическое последовательное.

Анализы растительных и почвенных образцов проводили в лаборатории химических анализов Пензенского НИИСХ общепринятыми методами. Для учёта пожнивных остатков использовался рамочный метод, площадь рамки 0,25 м^2, закладывалось по три площадки на каждой делянке опыта с дальнейшим взвешиванием и пересчётом на абсолютно сухое вещество с 1 га, высота среза – 7–10 см. При изучении корневой системы использовалась методика Н.З. Станкова, взятие образцов для учёта корневых остатков проводили буром Шаина на каждой делянке в трёх повторностях, по три укола (точки) по слоям 0–30 см. Затем образцы отмывались на решетах Ø 2,0 мм и 0,25 мм, просушивались и пересчитывались на абсолютно сухое вещество структурный состав почвы и водопрочность агрегатов определяли по Саввинову методом сухого и мокрого просеивания.

Результаты и их обсуждение. Нашими исследованиями установлено, что при условии распашки козлятника 7 года жизни (2001 г.), в поле остается в среднем 13,78 т/га органического вещества. Масса корней (крупные+мелкие) составляет 83%; 17% (2,36 т/га) приходится на массу пожнивных остатков. Концентрация элементов питания в пожнивных остатках козлятника составляет 2,25–2,98% азота, 0,20–0,23% фосфора, 1,12–1,19% калия в зависимости от фонов удобрений. В кормах концентрация N, P и K ниже, чем в пожнивных остатках. В биологический круговорот козлятника вовлечено азота 251,4–318,8 кг/га, фосфора 19,5–27,4 кг/га и калия 52,0–56,9 кг/га, на долю корней приходится 201,2–244,0 кг/га азота,15,0–21,0 кг/га фосфора, и 27,0–33,0 кг/га калия в зависимости от фонов удобрений. Концентрация элементов питания в пожнивных остатках костреца составляет 1,65–1,92% азота,0,22–0,26% фосфора, 0,94–1,51% калия в зависимости от фона удобрений, в корнях костреца – 1,18–1,79%, 0,14–0,19% и 0,22–0,42% соответственно.

Посев костреца обеспечил поступление в почву в среднем 10,0 т/га органического вещества, 24% из которых составляют пожнивные остатки, остальная часть приходится на корневую массу.

Возврат элементов питания в почву с корнями костреца составляет: азота 85–102 кг/га, фосфора 10,0–15,0 кг/га, калия 18,0–33,0 кг/га. С пожнивными остатками костреца в почву возвращается 36,0–52,2 кг/га азота, 5,0–7,1 кг/га фосфора и 20,5–41,1 кг/га калия.

Поступление органического вещества в смешанных посевах с нормами высева 3,0 : 2,0 и 3,0 : 1,0 млн.шт./га имеет в среднем одинаковые значения (13,6 т/га) и изменяется в зависимости от фона удобрений. Масса корней при этом составляет 9,82–12,36 т/га, пожнивных остатков – 1,81–3,00 т/га.

В полосных посевах с разной шириной полос козлятника масса корней в зависимости от фона удобрений изменяется от 8,30 до 10,58 т/га, а масса пожнивных остатков – от 2,33 до 2,52 т/га. В сумме это составило от 10,61 до 13,10 т/га органического вещества, в котором содержалось 159,2–234,1 кг/га азота, 18,0–27,6 кг/га фосфора и 45,4–52,0 кг/га калия.

В ходе исследований установлено, что накопление элементов питания в корнях растений зависит от их фракционного и химического состава. Так, на долю крупных корней приходится 82–89% от их общей массы, при этом концентрация азота больше в мелкой фракции корней, а содержание фосфора и калия по фракциям имеют близкие значения.

Применение минеральных удобрений на фоне инокуляции семян способствовало увеличению массы как корней, так и массы пожнивных остатков.

Многолетние агроценозы после запашки поставляют в почву до 7 т углерода. Наибольшее количество углерода содержится в пожнивно-корневых остатках козлятника 5,40–6,95 т/га. Кострец оставляет после отчуждения зелёной массы 4,9 т/га углерода, это в 1,4 раза меньше, чем козлятник. В смешанных посевах козлятника и костреца с нормами высева 3:1 и 3:2 млн. шт./га количество углерода имеет близкие значения и находятся в пределах 5,36–6,82 т/га в зависимости от фона удобрений. При распашке полосных посевов козлятника и костреца с равными нормами высева (2,0:2,0 млн. шт./га) углерода в почву поступает меньше, чем со смешанными посевами на 0,45–0,93 т/га в зависимости от фона удобрений что, составляет 4,77–5,89 т/га.

Процессы разложения поступившего органического вещества во многом зависят от соотношения углерода и азота в растительных остатках. Среди многолетних агроценозов посев козлятника имеет более узкое соотношение C:N (21), тогда как посев костреца – 31–33. Можно предположить, что преобразование органического вещества у костреца происходит медленнее, чем у козлятника.

При разных способах посева агроценозов соотношение C:N в растительных остатках изменяется независимо от норм высева

компонентов смеси. Так, при полосном посеве данное соотношение более узкое – 25,5–30,8, а в смешанных посевах наблюдается тенденция к расширению C:N до 32–38; предполагается, что процессы разложения органического вещества в полосных посевах будут идти более быстро, чем в смешанных.

При внесении минеральных удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$ соотношение C:N сужается. Следовательно, можно сделать вывод, что применением минеральных удобрений можно регулировать процессы разложения растительных остатков.

Итак, поступление органического вещества в почву к моменту распашки зависит от состава травосмесей и дозы применяемых минеральных удобрений. Оно составляет значительную величину и может быть рассмотрено как фундаментальное средство улучшения плодородия почвы.

Наиболее важными для характеристики условий обитания растений являются такие агрофизические свойства почвы, как структура и плотность сложения [5]. Изучая агрофизические свойства почвы под козлятником, пензенские учёные пришли к выводу, что на плантации козлятника с возрастом структурное состояние почвы улучшается как в пахотном, так и подпахотном горизонте, увеличивается водопрочность агрегатов в слое 0–40 см, одновременно происходит разуплотнение подпахотного горизонта [2–4,6].

Наши данные показывают, что к восьмому году жизни многолетних трав структура почвы значительно улучшается (табл. 2). Если при закладке опытов состояние почвы по содержанию агрономически ценных агрегатов размером 10–0,25 мм оценивалось по шкале Долгова и Бахтина как удовлетворительное, то в 2002 г. оно характеризуется как хорошее и даже отличное (козлятник, вариант $N_{30}P_{30}K_{30}$). Увеличилась водопрочность структуры – почвы из категории с хорошей водопрочностью перешли в категорию почв с отличной водопрочностью. По положительному влиянию на почву выделился козлятник восточный: отмечается высокое значение коэффициента структурности и самое высокое содержание водопрочных агрегатов. Под кострецом и смешанными агрофитоценозами увеличение содержания агрономически ценных агрегатов в почве составило 22,6–31,5%, под козлятником – 32,5–35,6%. При внесении бактериальных удобрений и их сочетании с невысокой дозой минеральных ($N_{30}P_{30}K_{30}$) наблюдается наибольшее увеличение содержания агрономически ценных агрегатов в почве всех агроценозов. На увеличение водопрочности структуры в одновидовых посевах наиболее эффективно повлияли минеральные удобрения нормой $N_{60}P_{60}K_{60}$, а в смешанных – бактериальные удобрения.

Смесь козлятника с топинамбуром также оказывает положительное влияние на процессы структурообразования: содержание

агрегатов 10–0,25 мм повысилось на 26,9–36,6% в сравнении с исходным. Внесение минеральных удобрений небольшими дозами практически не влияло на содержание агрономически ценных агрегатов, а увеличение дозы минеральных удобрений до 60 кг д.в. снижало их содержание. Содержание водопрочных агрегатов в почве на фоне с применением бактериальных удобрений на восьмилетней плантации в сравнении с исходным состоянием повысилось на 13%, а при совместном применении бактериальных удобрений и $N_{60}P_{60}K_{60}$ увеличилось на 14,7%.

Плотность почвы для большинства сельскохозяйственных культур считается оптимальной в пахотном горизонте при величине 1,0–1,2 г/см^3. Она в большой степени влияет на доступность элементов питания растений и водно-воздушный режим почвы.

Таким образом, возделывание изучаемых агроценозов в течении 8 лет способствовало поддержанию плотности пахотного горизонта в агрономически оптимальных параметрах, хотя и привело к некоторому её росту на 0,01–0,19 г/см^3, одновременно отмечается рост содержания агрономически ценных агрегатов почвы на 22,6–36,6% и повышение водопрочности агрегатов на 0,4–14,7%.

Агрохимические свойства почвы в момент закладки опыта были сравнительно однородны.

В почвах под козлятником и кострецом через 7 лет эксплуатации агроценозов произошли изменения агрофизических и агрохимических свойств. Так, на посевах козлятника содержание органического вещества в почве в зависимости от фона удобрений возросло на 0,09–0,91%, содержание легкогидролизуемого азота увеличилось до 7,8–8,7 мг на 100 г почвы, сумма оснований увеличилась с 36,7–37,9 до 42,6–44,7 мг экв. на 100 г почвы. В почве под кострецом, как и под козлятником, содержание органического вещества повысилось на 0,65–1,19% в зависимости от фона удобрений, легкогидролизуемых форм азота возросло до 6,7–7,2 мг на 100 г почвы, сумма оснований – до 39,5–41,6 мг экв. на 100 г почвы.

В почвах под смешанными посевами козлятника и костреца с нормами высева 3:1 и 3:2 млн.шт./га, как и в почвах под козлятником и кострецом, произошло увеличение содержания органического вещества, содержания легкогидролизуемого азота, суммы поглощённых оснований. Кроме того, происходит раскисление почв в пахотном слое вследствие вовлечения в биологический круговорот кальция из более глубоких слоев почвы корневыми системами растений, и почвы из категории слабокислых переходят в категорию с кислотностью, близкой к нейтральной.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика агрофизических показателей почвы под многолетними агроценозами в слое 0–30 см

Вариант, норма высева, млн. шт./га	Фон удобрений	Агрофизические свойства							
		плотность, г/см^3		содержание агрегатов 10-0,25 мм, %		содержание водопрочных агрегатов, %		коэффициент структурности	
		1995	2002	1995	2002	1995	2002	1995	2002
Козлятник, 4,0	бактериальное	1,04	1,12	44,9	79,8	66,3	66,7	0,81	3,95
	бак. + $N_{30}P_{30}K_{30}$	1,04	1,10	46,0	81,6	64,0	76,8	0,85	4,43
	бак. + $N_{60}P_{60}K_{60}$	1,04	1,09	47,1	79,2	61,8	78,1	0,89	3,81
Костёр, 4,0	бактериальное	1,03	1,10	47,3	77,6	68,4	69,3	0,90	3,46
	бак. + $N_{30}P_{30}K_{30}$	1,03	1,10	50,0	80,0	68,9	69,5	1,00	4,00
	бак. + $N_{60}P_{60}K_{60}$	1,03	1,07	52,4	76,8	69,3	71,9	1,10	3,31
Козлятник+костёр 3,0 : 1,0	бактериальное	1,03	1,08	47,3	77,9	68,4	76,4	0,90	3,52
	бак. + $N_{30}P_{30}K_{30}$	1,03	1,05	50,0	79,4	68,9	72,1	1,00	3,85
	бак. + $N_{60}P_{60}K_{60}$	1,03	1,10	52,4	76,3	69,3	71,9	1,10	3,22
Козлятник+костёр 3,0 : 2,0	бактериальное	1,03	1,10	47,3	78,8	68,4	76,8	0,90	3,72
	бак. + $N_{30}P_{30}K_{30}$	1,03	1,04	50,0	79,8	68,9	70,3	1,00	3,95
	бак. + $N_{60}P_{60}K_{60}$	1,03	1,12	52,4	75,0	69,3	70,6	1,10	3,00
Козлятник+ топинамбур 3,0 : 0,06	бактериальное	1,04	1,23	44,9	81,5	66,3	79,3	0,81	4,41
	бак. + $N_{30}P_{30}K_{30}$	1,04	1,20	46,0	80,6	64,0	70,1	0,85	4,15
	бак. + $N_{60}P_{60}K_{60}$	1,04	1,20	47,1	74,0	61,8	76,5	0,89	2,85

В среднем по опыту произошло увеличение содержания органического вещества в почве в зависимости от вида агроценоза и фонов удобрений, увеличилось содержание легкогидролизуемого азота, которое характеризуется как повышенное и высокое, повысилась суммапоглащённых оснований. Отмечается снижение содержания фосфора и калия, что объясняется высоким их выносом. Принятые нормы удобрений его не компенсируют. Несмотря на это, содержание калия в почве характеризуется как повышенное и высокое, содержание фосфора – как высокое.

В почвах под многолетними агроценозами козлятника и костреца происходит снижение кислотности. Следовательно, возделывание многолетних трав важно не только с точки зрения получения дешёвых и высококачественных кормов, но и как биологических мелиорантов, улучшающих агрофизические и агрохимические свойства почвы.

Выводы

При условии распашки многолетних агроценозов козлятника и костреца и их смесей седьмого года жизни в биологический круговорот вовлекается до 15,45 т/га свежего органического вещества, содержащего 4,09–6,95 т/га углерода,121–318,8 кг/га азота,15–27,6 кг/га фосфора, 25,2–89 кг/га калия.

В зависимости от вида агроценоза и элементов технологии, растительные остатки отличаются по своей структуре, по концентрации в них элементов питания по соотношению C:N.

Под влиянием многолетних травосмесей отмечено улучшение агрофизических и агрохимических свойств почвы. Содержание агрономически ценных агрегатов увеличилось на 22,6–36,6,0%, водопрочных агрегатов на 0,4–14,7%. Кроме того, происходит снижение кислотности почвы,что позволяет изучавшиеся смеси рекомендовать в качестве биологических мелиорантов.

С помощью изучаемых элементов технологии возделывания многолетних трав можно оказывать направленное воздействие на процессы разложения органического вещества в почве и способствовать сохранению и воспроизводству плодородия почв.

Литература

1. Беляк, В.Б. Агробиологические и технологические основы возделывания нетрадиционных и малораспространённых культур в системе полевого кормопроизводства Среднего Поволжья / Автореф. дисс. д-ра с.-х. наук. – М., 1996. – 87 с.

2. Беляк, В.Б. Интенсификация кормопроизводства биологическими приёмами / В.Б. Беляк. – Пенза, 1998. – 181 с.

3. Кшникаткина, А.Н. Козлятник восточный / А.Н. Кшникаткина. – Пенза, 2001. – 287 с.

4. Кшникаткина, А.Н. Влияние козлятника на физические свойства выщелоченного чернозёма / А.Н. Кшникаткина, А.А. Галиуллин // Современные проблемы науки АПК: Материалы науч. конф. профессорско-преподавательского состава и специалистов с.-х. – Пенза, 1999 – С. 58–59.

5. Левин, Ф.И. Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определения по урожаю основной продукции / Ф.И. Левин // Агрохимия. – 1977. – № 8. – С. 36–42

6. Медведев, В.В. Оптимизация агрофизических свойств чернозёмов / В.В. Медведев. – М: Агропроиздат, 1988. – 160 с.

———

УДК 633.367:631.452:631.445.4

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЛЮПИНА НА ПЛОДОРОДИЕ ЧЕРНОЗЁМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО

А.И. Яковлев

В результате исследований установлено положительное влияние на плодородие чернозёма выщелоченного люпина белого и узколистного. Разработаны основные приёмы адаптивной технологии возделывания люпинов.

В связи с ограничением техногенных и расширением биологических приёмов интенсификации земледелия возрастает интерес к люпину, который по содержанию переваримого протеина в зерне и по обеспеченности им кормовой единицы наравне с соей стоит на одном из первых мест среди зернобобовых культур, повышает плодородие почвы, ценен как предшественник, источник высокобелковых добавок.

Экспериментальная работа выполнена в 2000–2002 гг. на опытном поле Пензенского НИИСХ, которое расположено в первой агроклиматической зоне Пензенской области и характеризуется высоким уровнем плодородия. Почва опытного участка – тяжелосуглинистый, среднемощный, выщелоченный чернозём. Содержание гумуса в пахотном слое 6,47% (по Тюрину); $pH_{сол.}$ – 5,8; N – 30,5; P_2O_5 – 18,8 и K_2O – 10,5 мг/100 г почвы (по Чирикову); степень насыщенности основаниями – 44,5%, содержание углерода – 3,75%. Перед закладкой опыта агрофизические свойства почвы в слое 0–30 см имели следующие показатели: плотность сложения 1,1 г/см^3, агрономически ценных агрегатов – 66,8%, коэффициент структурности – 2,04. Погодные условия в годы исследований значительно различались.

Цель исследований: установить возможность и целесообразность возделывания белого и узколистного люпина; разработать приёмы возделывания люпина.

В задачи исследований входило:

- провести агроэкологическую оценку зернобобовых культур;
- оценить виды люпина, оптимально адаптированные к местным природно-климатическим условиям при возделывании на зерно и зелёное удобрение;
- установить влияние норм высева, бактериальных и минеральных удобрений на урожай зерна и зелёной массы люпина;
- изучить химический состав зерна, зелёной массы и органических остатков;
- выявить влияние люпина на основные элементы плодородия чернозёма выщелоченного;

Выполнение задач осуществлялось путём постановки полевых опытов и лабораторных исследований. Полевые опыты закладывались в соответствии с существующими методическими указаниями (Доспехов Б.А., 1989). Повторность опыта – трёхкратная. Размещение делянок – систематическое одноярусное, учётная площадь делянки – 50 $м^2$.

Объектом наших исследований служил сорт люпина белого Гамма (*Lupinus albus* L.) и сорт люпина узколистного Кристалл (*Lupinus angustifolius* L.). В качестве стартовых доз применялось удобрение $N_{30}P_{30}K_{30}$ и $P_{30}K_{30}$ в качестве бактериального – ризоторфин. Предшественником в опыте служила озимая пшеница.

В попытке стабилизировать производство высокобелкового зерна нами проводилась работа по изучению зернобобовых культур как традиционных, так и ранее не возделывавшихся: нут, соя, люпин белый, люпин узколистный, бобы кормовые, чечевица.

Исследования по этому вопросу проведены в предшествующие годы на опытном поле ПензНИИСХ. В результате исследований была изучена величина и вариабельность урожайности зернобобовых культур (табл. 1).

Наименьшей урожайностью (0,72 т/га) и устойчивостью (коэффициент вариации 30,4%) отличалась соя. Наибольшей устойчивостью характеризовались нут и чечевица. Люпин белый сформировал самую большую урожайность зерна – 2,31 т/га при удовлетворительной устойчивости (20,7%). Средние показатели урожайности и устойчивости отмечались у гороха Труженик.

Данный опыт подтвердил необходимость большего изучения белого и узколистного люпинов в условиях Пензенской области, и разработки их основных технологических приёмов их возделывания.

Таблица 1 – Сравнительная урожайность зернобобовых культур и её варьирование на выщелоченном чернозёме (1997–2001 гг.)

Культура	Сорт	Средняя урожайность, т/га	Коэффициент вариации
Горох	Труженик	1,77	20,5
Чечевица	Веховская	1,15	18,2
Нут	Юбилейный	1,47	16,5
Бобы кормовые	Пензенские 16	1,48	21,3
Люпин белый	Гамма	2,31	20,7
Люпин узколистный	Кристалл	1,22	21,2
Соя	Магева	0,72	30,4
$НСР_{05}$		0,21	

В результате проведённых опытов была установлена слабая реакция люпина на внесение под посев стартовых доз минеральных удобрений. Однако более высокую урожайность зелёной массы и зерна люпин белый сформировал на фоне бактериальное удобрение+$N_{30}P_{30}K_{30}$, превышение по отношению к контролю по зелёной массе составило 28,3%, по урожаю зерна – 10,9%. При выращивании люпина узколистного применение бактериального удобрения совместно со стартовыми дозами полного удобрения обеспечило прибавку урожая зелёной массы на 13,8%, зерна – 15,2%.

Оптимальная норма высева всхожих семян для люпина белого – 0,8 млн./га, для узколистного – 1,2 млн./га. При этом урожай зелёной массы был выше, чем на контроле, у люпина белого на 6,2% и у люпина узколистного на 18,9%. Урожайность зерна при данных нормах высева превысить контроль на 12,7% у люпина белого и 11,8% – узколистного.

Большее содержание кормовых единиц в 1 кг абсолютно сухого вещества (АСВ) зелёной массы люпина белого также обеспечил вариант с нормой высева 0,8 млн. шт./га (0,98), переваримого протеина – 146,4 г, обменной энергии – 11,14 МДж. У люпина узколистного при норме высева 1,2 млн./га в 1 кг АСВ содержалось 1,0 кормовых единиц, 136,8 переваримого протеина, 11,0 МДж обменной энергии. В 1 кг сухого вещества зерна содержалось: у люпина белого – до 372,6 г переваримого протеина, 1,41 кормовых единиц и 14,51 МДж обменной энергии; у люпина узколистного – 270,3 г, переваримого протеина, 1,35 кормовых единиц и 13,4 МДж обменной энергии.

В нашу задачу входило: изучение изменений массы корневых остатков в пахотном слое, а также пожнивная масса в зависимости от различных видов вносимых удобрений. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Масса сухого вещества пожнивных и корневых остатков в зависимости от фона удобрений (2000–2002 гг.), т/га

Варианты	Корневые остатки в слое почвы 0–30 см	Пожнивная масса	Солома	Всего органического вещества
Люпин белый Гамма				
Контроль (без удобрений)	3,00	1,35	4,58	8,93
Бактериальное удобрение	3,24	1,45	4,82	9,51
Бактериальное + $P_{30}K_{30}$	3,52	1,76	4,90	10,18
Бактериальное + $N_{30}P_{30}K_{30}$	3,84	1,92	5,08	10,84
Люпин узколистный Кристалл				
Контроль (без удобрений)	2,92	1,31	2,76	6,99
Бактериальное удобрение	3,20	1,44	2,90	7,54
Бактериальное + $P_{30}K_{30}$	3,24	1,62	2,98	7,84
Бактериальное + $N_{30}P_{30}K_{30}$	3,32	1,66	3,18	8,16
$НСР_{05}$:				
для фактора – фоны удобрений	0,062	0,053	0,098	0,58
для фактора – виды люпина	0,044	0,025	0,133	0,43
для взаимодействия	0,088	0,075	0,074	1,19

В результате исследований установлено, что вес сухих корневых остатков зависел от погодных условий вегетации и от вида применяемых удобрений. За период 2000–2002 гг. люпин белый накопил от 3,00–3,84 т/га биомассы корней, узколистный – 2,92–3,32 т/га. Наибольшее накопление корней наблюдалось у обоих видов люпина на варианте бактериальное удобрение+$N_{30}P_{30}K_{30}$, где превышение над контрольным вариантом составило 0,4 и 0,84 т/га.

Применение удобрений повлияло и на массу пожнивных остатков. Пожнивная масса у люпина белого варьировала от 1,35 до 1,92 т/га, у узколистного – 1,31–1,66 т/га. Хорошие показатели имели варианты с применением комплексных удобрений в сочетании бактериальное удобрение+$N_{30}P_{30}K_{30}$, где масса пожнивных остатков была выше контроля на 0,35–0,57 т/га.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что обработка семян бактериальным удобрением и внесение под посев стартовых доз фосфорно-калийных и полного удобрений увеличивало массу корней люпина, а также массу пожнивных остатков по сравнению с неудобренным фоном, хотя и на нем люпины оставляют достаточно большое количество органического вещества.

Помимо удобрений изучалось изменение массы корневых остатков в слое почвы 0–30 см, а также пожнивной массы люпина, в зависимости от различных норм высева (табл. 3).

Таблица 3 – Масса сухого вещества пожнивных и корневых остатков в зависимости от норм высева (2000–2002 гг.), т/га

Нормы высева	Корневые остатки в слое почвы 0–30 см	Пожнивная масса	Солома	Всего органического вещества
Люпин белый Гамма				
контроль – 0,6 млн. шт/га	3,08	1,39	4,40	8,87
$Н_в$ – 0,8 млн. шт/га	3,28	1,47	4,96	9,71
$Н_в$ – 1,0 млн. шт/га	3,88	1,94	5,00	10,82
$НСР_{05}$	0,098	0,071	0,183	0,67
Люпин узколистный Кристалл				
контроль – 1,0 млн. шт/га	2,52	1,13	2,70	6,35
$Н_в$ – 1,2 млн. шт/га	2,96	1,33	3,02	7,31
$Н_в$ – 1,4 млн. шт/га	3,80	1,90	2,82	8,52
$НСР_{05}$	0,124	0,097	0,116	0,59

Вес сухих корневых остатков изменялся по годам и зависел от нормы высева. При большей площади питания масса корней в пахотном слое почвы была меньше, чем при более загущенном посеве. Так, в опыте с люпином белым масса корневых остатков составляла 3,08–3,88 т/га. Большее накопление корней в пахотном слое почвы наблюдалось на варианте с нормой высева 1,0 млн. шт./га – 3,88 т/га, что превосходило вариант с нормой высева 0,6 млн. шт./га на 0,8 т/га. Наблюдения за накоплением корней у люпина узколистного показали такую же тенденцию к возрастанию корневой массы с повышением нормы высева. Так, в среднем за три года масса корневых остатков составила 2,52–3,8 т/га, большую корневую массу имел люпин узколистный на варианте с нормой высева 1,4 млн. шт./га, которая превосходила посев с нормой высева 1,0 млн. шт./га на 1,28 т/га.

С повышением нормы высева изменялась в сторону увеличения и масса пожнивных остатков. У люпина белого она составила в среднем за годы изучения 1,39–1,94 т/га, у узколистного – 1,13–1,9 т/га.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что увеличение норм высева люпина достоверно приводит к большему накоплению в пахотном горизонте почвы (0–30 см) корневых остатков, а также большей массе пожнивных остатков и соломы.

В наших исследованиях установлено, что одновременно с органической массой в почву поступало у люпина белого до 213,48 кг азота (опыт с удобрениями) и 184,54 кг азота (опыт с нормами высева), а у люпина узколистного – соответственно до 166,5–139,02 кг/га азота. Также поступало до 75,84 (бактериальное+$N_{30}P_{30}K_{30}$)–45,52 кг/га ($Н_В$ – 1,0 млн. шт./га) фосфора с органической массой

люпина белого и 97,52–36,02 кг/га – люпина узколистного. Калия в почву поступало 97,52–61,34 кг/га с органической массой люпина белого и 90,3–56,76 кг/га – люпина узколистного.

Таким образом, потенциальные возможности биологизации земледелия могут быть реализованы за счёт посевов люпина, что позволяет ограничить потребление азотных удобрений, и одновременно увеличить накопление в почве органического вещества и биогенного азота.

Люпин улучшает физическое состояние почвы: повышает влагоёмкость и содержание водопрочных агрегатов, уменьшает уплотнённость пахотного и подпахотного горизонтов за счёт биодренажа корневой системой, что формирует благоприятный водный и питательный режимы (Яговенко Л.Л., Яговенко Г.Л., 2001).

Данные наших опытов позволяют сделать заключение, что люпин способствует улучшению структурного состава почвы (табл. 4). На вариантах без применения удобрений содержание агрономически ценных агрегатов увеличивалось как после возделывания белого, так и после люпина узколистного.

Применение удобрений положительно повлияло на содержание агрономически ценных агрегатов на всех вариантах опыта. Коэффициент структурности в опыте превосходил первоначальную цифру по всем вариантам как у белого, так и у узколистного люпина (табл. 5).

Как показали исследования, отмечается повышение содержания агрономически ценных агрегатов как после возделывания люпина белого, так и после люпина узколистного при различных нормах высева. В опыте с белым люпином агрономически ценные агрегаты составили 68,8–70,1%, лучшим был вариант с нормой высева 1,0 млн./га (70,1%). В опыте с люпином узколистным ценные агрегаты составили 68,9–69,6%, лучшим был вариант с нормой высева 1,4 млн./га (69,6%).

Коэффициент структурности превосходит первоначальный показатель по всем вариантам опыта у обоих видов люпина. Причём он также повышается с увеличением нормы высева.

Нами было проведена оценка аллелопатической активности предшественника, учитывающая его токсическое влияние на последующую культуру севооборота, в частности на люпин белый и люпин узколистный. Анализ полученных данных позволил сделать вывод о высокой устойчивости люпина к корневым выделениям большинства сельскохозяйственных культур. Подавление всхожести семян люпина колинами доходит до 29%, что говорит о слабой и средней степени аллелопатического воздействия, которое необходимо учитывать при расчёте нормы высева люпина.

Таблица 4 – Структурный состав почвы (0–30 см) в зависимости от вида люпина и фона удобрений (2000–2002 гг.)

Вариант опыта	Содержание агрегатов (%), размер частиц в мм										
	> 10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25	>10 + < 0,25	АЦС
Перед закладкой опыта (весна)	29,1	13,2	12,0	14,0	9,1	11,9	4,0	2,5	4,1	33,2	66,8
Люпин белый Гамма (осень)											
Контроль (без удобрений)	27,2	7,3	8,2	14,6	9,7	17,0	5,0	7,0	4,0	31,2	68,8
Бактериальное	27,2	7,6	8,2	14,6	10,7	16,3	4,8	7,1	3,8	31,0	69,0
Бак. + $P_{30}K_{30}$	26,8	8,9	8,4	14,8	10,2	16,0	4,6	6,5	3,8	30,6	69,4
Бак. + $N_{30}P_{30}K_{30}$	26,5	8,6	9,0	14,0	10,2	16,1	4,6	6,3	3,7	30,2	69,8
Люпин узколистный Кристалл (осень)											
Контроль (без удобрений)	27,5	8,1	10,0	13,2	9,8	15,7	5,3	6,5	3,9	31,4	68,6
Бактериальное	27,3	8,0	10,1	13,0	10,0	16,0	5,0	6,8	3,8	31,1	68,9
Бак. + $P_{30}K_{30}$	26,3	10,4	10,4	12,7	10,3	15,9	4,8	5,4	3,8	30,1	69,9
Бак. + $N_{30}P_{30}K_{30}$	26,5	10,4	9,2	12,6	10,1	16,6	4,1	6,8	3,9	30,4	69,6
Люпин белый Гамма (осень)											
H_B – 0,6 млн. шт/га	27,8	9,0	9,3	10,8	10,8	15,9	5,4	7,6	3,4	31,2	68,8
H_B – 0,8 млн. шт/га	27,3	9,5	9,5	12,0	10,4	15,1	5,2	7,3	3,7	30,0	69,0
H_B – 1,0 млн. шт/га	26,0	11,5	9,0	12,1	11,4	14,4	5,1	6,6	3,9	29,9	70,1
Люпин узколистный Кристалл (осень)											
H_B – 1,0 млн. шт/га	27,3	10,3	9,2	13,7	9,9	16,1	4,5	5,2	3,8	31,1	68,9
H_B – 1,2 млн. шт/га	27,2	10,0	9,0	12,8	10,6	16,4	4,5	5,6	3,9	31,1	68,9
H_B – 1,4 млн. шт/га	26,3	9,3	9,4	13,0	10,2	16,6	5,4	5,7	4,1	30,4	69,6

Таблица 5 – Агрофизические свойства почвы (0-30 см) в зависимости от вида люпина и фона удобрений (2000–2002 гг.)

Варианты	Агрономически ценные агрегаты (10-0,25 мм), %	Коэффициент структурности
Перед закладкой опыта (весна)	66,8	2,04
Люпин белый Гамма (осень)		
Контроль (без удобрений)	68,8	2,21
Бактериальное удобрение	69,0	2,22
Бактериальное + $P_{30}K_{30}$	69,4	2,27
Бактериальное + $N_{30}P_{30}K_{30}$	69,8	2,31
Люпин узколистный Кристалл (осень)		
Контроль (без удобрений)	68,6	2,18
Бактериальное удобрение	68,9	2,22
Бактериальное + $P_{30}K_{30}$	69,9	2,32
Бактериальное + $N_{30}P_{30}K_{30}$	69,6	2,30
Люпин белый Гамма (осень)		
$H_в$ – 0,6 млн. шт/га	68,8	2,21
$H_в$ – 0,8 млн. шт/га	69,0	2,23
$H_в$ – 1,0 млн. шт/га	70,1	2,34
Люпин узколистный Кристалл (осень)		
$H_в$ – 1,0 млн. шт/га	68,9	2,22
$H_в$ – 1,2 млн. шт/га	68,9	2,22
$H_в$ – 1,4 млн. шт/га	69,6	2,29

Результаты исследований по степени аллелопатического воздействия люпина белого и узколистного, возделываемых в качестве предшественника, показали, что оба вида люпина создают благоприятный аллелопатический фон для озимой пшеницы и яровых культур и могут использоваться в качестве предшественника.

Проведённые исследования позволяет рекомендовать для возделывания в хозяйствах Пензенской области люпин белый и люпин узколистный в качестве белковых добавок при приготовлении концентрированных кормов. Оптимальные нормы высева люпина белого – 0,8 млн. всхожих семян на 1 га, люпина узколистного – 1,2 млн. всхожих семян на 1 га. Обязательным агроприёмом при возделывании люпина является инокуляция семян ризоторфином.

УДК 631.452 (292.485):(470.4)

К ВОПРОСУ РАЗВИТИЯ ОБЩЕЙ КОНЦЕПЦИИ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ ПОЛЕВЫМИ КУЛЬТУРАМИ В ЛЕСОСТЕПИ ПОВОЛЖЬЯ

А.В. Бойко

В статье представлены материалы исследований продуктивности пашни в зависимости от различных севооборотов, а также воспроизводства плодородия почвы на основе накопления органического вещества различными сельскохозяйственными культурами.

Воспроизводительная способность агрофитоценозов отражается в величинах соотношений между биомассами поступающих в почву растительных остатков и отчуждаемыми урожаями основной и побочной продукции. Если отношение растительных остатков поступающих в почву к вывозимым (отчуждаемым) массам больше единицы, складывается положительный баланс возврата мертвого растительного органического вещества. В этом случае при отсутствии непроизводительных потерь через минерализацию происходит его накопление. Однако накопление перегноя и детрита происходит и при соотношениях органических остатков к отчуждаемым массам меньше единицы. Это бывает, когда растительные остатки концентрируются в небольшом слое почвы за счёт соответствующих способов обработки или на её поверхности под растительным покровом без применения обработки. В этом случае полная минерализация растительных остатков оказывается непосильной для населяющих указанные слои микроорганизмов. Это обуславливает формирование дернины под покровом многолетних трав [1] или её подобия в формах детритно-перегнойных накоплений при безотвальных обработках почвы после уборки однолетних культур [2].

Главными задачами в воспроизводстве плодородия В.Р. Вильямс [1] считал двулетнее использование многолетних бобово-злаковых смесей для оструктуривания почвы за счёт злаковых трав и накопления в верхнем слое и на поверхности полей растительных остатков в основном за счёт бобовых трав. Эти остатки должны были осенью глубоко заделываться отвальными плугами с предплужниками для накопления свежего гумуса в условиях анаэробиозиса и упрочнения структурных агрегатов. Для создания мощного пахотного слоя В.Р. Вильямс рекомендовал ежегодно проводить глубокую осеннюю вспашку плугами с предплужниками после предварительного послеуборочного лущения стерни. За счёт разрушаемого вспашками органического вещества и оструктуривания почвы предусматривалось формирование высоких урожаев по-

следующих за многолетними травами культур. Использование чистых паров В.Р. Вильямс считал неоправданным агроприёмом.

По Т.С. Мальцеву [2], оструктуривание почвы происходит и под воздействием однолетних (в основном зерновых) культур при условии их возделывания на плотной поверхностно обрабатываемой почве. Обеспечение же высоких и устойчивых урожаев он в основном предусматривал за счёт использования чёрных чистых паров под яровую пшеницу в количестве 20–25% от общих площадей пашни. В парах разрушались органические остатки предшествующих культур, накапливалась вода и уничтожались всходы сорняков. Чем выше полученный урожай, тем больше после него остается растительных остатков для обновления органического вещества, утверждал Т.С. Мальцев. Для создания мощного пахотного слоя он проводил безотвальную обработку на глубину 40–50 и более сантиметров и считал, что только при этом условии можно достигнуть значительного повышения урожайности. Т.С. Мальцев никогда не выступал против посева многолетних трав там, где они хорошо растут и дают высокий урожай сена. Однако, при этом считал пользование многолетними травами целесообразно ограничить одним годом с обязательным условием – проводить два укоса в лето.

В сущности Т.С. Мальцев развил общую концепцию воспроизводства плодородия почвы, начатую В.Р. Вильямсом. Однако положения, выдвинутые В.Р. Вильямсом и Т.С. Мальцевым, не могли распространяться повсеместно без учёта природных особенностей регионов, зон и отдельных ландшафтов.

После длительных поисков иных концептуальных подходов в стране были повсеместно разработаны зональные системы земледелия. Однако в них недостаточно учитывались конкретные местные условия и потенциальные возможности самих возделываемых культур в производимой продукции и воспроизводства почвенного плодородия. Поэтому их применение на практике также не осуществилось.

Возникают вопросы, насколько сохранилась значимость общей концепции воспроизводства плодородия почвы растениями в свете положений, выдвинутых В.Р. Вильямсом и Т.С. Мальцевым, и её дальнейшего развития в настоящее время с учётом местных условий. И это не случайно, поскольку многие землепользователи необоснованно расширяют площади под чистыми парами и применяют другие агроприёмы, эффективность которых не подтверждена местными многолетними исследованиями и практическим опытом. В то время как увеличивается необходимость наращивания производства качественной растениеводческой продукции для удовлетворения постоянно растущего рыночного спроса. Параллельно с этим обостряются вопросы сохранения и воспроизводства плодо-

родия почв для сохранения жизненной среды планеты. Решения этих двух проблем неразделимы в своих предназначениях. Исходя из этого, вопросы развития общей концепции воспроизводства плодородия почв полевыми культурами чрезвычайно актуальны в планетарном масштабе.

Преимущество занятых паров перед чистыми в местных условиях было показано в 50–60-е гг. прошлого столетия [3]. Была выявлена возможность получения всходов озимых культур по занятым парам при своевременном выполнении всех работ на соответствующем технологическом уровне. Этот агроприём оправдывался и экономически за счёт получения дополнительной продукции парозанимающих культур. Были рекомендованы условно оптимальные площади под чистыми парами в зависимости от особенностей хозяйства и его возможностей.

В последующий период нами углубленно изучены особенности чистых и занятых паров, в частности их влияние не только на урожаи озимых культур, но и общую продуктивность севооборотов и состояние плодородия почвы.

Таблица 1 –Зависимость между основанными показателями плодородия почвы и продуктивностью севооборотов с чистыми и занятыми парами

Показатели	Время определения	С чистыми парами	Без чистых паров
N нитр., мг/100 г	весна	4,15	4,16
	конец вегетации	2,40	2,43
N гидр., мг/100 г	весна	9,61	9,88
	конец вегетации	7,42	7,64
P_2O_5, мг/100 г	весна	18,96	18,13
	конец вегетации	18,14	17,99
K_2O, мг/100 г	весна	19,22	18,99
	конец вегетации	17,93	17,65
Гумус, %	конец вегетации	7,41	7,55
Органические остатки прошлых лет, ц/га в с.в.	конец вегетации	15,05	15,22
Потенциальная засоренность, млн.шт./га	конец вегетации	42,84	43,00
Доступная вода в метровом слое, т/га	в сред. за 3 срока	799	784
Продуктивность агрофитоценозов, ц/га корм. ед.	конец вегетации	297	317
Урожай озимых, ц/га	конец вегетации	37	34

Примечание: агрохимические показатели плодородия почвы приведены усреднённо из 175 наблюдений по пяти севооборотам. Урожаи озимых культур приведены в среднем за 9 лет по чистым и занятым парам.

В таблице 1 приведены результаты наших исследований с почвой за 10 лет её использования, одну ротацию десятипольных севооборотов с чистыми и занятыми парами. При замене чистых паров занятыми на одинаковом фоне удобренности улучшился азотный режим почвы, усиливалось использование из почвы фосфора и калия, возросло накопление органического вещества (органических остатков прошлых лет, гумуса) но ухудшился водный режим и возросла потенциальная засоренность.

Особенно сильно проявляется сороочищаемая роль чистого пара в севооборотах зерновой специализации (100% зерновых) и в меньшей степени там, где зерновые сочетаются с пропашными культурами и травами (60% зерновых).

Влияние чистого пара на снижение засорённости посевов проявлялось на первых четырёх, и даже пятой–седьмой после него культурах. Озимые культуры по занятым парам формировали урожай зерна ниже на 3 ц/га. Общая продуктивность севооборотов с занятыми парами была выше на 20 ц корм. ед.

Наибольшие валовые сборы продукции обеспечивают севообороты с чистыми и занятыми парами, в основу которых положен плодосмен, сочетающий зерновые, пропашные культуры и травы. По результатам 15-кратной оценки по нашим наблюдениям наибольшую продуктивность (35–38 ц/га корм. ед.) обеспечили полевые севообороты, имеющие в структуре посевов 50–60% зерновых культур, соответственно 20 и 10% пропашных и 10% чистых паров и по 20% многолетних трав в каждом. По комплексной оценке выделился 60% уровень насыщения их зерновыми культурами.

Наблюдения за динамикой урожаев показали, что положительное последействие чистого пара заканчивается на третьих после него культурах.

Нами установлено соотношение отдельных групп культур для стабилизации содержания органического вещества (гумуса) в почве. В зернопаропропашных севооборотах и их звеньях содержание гумуса снижается, а под культурами сплошного сева, включая одно поле клевера, повышается. Для компенсации снижения гумуса на одно поле чистого пара и одно поле пропашных культур необходимо иметь в севооборотах 6–9 культур сплошного сева, включая одно поле многолетних бобовых трав.

По нашим наблюдениям, введение клевера 1-2 лет пользования взамен пара во второй севооборот и смеси клевера с люцерной и кострецом 2-3 летнего пользования взамен пара и пропашных культур в третий севооборот, соответственно, увеличивало под последующей за травами рожью количество органического вещества в почве, её биологическую активность, содержание в ней гумуса и

количество агрономически ценных структурных агрегатов. Уплотнение почвы сохранялось в оптимальных пределах (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние многолетних трав в полевом севообороте на отдельные показатели плодородия почвы

Показатели	Севооборот		
	зернопаропропашной	зернотравянопропашной	зернотравяной
Содержание агрегатных частиц, 3–1 мм, %	28,2	28,4	38,9
Плотность почвы, г/см^3	1,04	1,17	1,16
% разложения льняной ткани	21	30	33
Масса растительных остатков прошлых лет, ц/га	28	33	34
Углерод в пересчёте на гумус (откл. от исход. знач., %)	0,44	0,58	0,63

Примечание: органический углерод и гумус приведён в среднем по двум полям и за два срока определения, разложение льняной ткани в среднем за 3 года, агрегатный состав и количество растительных остатков в среднем по двум полям.

Из таблицы 2 видно, что в большей степени приведенные показатели улучшились после использования в посевах смеси клевера с люцерной и кострецом при параллельном увеличении сроков её использования. Это соответствует концептуальному положению В.Р. Вильямса о значении использования многолетних бобово-злаковых смесей для воспроизводства плодородия почвы. Однако, как видно, эти показатели, хотя и в меньшей степени, но улучшались и после использования посевов одного клевера без злакового компонента.

Лесостепь Поволжья – благоприятная зона для возделывания клевера, люцерны и других многолетних бобовых трав. По данным Д.С. Арбузова [4], почва в основном обогащается органическим веществом уже в первый год пользования многолетними травами. Поэтому клевер одного года пользования заслуживает особого внимания. Если клевер использовать в течение двух лет, получается как бы лишний год его холостого хода, как предшественника других культур, поставщика для них дешёвого азота и органических остатков, мульчирующих верхние слои пахотных горизонтов. При удлинении сроков использования трав в севооборотах и в их выводных полях сокращается скорость оборота оставляемых на каждом из полей органических остатков. В результате воспроизводства гумуса за счёт использования трав снижается на всей севооборотной площади (табл. 3).

Таблица 3 – Эффективность увеличения скорости оборота органического вещества, оставляемого многолетними бобовыми травами в зернотравяных севооборотах на выщелоченных чернозёмах Пензенской области

Показатели	Варианты севооборотов	
	клевер в севообороте 25%	люцерна в выводном поле севооборота 25%
В опытах 1986-1991 гг. за ротацию среднегодовой урожай зерна, т/га	2,44	2,41
Валовой выход сырого белка, т/га	2,33	2,05
Отлонения содержания гумуса от исходных значений через 5 лет, в слое 0-30 см, %	0,58	0,44
Среднегодовой баланс воспроизводства гумуса травами за три года, т/га в опытах 1996-1998 гг.		
по азоту	3,6	1,7
по углероду	0,2	-0,2

Как видно из таблицы, при ежегодной распашке клеверища воспроизводство гумуса заметно возрастает, по сравнению с выводным полем люцерны, распахиваемым раз в три-четыре года. Люцерна до распашки в течение двух-трёх предшествующих лет оставляет в почве корневой опад, составляющий в среднем лишь 32% всей корневой массы. Клевер ежегодно оставляет всю корневую массу. Люцерна при двуукосном использовании не перекрывает отчуждаемую наземную массу, оставляемой корневой массой. В результате при таком её использовании складывается отрицательный баланс по углероду.

Рациональным будет использование многолетних трав в виде скороспелых сеяных залежей с целью расширения использования их в качестве предшественника отдельных культур.

Для примера можно привести один из вариантов такого чередования трав и интенсивного севооборота.

Выделяется два земельных массива (две севооборотных площади, на каждой из которых по 4 поля). Одна площадь занимается скороспелой залежью по схеме:

1. Однолетние травы + клевер + люцерна
2.
3. травы
4.

На второй площади после залежи размещается интенсивный четырёхпольный севооборот с озимыми пропашными (техническими) и яровыми зерновыми культурами:

Годы	Поля			
	1	2	3	4
1	озимые по травяному полупару	пропашные по травяному полупару	пропашные по травяному полупару	травы 4-го года пользования
2	пропашные	яровые зерновые	пар чистый или сидеральный	озимые
3	яровые зерновые	горох	озимые	пропашные
4	крупяные	озимые	пропашные	яровые зерновые

Севооборот сменяется залежью и т.д. во времени. Время использования залежи и, следовательно, доля трав в предлагаемой условной схеме регулируемы.

Таким образом, предлагаемое чередование скороспелой залежи и севооборота позволит усилить действие и последействие трав на остальные культуры и расширить озимый клин, а главное оставлять в почве органического вещества на каждом поле значительно больше, чем при использовании ежегодно распахиваемого клеверища, выводных полей севооборотов или увеличения насыщения их травами.

По нашим наблюдениям, в конце вегетации сельскохозяйственных культур и после их уборки не только в обрабатываемых, но и в подпахотных слоях почвы накапливается нитратный азот. Чем раньше обрабатывается поле, тем больше содержится азота в почве в осенний период. Так, в 1998 г. осенью в слое 0–40 см содержалось нитратного азота под посевами озимых 0,85, под клевером – 0,82, под поздней сентябрьской зябью – 0,79, а под ранней (августовской) зябью 1,50 мг/100 г. Особенно много нитратного азота даже в это время бывает в парующих незасеянных полях (табл. 4).

Таблица 4 – Содержание нитратного азота в выщелоченном суглинистом чернозёме в последней декаде сентября (1997 г.), мг/100 г

Поле (культура)	Слой почвы, см			
	0–20	20–40	40–60	60–80
Чистый пар	10,102	10,864	1,157	0,644
Люцерна	0,258	0,114	0	0
После уборки проса (нерасп.)	0,346	0	0	0
Кострец	0	0	0	0

Как видно, на нераспаханных полях из-под поздних культур (просо) в слое 0–40 см содержание нитратов было значительно меньше, чем под люцерной. А под кострецом нитратный азот отсутствовал. Подобное состояние, как под кострецом, почва по содержанию нитратного азота имеет под естественными растительными

сообществами, в составе которых преобладают злаковые травы. Поэтому под ними сохраняется жёсткий азотный дефицит, что обуславливает не только исключение непроизводительных потерь органического вещества почвы, но и усиление его накопления за счёт увеличения отношения корневых масс к надземным, и, как следствие, отношения возврата к расходу.

Увеличение минерализации органического вещества почвы и его последующих непроизводительных потерь после ранней вспашке полей (августовская зябь) подтверждает положение В.Р. Вильямса о том, что вслед за уборкой сельскохозяйственных раноубираемых культур (в частности зерновых) поля целесообразно поверхностно лущить, а последующую глубокую обработку производить осенью. Такой подход обуславливается не только уничтожением всходов сорняков, появившихся после лущения, но и снижением непроизводительных потерь органического вещества в форме подвижных продуктов его минерализации, в частности нитратного азота.

При использовании предпахотного лущения стерни в восьмипольном полевом севообороте по нашим данным средние урожаи зерна повысились на 0,6 ц/га, за счёт этого увеличилась соответственно и чистая прибыль [5].

К сожалению, в практике земледелия после уборки зерновых поля в большинстве случаев стараются как можно раньше перепахать. Поэтому на пахотных землях, особенно при постоянном применении глубоких отвальных способов обработки почв (вспашки) под зябь, непроизводительно теряется доступный растениям азот и его основной источник – подвижный (обновляемый) гумус. При этом важно заметить, чем больше времени в течение безморозных периодов поля находятся под такой зябью, тем больше они непроизводительно теряют гумус. Для подтверждения данного явления мы сравнивали длину общего безморозного периода по областям Среднего Поволжья и снижение содержания гумуса в среднем за 15 летний срок в пахотном слоях почв (табл. 5).

Таблица 5 – Зависимость изменения содержания гумуса в пахотных слоях почв областей Среднего Поволжья от длительности безморозного периода

Область	Длительность безморозного периода, дней	среднее снижение гумуса за 15 лет, %
Саратовская	161	1,3
Самарская	155	0,8
Пензенская	141	0,6
Татарстан	125	0,3
Ульяновская	118	0,2
Коэффициент корреляции r=0,951		

Если учесть, что зерновые культуры, занимающие основные площади посевов в каждой из приведенных областей, имеют примерно одинаковый вегетационный период, то после их уборки до очередного следующего посева в лесостепной зоне (Пензенская, Ульяновская области и Татарстан) почва останется незанятой растительностью на меньший срок, чем в Саратовской и Самарской областях.

Находясь под зябью в течение более длительного периода в степной зоне (Саратовская и Самарская области), почвы непроизводительно теряют больше органического вещества за счёт конечных продуктов его минерализации, в том числе из гумусовых запасов. Отсюда можно заключить, что для предотвращения непроизводительных потерь гумуса из почвы необходимо поля занимать растительностью с учётом продолжительности межвегетационного безморозного периода. Чем он длиннее, тем поля должны быть заняты более продолжительное время живой растительностью и распахиваться соответственно позже после предварительного послеуборочного лущения стерни.

Однако это не единственные приёмы регулирования воспроизводства содержания гумуса в почвах. Для выявления других методов мы на выщелоченных чернозёмах зернопаротравянопропашной севооборот уплотняли 20% промежуточных посевов озимой ржи на корм и сравнили с зерновыми севооборотом. Чередование культур было следующим:

1 **зернопаротравяно-пропашной**	2 **зернопаротравяно-пропашной**	3 **зерновой**
1. пар чистый	1. пар чистый	1. горох на зерно
2. озимая пшеница	2. озимая пшеница	2. озимая пшеница
3. картофель	3.оз. рожь на корм (картофель поукосно)	3. озимая рожь
4 яровые зерновые + клевер	4. яровые зерновые + клевер	4. горох на зерно
5. клевер на сено	5. клевер на сено	5. озимая рожь
6. клвер на сено	6. клевер на сено	6. овёс
7. озимая пшеница	7. озимая рожь	7. горох на зерно
8. кукуруза на силос	8. оз. рожь на корм (суданская трава поукосно)	8. озимая пшеница
9. горох на зерно	9. горох на зерно	9. ячмень
10. просо	10. гречиха	10. просо

В структуре первого и второго севооборотов зерновых было по 50% трав по 20%, чистых паров по 10%. Пропашных в первом севообороте было 20%, во втором 10%. Во втором севообороте озимых

на корм и поукосно по ним посевов было соответственно по 20%. В третьем севообороте зерновые и зернобобовые занимали 100% из них озимые 40% и зернобобовые 30%. В осенне-зимне-весенний период под покровом растений в первом севообороте находилось 50% полей, во втором 70%, а в третьем только 40%. Однако в третьем севообороте почва обрабатывалась менее интенсивно, в ней отсутствовали чистые пары и пропашные культуры.

Как видно из таблицы 6, в третьем севообороте валовые сборы зерна и средние урожаи зерновых (в основном за счёт посевов озимых культур) были выше, чем во втором и первом севооборотах.

Таблица 6 – Продуктивность пашни и основные показатели плодородия почвы после завершения ротации севооборотов

Показатели	Севооборот		
	зернопаро-травяно-пропашной	зернопаротравя-нопропашной с 20% промежу-точных культур	зерновой
Средний урожай зерна, ц/га	22,7	23,0	24,6
Валовой сбор зерна с 1 га посева зерновых, ц	113,5	115,0	246,0
Валовой выход протеина с основной продукции ц/га	83,6	67,8	40,7
Валовой сбор всей продукции, ц/га	385	321	297
Полуразложившиеся органические остатки, (в с.в.) ц/га	11,8	20,6	12,0
Гумус, %	7,40	7,25	7,77
N нитрат., мг/100 г	2,90	3,11	2,59
S осн., мг. экв/100 г	40,27	39,69	40,96

Содержание нитратного азота в почве в третьем севообороте было меньше, чем в первом и еще меньше, чем во втором. В условиях недостаточного обеспечения азотом, видимо, ослаблялась активность целлюлозоразрушающих бактерий и усиливалась жизнедеятельность гумификаторов благодаря уменьшению интенсивности обработки почвы. В результате содержание гумуса в почве в третьем севообороте было самым высоким (7,77%), существенно (на 0,52%) выше, чем во втором при наименьшей существенной разнице 0,40%.

Таким образом, несмотря на наименьшее пребывание полей под растительным покровом в осенне-зимне-весенний период, в третьем севообороте сохранилось наибольшее количество гумуса. Определяющим фактором его сохранения следует считать снижение общей интенсивности обработки почвы за счёт замены чистых

паров и пропашных покровом зерновых обеспечившее условия улучшения жизнедеятельности анаэробов – гумификаторов.

При 20% промежуточных посевов во втором севообороте увеличивалось накопление органического вещества в форме полуразложившихся остатков. Это связано с тем, что свежие органические остатки, после уборки озимых на корм, попадают в сухую почву и почти не подвергаются разложению. Вместе с остатками поукосных поздноубираемых культур они осенью также слабо подвергаются разложению и поэтому накапливаются в почве в форме полуразложившейся (детритной) массы.

Таким образом, в севооборотах зерновой специализации снижение интенсивности обработки почвы во времени в сочетании с заменой чистых паров и пропашных культур культурами сплошного сева обеспечивается получение наиболее высоких урожаев и валовых сборов зерна за счёт расширения посевов озимых и зернобобовых культур. При этом в таких севооборотах увеличивается воспроизводство гумуса в почве. Это не соответствует и не противоречит концептуальным положениям В.Р. Вильямса и Т.С. Мальцева, а скорее обуславливается конкретным природно-климатическими, экономическими и рыночными условиями.

В отдельные годы (1955) по данным И.А. Лайкова (Пензенская область) после осенней вспашки ко времени посева ранних яровых в пахотном слое остаются лишь следы нитратного азота (табл. 7).

Таблица 7 – Содержание NO_3 в мг на 1 кг выщелоченного суглинистого чернозёма в период всходов чечевицы по данным И.А. Лайкова [6]

Способы обработки почвы	Слои почвы, см			Среднее
	0–10	10–20	20–30	
Лущение	8,25	сл.	7,15	5,13
Безотвальная вспашка	6,1	сл.	сл.	2,03
Обычная вспашка с оборотом пласта	сл.	сл.	сл.	сл.

Как видно из таблицы 8, потери азота увеличились и при углублении безотвальной обработки, но наибольшими они были при оборачивания пласта. При оборачивании пласта (обычной вспашке) ко времени появления всходов чечевицы в среднем по пахотному слою были лишь следы нитратного азота. При безотвальной обработке его содержалось 2,03 мг в 1 кг почвы, а при поверхностной обработке (лущении) в 2,5 раза больше.

Результаты наших исследований показали, что замену отвальной вспашки безотвальной обработкой можно считать одним из способов сохранения и воспроизводства плодородия почвы (табл. 8).

Таблица 8 – Влияние способов обработки почвы на отдельные показатели её плодородия в пахотном (0-30 см) почвы (данные пятилетних наблюдений)

Показатели	Отвальная вспашка	Безотвальная обработка
Органические остатки в целом по севообороту, ц/га	229	247
Гумус, %	6,1	6,3
Количество структурных агрегатов, %	68,4	70,2
из них водопрочных, %	72,5	74,2
Потенциальная засоренность (семена сорняков, млн. шт./га)	77	94

При замене вспашки безотвальными обработками под все культуры зернопаропропашного севооборота увеличивается содержание органического вещества в почве и улучшается её структурное состояние, однако при этом увеличивается засоренность почвы семенами сорняков. Это подтверждает правоту концептуального положения Т.С. Мальцева о значении необорачивания пахотного горизонта в воспроизводстве плодородия почвы.

Лесостепной регион Поволжья традиционно считается ржаной зоной. Здесь рожь хорошо удаётся по клеверному полупару. По данным И.А. Лайкова и А.М. Суворова [7], рожь на серых лесных почвах Пензенской области по клеверному полупару сформировало урожай выше чем по раннему пару на 3 ц/га. Соответственно больше на 3 ц/га после уборки ржи на этом варианте было учтено органических остатков в воздушно-сухом весе. Рожь хорошо конкурирует с сорной растительностью и поэтому произрастает на безотвальном фоне обработки почвы. Из яровых зерновых по этим признакам выделяется овёс. Овёс, как и рожь, традиционно возделывается в лесостепи Поволжья. По данным тех же авторов, на серых лесных почвах на безотвальном фоне обработки почвы по сравнению с отвальной вспашкой урожай ржи повысился на 4,5%, а овса на 18,7%. Соответственно, после уборки ржи и овса количество растительных остатков на безотвальном фоне обработки было больше на 0,9 и 0,3 ц/га в воздушно-сухом весе. Позже нами была установлена эффективность повторных посевов ржи на безотвальном фоне обработки на выщелоченном чернозёме в севообороте с клевером одного года пользования (табл. 9).

Обобщение многолетних данных показало, что валовые сборы продукции при безотвальной обработке снижаются по сравнению со вспашкой на 5%, содержание гумуса в почве увеличивается на 0,21%, а сумма поглощенных оснований на 1,17 мг экв./100г почвы. Увеличение суммы поглощенных оснований признак раскисления почвенной среды (табл. 10).

Таблица 9 – Эффективность безотвального способа обработки почвы при чередовании культур клевер – рожь – рожь – ячмень+клевер (в среднем за 1986-1991 гг.)

Варианты обработки почвы под ячмень	Откл. от исход. показателей		Средний урожай зерна, ц/га	Общий валовой сбор продукции, ц/га	Экономическая эффективность, %
	гумус (перегной)	сумма поглощ. основан., мг экв./100 г			
Безотвальная обработка	0,58	0,92	24,4	131	108
Вспашка	0,35	0,44	24,4	121	100

Таблица 10 – Влияние отвальных и безотвальных способов основной обработки почвы на валовое производство растениеводческой продукции и основные показатели плодородия в среднем из 5 стационарных опытов

Показатели	Способы обработки		$НСР_{05}$	S x, %
	отвальная вспашка	безотвальная обработка		
Валовой сбор продукции, %	100	95	5	1,3
Гумус. %	6,26	6,47	0,06	0,01
Сумма поглощенных оснований мг экв./100 г	37,97	39,14	1,17	1,1

Таким образом, при замене вспашки безотвальными и поверхностными обработками в почве не только больше накапливается органического вещества в виде перегноя (гумуса) и полуразложившихся остатков, но и снижаются его непроизводительные потери за счёт конечных продуктов минерализации.

По результатам наших опытов продуктивность севооборота: чистый пар, озимая, кукуруза, ячмень, овёс составила при ежегодной глубокой отвальной обработке 218 ц/га корм. ед., при ежегодной поверхностной 224, при применении безотвальной глубокой обработки раз в ротацию под кукурузу – 232, а при применении под неё вспашки 245. при этом расход горючего снизился с 28,54 кг/га при ежегодной глубокой обработке до 11,15 при сочетании поверхностной обработки и вспашки до 8,51 при сочетании её с безотвальной обработкой и до 6,55 кг при ежегодной поверхностной обработке соответственно были сокращены и затраты труда.

Таким образом, выделяя приоритетность безотвального рыхления почвы в воспроизводстве её плодородия через накопление органического вещества и улучшение других показателей, мы убеждаемся в целесообразности сочетания способа во времени с отвальными и поверхностными обработками для получения более

высоких урожаев и снижения засоренности полей. А по сравнению с ежегодной вспашкой такие сочетания позволяют экономить затраты труда и средств

Касаясь утверждения Т.С. Мальцева, что более высокие урожаи обеспечивают и большой возврат растительных остатков, заметим, что суть данного вопроса не в величине общей массы растительных остатков, а в величине их отношений к отчуждаемым с полей урожаям (балансе между возвратом и расходом).

В природе растений существует общая закономерность изменения соотношений между корневыми и надземными массами во времени [8].

При ухудшении обеспечения водой и азотом относительно зольных элементов растения увеличивают эти соотношения, а при улучшении уменьшают их. Изменения отмеченных соотношений соответственно изменяют соотношения между возвратом органического вещества в почву и его расходом на минерализацию и формирование растительных масс.

Такая закономерность проявляется не только у однолетних растений, но и у многолетних трав. Однако известно, что корневая масса многолетних трав (в частности бобовых) растёт на пашне минимум в течение двух лет и обеспечивает положительный баланс воспроизводства органического вещества. Чем более благоприятные условия для роста многолетних трав, тем они больше наращивают корневые и надземные массы. Поэтому при более высоких урожаях в год уборки травы соответственно обеспечивают большой положительный баланс воспроизводства органического вещества несмотря на снижение соотношения корней к урожаю.

Однолетние зерновые культуры не обладают такой способностью, как у многолетних трав. Их корни растут в течение одного года и вместе с пожнивными остатками не обеспечивают положительного баланса воспроизводства органического вещества почвы, если с полей отчуждается (вывозится) побочная продукция (солома). Однако эта побочная продукция является дополнительным резервом зерновых, которого нет у многолетних трав. За счёт использования этого резерва перекрывается отрицательный баланс воспроизводства органического вещества почвы. Важно заметить, что с ростом урожаев зерновых культур соответственно возрастает их способность увеличивать положительный баланс воспроизводства органического вещества в почве (как и у многолетних трав) и формирования на пашне подобия дернины, по Т.С. Мальцеву.

Мы выявили такие способности у яровой пшеницы в благоприятном и засушливом годах. Как видно из таблицы 11, указанные выше особенности зерновых культур подтвердились.

Таблица 11 – Урожай, качество зерна яровой пшеницы и изменения баланса воспроизводства ей органического вещества почвы в благоприятном и засушливом годах

Показатели	Благоприятные годы	Засушливые годы
Урожай зерна, ц/га	29,4	13,0
Отношения корневых масс к надземным	0,39	0,41
Баланс между отчуждаемой основной и побочной продукцией и органическими остатками, ц/га в с.в.	-23,1	-10,2
Перекрытие отрицательного баланса побочной продукцией, ц/га в с.в.	11,54	10,9
Содержание белка в зерне на сухой вес (N x 5,7) %	11,59	16,40
Содержание сырой клейковины, %	22,0	26,6

Кроме того, как видно, в связи с проявлением показанной выше общей закономерности, при засухе за счёт увеличения отношения корневых масс к надземным увеличивался обхват корнями почвенного пространства относительно надземной массы. В результате увеличилось поступление азота в зерно, что обеспечило повышение в нем содержания клейковины и общего белка. Можно полагать, что это явление – одна из основных причин колебания урожаев и качества зерна пшеницы не только по годам, но по зонам и регионам.

Литература

1. Вильямс, В.Р. Общее земледелие с основами почвоведения / В.Р. Вильямс. – М.: Сельхозгиз, 1936. – 641 с.

2. Мальцев, Т.С. Раздумья о земле о хлебе / Т.С. Мальцев. – М., «Наука», 1985. – 293 с.

3. Лайков, И.А. Занятые пары и их эффективность в условиях Пензенской области / И.А. Лайков // Из итогов работ. – Пенза, 1960. – С. 59–73.

4. Арбузов, Д.С. Многолетние травы в полевых и кормовых севооборотах. Травосмеси для полевых севооборотов Пензенской области / Д.С. Арбузов // Из итогов работ. – Пенза, 1960. – С. 74-90.

5. Бойко, А.В. Эффективность лущения стерни и осеннего ухода за ранней зябью / А.В. Бойко, А.В. Сизова // Рекомендации ГОСХОС по внедрению в практику колхозов и совхозов области передовых приёмов сельскохозяйственного производства. – Пенза, 1986. – С. 24–25.

6. Лайков, И.А. Обработка почвы по методу Терентия Мальцева / И.А. Лайков // Пенза, Пензенское книжное изд-во, 1957. – 34 с.

7. Лайков, И.А. Изучение новых прогрессивных приёмов обработки почвы и более рационального использования земельных угодий. Изуче-

ние способов основной обработки почвы на серых лесных почвах // И.А. Лайков, А.М. Суворов // Из итогов работ. – Пенза, 1960. – С. 51-58.

8. Бойко, А.В. Общая закономерность изменения соотношений между корневыми и надземными массами растений во времени и её значение в практической агрономии / А.В. Бойко // Вопросы интенсивности сельскохозяйственного производства в исследованиях ПензНИИСХ. – Пенза, 1999. – С. 36–45.

———

УДК 633.13: 631.5

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ОВСА ГОЛОЗЁРНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ

Н.А. Курятникова, З.А. Кирасиров

В статье представлены материалы исследований по влиянию элементов технологии на урожайность и качество зерна овса голозёрного, а также приведена энергетическая и экономическая оценка в условиях лесостепи Поволжья.

В последнее время возрастает интерес сельхозпроизводителей к голозёрным формам овса. Возделывание этой культуры позволяет получать с единицы площади зерна без плёнки больше и дешевле, чем при выращивании плёнчатого овса с его последующей переработкой для получения ядрицы.

Голозёрный овёс – ценная продовольственная и кормовая культура. Высокое содержание белка, жира, крахмала, витаминов при низком содержании клетчатки обуславливает высокую пищевую и кормовую ценность [1].

В составе белков семян голозёрного овса имеются все незаменимые для человека и животных аминокислоты. По их содержанию белки овса не уступают белкам пшеницы, а по некоторым аминокислотам даже превосходят их [2].

Голозёрный овёс превышает плёнчатый по содержанию сырого белка (14,3–19,5% в зерне голозёрного и 12,4–16,0% в зерне плёнчатых сортов) и жира (соответственно 7,0–8,8 и 4,5–5,8 %) имеет меньше сырой клетчатки в зерне и значительно превышает плёнчатый овёс по содержанию безазотистых экстрактивных веществ [3]. По данным В.В. Иванищева [4], содержание в зерне голозёрного овса сырого протеина составляет 17,4–18,3%, жира 8,93–9,11%, азота 2,81–2,95%, фосфора – 1,04–1,12%.

Голозёрные овсы по сравнению с плёнчатым имеют ряд преимуществ при использовании на пищевые цели. Технология переработки голозёрного овса проще, т.к. отпадает необходимость освобождать ядро от цветочных чешуй.

Наличие в зерне в большом количестве витаминов B_1 и B_{12} позволяет использовать его для кормления молодняка животных всех видов. Питательная ценность овсяной соломы значительно выше, чем соломы других зерновых культур [5].

Положительным качеством голозёрного овса является его неосыпаемость даже при некотором перестое. Всходы голозёрного овса появляются на 2–4 дня раньше по сравнению с плёнчатым.

Вегетационный период голозёрного овса на 12–15 дней короче плёнчатого. Поэтому его начинают убирать сразу после озимых культур, когда уборочные агрегаты более свободны.

Обработка почвы под овёс в значительной степени определяет возможность получения высоких и устойчивых урожаев этой ценной культуры. Рациональная обработка почвы благоприятно влияет на водный, воздушный, питательный режимы почвы, изменяет пористость, водопроницаемость, аэрацию и создаёт благоприятные условия для развития микробиологической деятельности [6-8]. Правильная обработка почвы значительно снижает засорённость посевов овса, уничтожает вредителей и возбудителей болезней.

При отвальном способе обработка проводится отвальными орудиями с полным или частичным оборачиванием обрабатываемого слоя с целью изменения местоположения разнокачественных по плодородию слоев или генетических горизонтов почвы в вертикальном направлении в сочетании с рыхлением, перемешиванием, подрезанием и заделкой растительных остатков и удобрений в почву [9].

При безотвальном способе почву обрабатывают почвообрабатывающими орудиями и машинами без изменения расположения разнокачественных по плодородию слоев и генетических горизонтов с целью рыхления или уплотнения, подрезания сорняков и сохранения растительных остатков на поверхности [10].

Важное место в системе основной обработки почвы занимает лущение стерни, способствующее улучшению фитосанитарного состояния пашни, сохранению и накоплению влаги, уменьшению тягового сопротивления при последующей обработке почвы [11–13].

При размещении голозёрного овса после зерновых и зернобобовых сразу же после освобождения полей от соломы необходимо проводить лущение стерни. Оно выполняется орудиями КПШ-5, КПШ-9, КТС-10 с одновременным боронованием агрегатами БИГ-3, БМШ-15, БМШ-20. Обработка таким агрегатами позволяет крошить,

выравнивать поверхность почвы, создавать контакт между семенами сорняков и падалицей с почвой. По мере появления сорняков до основной обработки почвы осуществляется повторное лущение теми же орудиями, что вызывает истощение сохранившихся наземных органов многолетних корнеотпрысковых сорняков и их уничтожение.

Последующая основная обработка почвы проводится во второй и третьей декадах сентября орудиями ПЛН-4-3,5, ПЛН-5-3,5 и др. на вспашке, плоскорезами ГУН-4, ПГ-3-5, КПГ-250 или плугами со стойками СибиМЭ на безотвальной обработке. На полях после пропашных обработку почвы проводят агрегатами КПШ-5, КПЭ-3,8 в агрегате с игольчатыми боронами БИГ-3А или катками.

Весной на вспаханных с осени полях по мере поспевания почвы и для лучшей её разработки необходимо провести боронование в два следа тяжёлыми боронами. Закрытие влаги лучше проводить боронами в один след, но два раза. На полях, обработанных с осени безотвальными орудиями, весеннее боронование проводят игольчатыми боронами. При отсутствии или недостатке их можно использовать тяжёлые бороны, но в один след, вдоль и поперёк поля. Чтобы не упустить оптимальный срок закрытия влаги, нужно установить тщательное наблюдение за поспеванием почвы, т.к. при задержке с обработкой почвы клёкнет, ухудшается качество крошения и дополнительно теряется влага.

По мере поспевания почвы надо приступить к культивации, и проводить её организованно и с высоким качеством. Культивировать нужно только поперёк вспашки под углом к ней. Глубина предпосевной культивации не должна превышать глубины заделки семян. Каждый агрегат оборудуется боронами и цепными шлейфами.

Глубина заделки семян. Особого внимания в агротехнике заслуживает влияние глубины заделки семян в почву.

Определяя глубину заделки, земледелец преследует главным образом цель обеспечить высеянным семенам необходимые условия увлажнения. Все рекомендации по возделыванию зерновых культур указывают на целесообразность более глубокой заделки семян только при иссушении верхнего слоя почвы [14].

Глубокая заделка ухудшает нужный для прорастания газовый режим, создаёт большое физическое сопротивлению проростку. При слишком глубокой заделке проростки погибают или же выходят на поверхность почвы сильно ослабленными.

По мнению ряда учёных, глубокая заделка, ослабляя проростки, приводит к тому, что колеоптиль прекращает свой рост, не достигнув поверхности почвы [15,16]. Первый лист в этом случае выходит прямо из почвы и существенно повреждается, и формируются ненормальные всходы. Ослабленные проростки чаще здоровых

подвергаются почвенным патогенным микроорганизмам, а ослабленные всходы растений менее устойчивы и поражаются вредителями, болезнями и неблагоприятными, погодными факторами. Недружные запоздалые всходы, полученные в результате неправильно выбранной глубины посева семян, в период вегетации меньше выживают и больше изреживаются.

При мелкой заделке семян узел кущения закладывается позже и неглубоко, что отрицательно сказывается на развитии вторичных корней и ведёт к снижению урожая. Мелкая заделка семян овса способствует увеличению повреждения растений шведской мухой [17]. При глубине заделки семян на 2 см количество растений, поврежденных шведской мухой, составило 7%, на 4 см – 2% [7].

Биологическую сущность преимуществ мелкой заделки семян образно изложил А.И. Мальцев [18]: «Если мы сеем слишком глубоко, то растение пытается исправить нашу ошибку, посылая ввысь стеблевой побег, который над поверхностью почвы образует основу всего тела – узел кущения. Но этим теряется драгоценное время, так, что росток достигает поверхности почвы уже в угнетенном состоянии при пониженной способности к ассимиляции».

Выше перечисленный анализ научных исследований по глубине посева свидетельствуют об отсутствии достаточного материала при возделывании овса. Мы в своей работе ставим задачу установить оптимальную глубину заделки семян голозёрного овса на слабовыщелоченных чернозёмах Пензенской области и её влияние на рост и развитие этой культуры.

Регуляторы роста. В годы с большим количеством осадков и при наличии значительных запасов питательных элементов в почве наблюдается мощное развитие вегетативных органов растений, увеличивается линейный рост и накопление их биомассы, что ведёт к полеганию и потерям основной продукции.

Создание высокоурожайных короткостебельных сортов зерновых культур в значительной мере изменило ситуацию, однако во многих земледельческих районах полегание продолжает наносить значительный ущерб, а уборка полёгших посевов связана с большими трудностями и дополнительными затратами средств.

Для борьбы с полеганием зерновых, задержки роста растений, устойчивости культур к неблагоприятным факторам внешней среды, увеличения продуктивности и качества урожая следует использовать регуляторы роста. Они участвуют в управлении обменом веществ на всех этапах жизни растения и оказывают тормозящее действие на рост стебля в высоту, в результате чего повышается прочность и, следовательно, устойчивость к полеганию.

По мнению многих учёных, в ближайшие годы регуляторы роста растений будут пользоваться на рынке не меньшим спросом, чем гербициды и минеральные удобрения.

Кроме того, обработка посевов регулятором роста, способствует более глубокому залеганию корневой системы, повышает содержание хлорофилла в листьях, что ведёт к усилению фотосинтетической активности растений, улучшает озернённость колоса и увеличивает продуктивную кустистость.

Метеорологические условия в годы проведения исследований. Климат Пензенской области умеренно-континентальный. Континентальность постепенно нарастает с запада на восток. Формируется климат под влиянием сравнительно большого притока солнечной радиации, господства континентального воздуха умеренных широт и удаленности от морей и океанов.

Основными факторами, определяющими формирование урожая сельскохозяйственных культур в области, являются тепло и влага. ГТК, в пределах области изменяется от 0,9 и менее на юге, до 1,1 на севере. Величина гидротермического коэффициента колеблется от 0,4 в засушливые годы, до 1,5–1,7 во влажные.

Исследования проводили в 2004–2006 гг. на опытном поле Пензенского НИИ сельского хозяйства. Годы исследований характеризовались различными гидротермическими условиями периода вегетации, что отражено на рисунках 1 и 2, таблице 1.

Объект исследований – сорт овса Тюменский голозёрный.

Схема опыта:

Фактор А – способ основной обработки почвы

а) отвальная обработка почвы на 20–22 см;

б) безотвальная обработка почвы на 20–22 см.

Фактор В – глубина заделки семян

а) на 3–4 см;

б) на 5–6 см;

в) на 7–8 см.

Фактор С – регулятор роста

а) контроль (без обработки регулятором);

б) с обработкой препаратом ССС (хлорхолинхлорид) методом опрыскивания растений в фазу с конца кущения до начала выхода в трубку.

Почва опытного участка – чернозём слабовыщелоченный, pH – 5,7, содержание гумуса в пахотном слое 5,94%, гидролизуемого азота – 109–111 мг/кг, подвижного фосфора – 150–156 мг/кг и обменного калия – 138–140 мг/кг почвы.

Таблица 1 – Гидротермические показатели по межфазным периодам голозёрного овса в зависимости от глубины посева семян

Показатели	Глубина заделки семян, см	Межфазный период														
		посев – всходы			всходы – кущение			кущение – выход в трубку			выход в трубку – вымётывание			вымётывание – восковая спелость		
		2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
Σ температур, °С	3-4	81,3	121,7	104,9	241,7	236,2	263,3	412,5	372,2	389,5	209,7	224,9	259,2	813,8	797,1	874,3
Средняя t, °С		11,6	17,4	10,5	13,4	21,5	14,6	16,5	19,6	18,5	21,0	15,0	23,6	20,3	19,9	22,4
Σ осадков, мм		5,3	0,5	-	31,5	27,3	30,2	58,0	60,7	37,9	13,0	60,8	6,2	176,3	69,6	41,4
ГТК		0,7	0	0	1,3	1,2	1,1	1,4	1,6	1,0	0,6	2,7	0,2	2,2	0,9	0,5
Σ температур, °С	5-6	98,6	141,4	117,6	264,4	257,2	280,8	372,5	371,6	380,8	241,1	237,1	261,2	838,2	829,0	768,4
Средняя t, °С		12,3	17,7	10,7	13,9	21,4	14,8	15,5	19,6	19,0	24,1	15,8	23,7	20,4	20,2	18,7
Σ осадков, мм		5,3	0,5	3,7	46,5	28,9	35,1	58,0	77,7	29,6	16,9	42,9	5,9	176,3	69,6	52,4
ГТК		0,5	0	0,3	1,8	1,1	1,3	1,6	2,1	0,8	0,7	1,8	0,2	2,1	0,8	0,7
Σ температур, °С	7-8	114,5	141,4	140,3	260,6	275,4	295,7	337,1	392,3	428,3	241,1	198,4	268,1	838,2	856,0	784,5
Средняя t, °С		12,7	17,7	14,7	14,2	21,2	14,8	15,3	21,8	19,5	24,1	15,3	26,8	20,4	20,4	19,1
Σ осадков, мм		5,3	0,5	3,7	46,5	31,0	36,3	58,0	73,0	34,8	16,9	42,9	0,7	176,3	69,6	70,5
ГТК		0,5	0	0,3	1,6	1,1	1,2	1,7	1,9	0,8	0,7	2,2	0	2,1	0,8	0,9

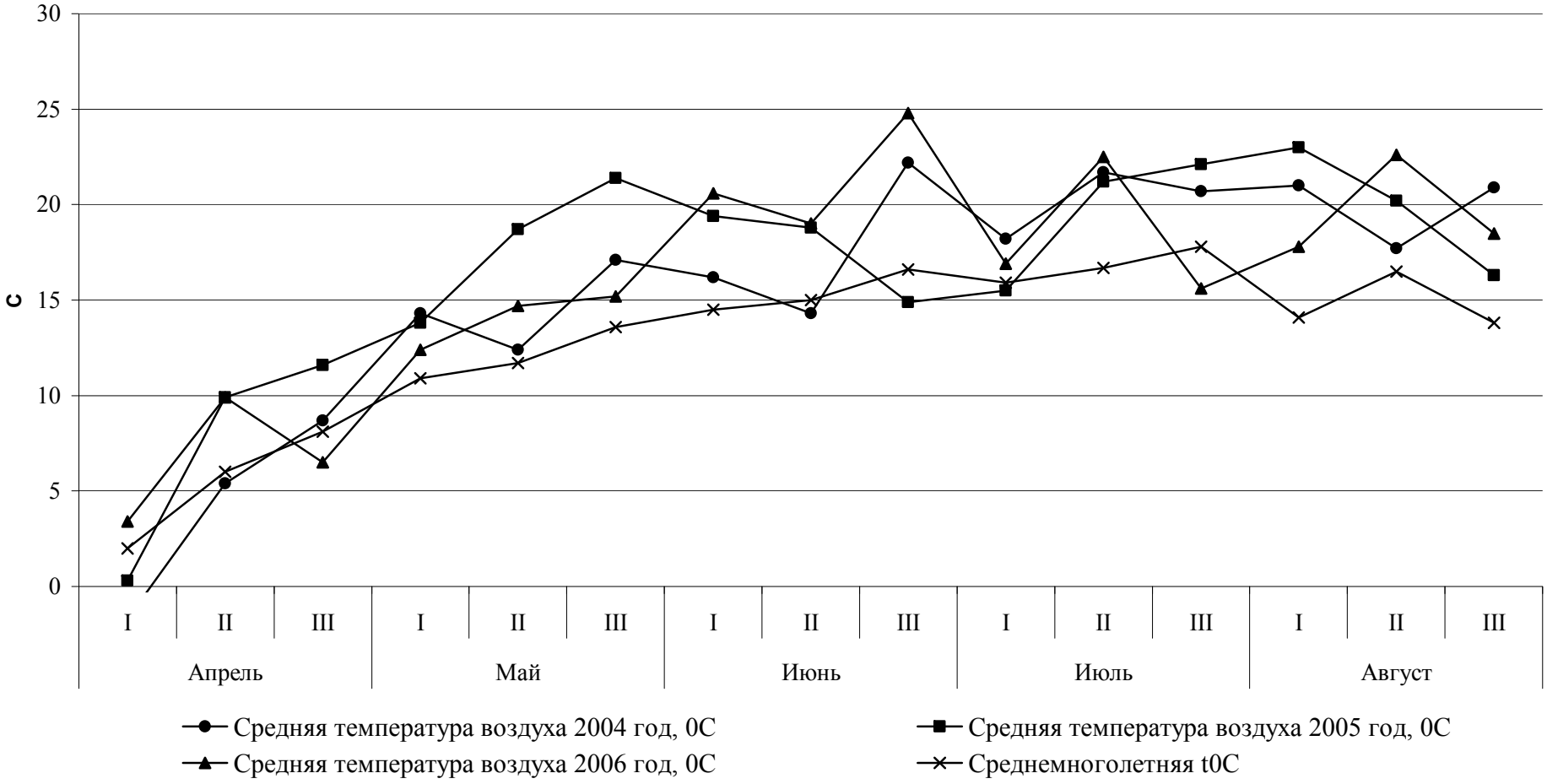


Рис. 1. Среднесуточная температура вегетационнонного периода овса в годы исследований (по данным Лунинского АМП)

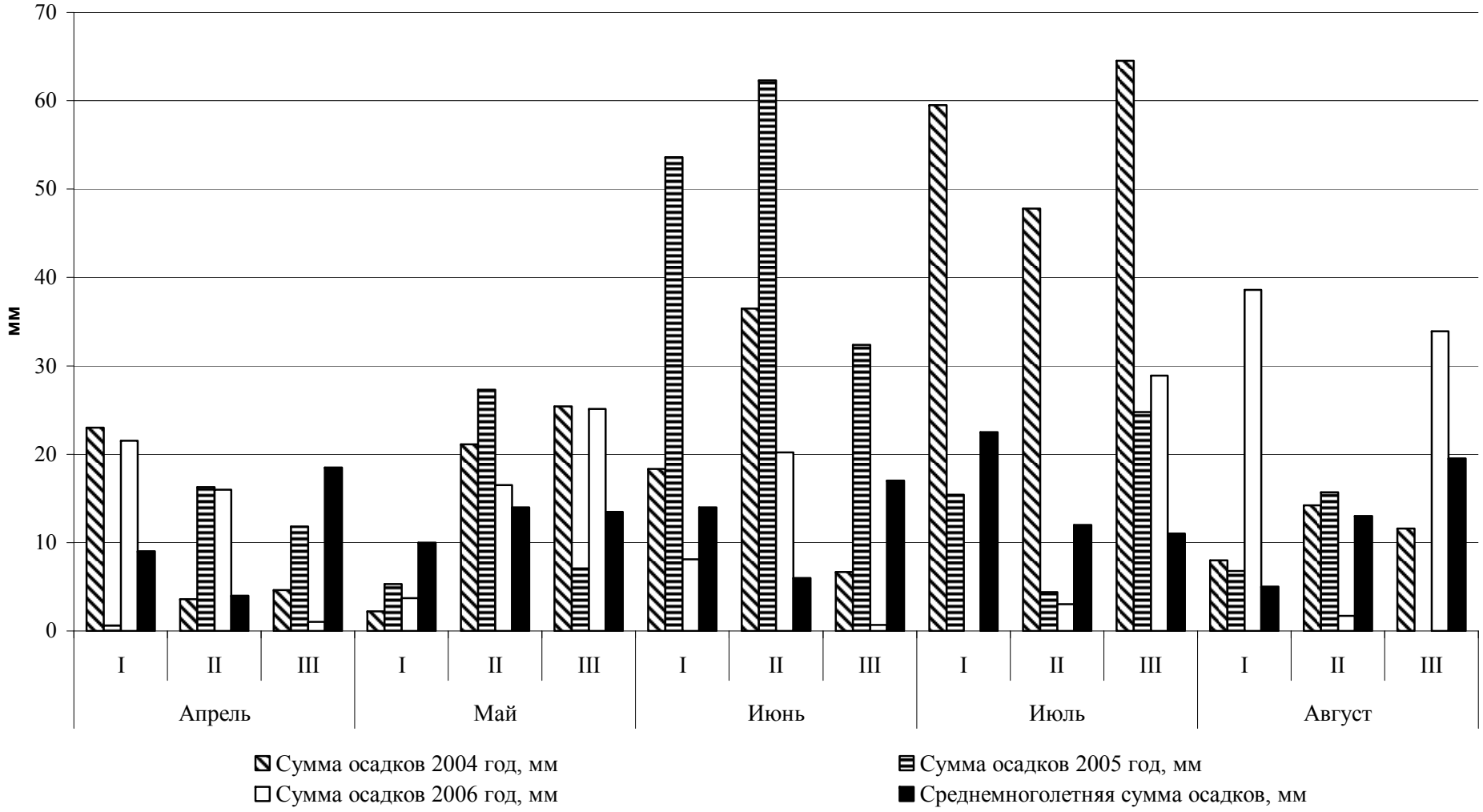


Рис. 2. Количество осадков за вегетационный период овса в годы исследований (по данным Лунинского АМП)

Предшественник – озимая пшеница. Повторность опыта трёхкратная. Учётная площадь 50–300 м^2. Расположение делянок – систематическое.

Основным критерием, определяющим эффективность агротехнических мероприятий, является урожайность возделываемых культур. Урожайность с единицы площади является комплексной величиной, образованной взаимодействием основных элементов продуктивности – числа метёлок на единице площади, числа зёрен в метёлке и массы зерна с метёлки.

Структура урожая является количественным и качественным выражением жизнедеятельности органов и элементов растения, обуславливающих урожай и отражающих взаимодействие организма и среды на определённых этапах роста и развития растений.

Значения элементов структуры урожая овса голозёрного в среднем за три года представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Структура урожая голозёрного овса (2004–2006 гг.)

Факторы			Продуктивная кустистость	Масса 1000 зёрен, г	Метёлка			Масса зерна с одной метёлки, г
основная обработка	глубина заделки семян, см	регулятор роста			длина, см	число колосков, шт.	число зёрен, шт.	
отвальная	3-4	К	1,37	19,6	17,4	26,1	30,1	0,67
		Р	1,42	21,4	17,4	27,5	33,6	0,72
	5-6	К	1,36	21,5	17,6	24,5	30,2	0,65
		Р	1,41	21,5	16,9	26,1	31,2	0,67
	7-8	К	1,26	19,8	17,5	25,9	30,8	0,61
		Р	1,31	21,3	17,4	28,9	31,4	0,67
безотвальная	3-4	К	1,37	22,4	17,0	27,3	32,1	0,72
		Р	1,44	22,6	16,9	28,2	33,7	0,76
	5-6	К	1,36	20,8	17,5	26,5	31,8	0,66
		Р	1,42	21,5	17,4	26,9	32,1	0,69
	7-8	К	1,30	19,5	17,2	25,5	31,3	0,61
		Р	1,33	20,0	16,8	28,2	33,5	0,67

Продуктивная кустистость за годы исследований в среднем по вариантам опыта варьировала от 1,26 до 1,44. Число продуктивных стеблей на единице уборочной площади определяется величиной общей выживаемости растений. Количество продуктивных стеблей варьировало от 388 до 424 шт/м^2.

Длина метёлки в опыте варьировала в зависимости от изучаемых агроприёмов и составила по вариантам и годам в среднем 16,8–17,6 см. Длина метёлки была связана с высотой растения, что доказано для овса голозёрного (на всех вариантах обработки r=0,4, в зависимости от глубины заделки семян). Связь длины метёлки с

урожайностью r=0,5. У овса голозёрного отмечена тенденция увеличения длины колоса с глубиной заделки семян на 5–6–7–8 см.

Количество колосков в метёлке связано с числом полумутовок в ней и, главным образом, с количеством ветвей и характером ветвления. Число полумутовок в метёлке варьирует от 5 до 8. При одном и том же числе полумутовок количество колосков в метёлках может быть различным; особенно сильно изменяется число колосков в двух нижних полумутовках. Метёлки, различающиеся по количеству полумутовок, могут иметь равное число колосков. При увеличении числа полумутовок количество колосков возрастает не всегда.

В хорошей метёлке из обычного сеялочного посева при урожае 2,0–2,5 т/га имеется 35–45 колосков. В широкорядном посеве на высоком агрофоне при хорошем уходе количество колосков в метёлке возрастает до 100–120 [7].

Применение регулятора роста оказывает достоверное влияние на количество продуктивных колосков в метёлке, увеличив этот показатель на 1,6–3,0 колоска по сравнению с контролем.

Число зёрен в метёлке определяется условиями закладки зачаточной метёлки и её дальнейшего формирования, а также условиями налива и созревания зерна. Озернённость метёлки в опыте варьировала от 30,1 до 33,7 шт. (в среднем 31,9 шт.).

По годам в среднем количество зёрен в колосе изменялось в зависимости от гидротермических условий вегетационного периода и приёмов возделывания. При этом характер зависимости был в основном сходен с влиянием факторов на количество колосков в метёлке.

Лучшая озернённость метёлки отмечена на варианте с применением регулятора роста при глубине заделки семян на 3–4 см и составила 33,6–33,7 шт., т. е. не зависела от способов основной обработки.

Нами выявлена сильная прямая связь между показателями озернённости колоса и его длиной (r=0,9). Близкие значения коэффициентов корреляции получены при выявлении связи между количеством колосков и числом зёрен в метёлке. У голозёрного овса между озернённостью колоса и урожайностью с единицы площади выявлена связь средней силы (r=0,5).

Масса зерна с метёлки в среднем составила: в 2004 г. 0,40–0,58 г, в 2005 г. 0,44–0,59 г, в 2006 г. 0,82–1,14 г. Наиболее продуктивная метёлка голозёрного овса образовалась в 2006 г. При применении регулятора роста средний показатель массы зерна увеличивается от 0,63–до 0,76.

Глубина заделка семян на глубину 3–4 см влияла на продуктивность метёлки голозёрного овса и в среднем за годы исследова-

ний составила 0,70–0,72 г. На вспашке и при безотвальном рыхлении 0,72–0,76 г при глубине 5–6 и 7–8 см масса зерна с метёлки снижается на 0,05–0,09 и 0,06–0,07; 0,02–0,03 и 0,04–0,06 соответственно.

Масса 1000 зёрен – важный признак, именно он в известной степени определяет продуктивность метёлки и урожайность. Растения в определённой 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 её изменение непосредственно влияет на урожайность.

В наших исследованиях масса 1000 зёрен сильно изменялась, причём самым мелкозерным был овёс в 2004 г. (масса 1000 семян 15,0–15,3 г) Крупное зерно получено в 2005 г. (18,9–19,0 г). Наиболее крупное зерно получено в 2006 г. (23,4–24,7 г).

Обработка посевов раствором препарата хлорхолинхлорид оказала достоверное положительное влияние на массу 1000 зёрен, увеличив этот показатель на 0,5–1,2 г по сравнению с контролем.

Анализ массы 1000 зёрен по глубине заделки семян свидетельствует о преимуществе посева на 3–4 см, причём при безотвальном рыхлении масса 1000 семян составила 22,6 г, увеличив данный показатель по сравнению со вспашкой на 1,2 г. Масса зерна во всех вариантах при посеве на глубину 5–6 и 7–8 см ниже, чем на 3–4 см.

Урожайность зерна. Все изучаемые факторы, а также условия периода вегетации, влияли на формирование урожайности (табл. 3).

Дисперсионный анализ трёхлетних данных позволил выявить (рис. 3), что урожайность зерна голозёрного овса в равной мере зависит от условий года (24%), применения регулятора роста (31%) способа основной обработки (23%), глубины заделки (19%).

Варьирование урожайности по вариантам опыта было слабым в 2004 г. от среднего до сильного в 2005–2006 годах. Наибольшую урожайность голозёрный овёс сформировал в 2006 г.

В 2004 г. главным фактором, влиявшим на урожайность голозёрного овса, являлось применение основных обработок (доля влияния 60%). В меньшей степени повлияли регуляторы роста (7%) и взаимодействие этих двух факторов (6%).

Применение безотвальной основной обработки повысило урожайность зерна на 0,09 т/га. Средняя урожайность при применении регулятора роста составила 1,63 т/га, что выше, чем на контроле на 0,06 т/га (3,6%).

Таблица 3 – Урожайность голозёрного овса в годы исследований

Факторы			Урожайность, т/га			
А – основная обработка	В – глубина посева, см	С – регуляторы роста	2004	2005	2006	средняя
отвальная	3-4	контроль	1,61	2,10	2,42	2,04
		Р	1,61	2,36	2,95	2,31
	5-6	контроль	1,55	2,32	2,76	2,21
		Р	1,67	2,70	3,01	2,46
	7-8	контроль	1,56	2,08	2,39	2,01
		Р	1,68	2,23	2,94	2,28
безотвальная	3-4	контроль	1,69	2,40	2,96	2,35
		Р	1,68	2,50	3,23	2,47
	5-6	контроль	1,71	2,37	2,76	2,28
		Р	1,72	2,50	3,17	2,46
	7-8	контроль	1,63	2,20	2,75	2,19
		Р	1,77	2,26	3,08	2,37
среднее по факторам	А	отвальная	1,61	2,30	2,75	2,22
		безотвальная	1,70	2,37	2,99	2,35
	В	3-4	1,65	2,34	2,89	2,29
		5-6	1,66	2,47	2,92	2,35
		7-8	1,66	2,19	2,79	2,21
	С	контроль	1,63	2,25	2,67	2,18
		Р	1,69	2,43	3,06	2,39
среднее по взаимодействиям	АВ	отв. обр. + 3-4	1,61	2,23	2,67	2,17
		отв. обр. + 5-6	1,61	2,51	2,89	2,34
		отв. обр. + 7-8	1,62	2,16	2,67	2,15
		без. обр. + 3-4	1,69	2,45	3,10	2,41
		без. обр. + 5-6	1,72	2,43	2,96	2,37
		без. обр. + 7-8	1,70	2,23	2,92	2,28
	ВС	3-4 + контроль	1,65	2,25	2,69	2,20
		5-6 + контроль	1,63	2,35	2,76	2,24
		7-8 + контроль	1,60	2,14	2,57	2,10
		3-4 + Р	1,65	2,43	3,09	2,39
		5-6 + Р	1,69	2,60	3,09	2,46
		7-8 + Р	1,72	2,25	3,01	2,32
$НСР_{05}$	для фактора А		0,07	0,04	0,16	0,01
	для фактора В		NS	0,05	NS	NS
	для фактора С		0,07	0,04	0,16	0,01
	для взаимодействия АВ		NS	0,07	NS	NS
	для взаимодействия АС		NS	0,05	NS	NS
	для взаимодействия ВС		NS	0,07	NS	NS
	для взаимодействия АВС		NS	0,09	NS	NS

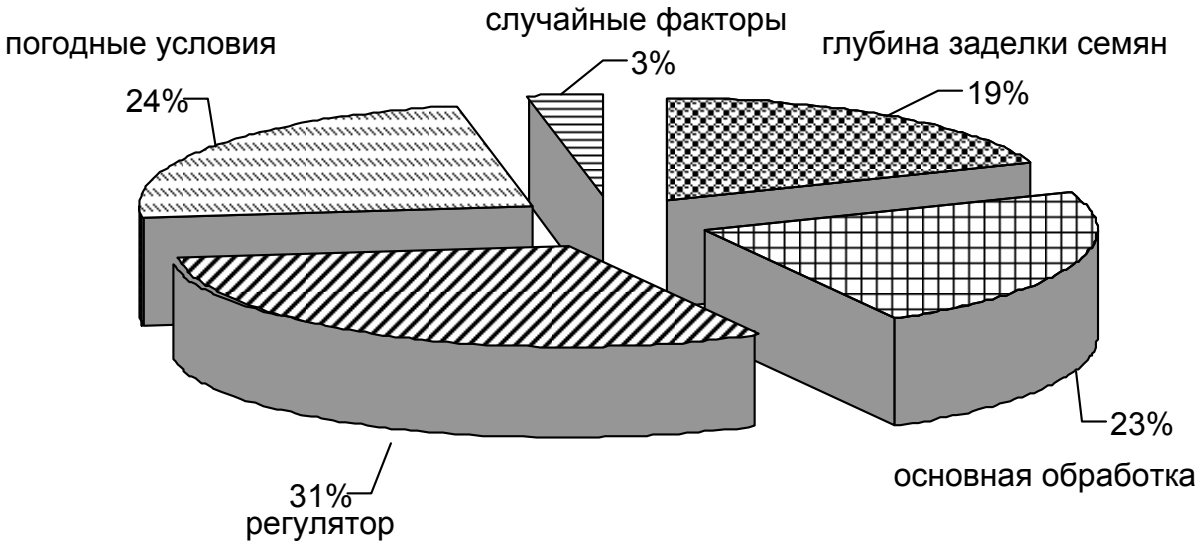


Рис. 3. Доли влияния изучаемых факторов на урожайность овса голозёрного 2004-2006 гг.

В 2005 г. на урожайность зерна голозёрного овса существенное влияние оказали глубина заделки семян (23%), регулятор роста (17%) и основная обработка почвы (15%). Так, наивысшая урожайность 2,50–2,70 т/га получена при применении регулятора роста и глубине посева семян на 3–4 и 5–6 см.

Применение регулятора роста позволило получить наивысшую урожайность зерна 2,47 т/га (на 0,12 т/га выше контроля) при глубине заделки семян на 3–4 см и на 0,21 т/га больше независимо от глубины заделки семян.

В условиях 2006 г. максимальный урожай зерна овса голозёрного (3,23 т/га) получен при безотвальном рыхлении, глубине заделки семян на 3–4 см и применении регулятора роста.

Физические свойства зерна. Главным показателем оценки разных систем обработки почвы, как и других агротехнических приёмов, является величина и качество зерна сельскохозяйственных культур. Среди технологических показателей особое внимание заслуживает натура, как показатель, косвенно характеризующий выполненность зерна. Она определяется однородностью размеров, поверхностью и плотностью зерновок. Зерно с повышенной натурой содержит больше запасных питательных веществ и лучшего качества, чем низконатурное. Высоконатурное и чистое зерно, будучи хорошо вызревшим, характеризуется высокой стойкостью при хранении.

Определяющее влияние на натуру голозёрного овса оказали погодные условия. В условиях переувлажнения из-за обильных

осадков в 2004 г. отмечено снижение натуры зерна по всем вариантам опыта на 11–19% по сравнению с 2005 и 2006 годах соответственно. Натура зерна урожая 2004 г. изменялась с 495 до 542 г/л в зависимости от факторов воздействия.

Метеорологические условия 2005 г. способствовали формированию высокой натуры зерна. При безотвальном рыхлении и глубине заделки семян на 3–4 см происходит увеличение натуры зерна до 595 г/л, в то время как глубина заделки семян на 5–6 и 7–8 см снижает этот показатель соответственно на 1,7–5,8%. Применение регулятора роста незначительно повышало данный показатель.

В условиях 2006 г. на всех вариантах опыта величина натуры отвечала требованиям первоклассного зерна и варьировала от 624 до 655 г/л. При этом основная обработка почвы и применение регуляторов роста оказывали существенное влияние. Самой высокой натура зерна была при безотвальном рыхлении (635–650 г/л). Применение регулятора роста оказало влияние на абсолютное значение натуры, которое выразилось в незначительном её повышении, однако на обоих вариантах обработки почвы зерно было высоконатурным.

В среднем за три года натура зерна голозёрного овса изменялась по вариантам опыта от 568 до 591 г/л (табл. 4). Лучшие показатели (586 г/л) получены при безотвальном рыхлении, при глубине заделки семян на 3–4 см.

Таблица 4 – Влияние изучаемых факторов на физические свойства зерна голозёрного овса (2004–2006 гг.)

Факторы			Натура, г/л	Масса 1000 зёрен, г
основная обработка	глубина заделки семян, см	регулятор роста		
отвальная	3-4	контроль	571,7	17,9
		Р	580,0	18,2
	5-6	контроль	572,3	18,0
		Р	585,0	18,2
	7-8	контроль	568,0	17,8
		Р	572,3	18,0
безотвальная	3-4	контроль	585,7	18,2
		Р	591,3	18,7
	5-6	контроль	579,0	18,1
		Р	583,0	18,3
	7-8	контроль	572,0	17,9
		Р	575,0	18,0

Масса 1000 зёрен характеризует крупность и выполненность зерна; чем крупнее зерно, тем больше масса 1000 зёрен. Обработки не оказали заметного влияния на массу 1000 зёрен во все годы на-

блюдений. Различия наблюдались только от изменения глубины заделки семян, применения регулятора роста и сложившихся погодных условий периода вегетации.

Изучаемые технологические агроприёмы влияли на содержание сырого протеина в зерне. Максимальное содержание сырого протеина 20,79–23,36% отмечено по вариантам опыта у голозёрного овса в 2006 г. (ГТК 0,8). В благоприятных по погодным условиям 2004 и 2005 годах показатели качества зерна были ниже по сравнению с 2006 годом на 13,27–15,43% и 11,86–12,23% соответственно.

В среднем за три года исследований содержание сырого протеина в семенах голозёрного овса больше всего содержалось при проведении безотвального рыхления – 19,72–20,88%, что на 0,55–1,58% выше по сравнению со вспашкой. Применение регулятора роста увеличило данный показатель по сравнению с контролем на 1,64–2,64%.

Результаты биоэнергетической оценки вариантов с различным сочетанием элементов агротехники приведены в таблице 5. При расчёте биоэнергетической эффективности по суммарному выходу энергии учитывалась как основная, так и побочная продукция.

Таблица 5 – Биоэнергетическая эффективность возделывания голозёрного овса сорта Тюменский в зависимости от изучаемых факторов (2004–2006 гг.)

Факторы			Затраты энергии, ГДж/га	Урожайность, т/га	Получено энергии, ГДж/га	Чистый энергетический доход, ГДж/га	КЭЭ
основная обработка	глубина заделки семян	регуляторы роста					
отвальная	3-4	контроль	13,15	1,99	66,86	53,71	4,08
		Р	13,69	2,30	77,28	63,59	4,64
	5-6	контроль	13,32	2,15	72,24	58,92	4,42
		Р	13,86	2,44	81,98	68,12	4,91
	7-8	контроль	13,49	1,97	66,19	52,70	3,91
		Р	14,03	2,26	75,94	61,91	4,41
безотвальная	3-4	контроль	11,79	2,37	79,63	67,84	5,75
		Р	12,33	2,53	85,01	72,68	5,89
	5-6	контроль	12,04	2,32	77,95	65,91	5,47
		Р	12,58	2,52	84,67	72,09	5,73
	7-8	контроль	12,21	2,24	75,26	63,05	5,16
		Р	12,75	2,38	79,99	67,24	5,27

Затраты энергии на основную обработку снижались при переходе от отвальной к безотвальной обработке почвы. Совокупный сбор общей энергии зависел от урожайности голозёрного овса. За-

траты совокупной энергии составили на варианте отвальной обработки 13,15–14,03 ГДж/га, на безотвальной 11,79–12,75 ГДж/га. Возделывание голозёрного овса с использованием безотвального способа обработки позволило сократить энергетические затраты на 9,1–10,4% по сравнению с отвальной обработкой.

Наибольшая валовая энергия (85,01 ГДж/га) получена при безотвальном рыхлении на глубину заделки семян на 3–4 см при применении регулятора роста, а на отвальной обработке 81,98 ГДж/га на глубину заделки семян на 5–6 см.

Коэффициент энергетической эффективности в зависимости от способа основной обработки почвы варьировал от 3,91 до 4,91 на отвальной обработке и 5,16 до 5,89 при безотвальном рыхлении.

Таким образом, наиболее энергетически эффективным был вариант с безотвальным рыхлением, глубиной заделки семян на 3–4 см м применением регулятора роста (энергетический коэффициент 5,89).

Экономическая оценка результатов полевого опыта является завершающим этапом эксперимента. Мы в своей работе провели расчёт экономической эффективности голозёрного овса в зависимости от основных обработок, глубины заделки семян и применения регулятора роста на основе технологических карт (табл. 6).

Таблица 6 – Экономическая эффективность возделывания голозёрного овса. (2004–2006 гг.)

Факторы			Урожайность, т/га	Производственные затраты, руб./га	Себестоимость продукции, руб./т.	Стоимость продукции, руб./га	Условно чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
основная обработка	глубина заделки семян	регуляторы роста						
отвальная	3-4	К	2,04	2611	1280	8160	5549	213
		Р	2,31	3044	1318	9240	6196	204
	5-6	К	2,21	2661	1204	8840	6179	232
		Р	2,46	3094	1258	9840	6746	218
	7-8	К	2,01	2710	1348	8040	5330	197
		Р	2,28	3143	1379	9120	5977	190
безотвальная	3-4	К	2,35	2548	1084	9400	6852	269
		Р	2,47	2981	1207	9880	6899	231
	5-6	К	2,28	2604	1142	9120	6516	250
		Р	2,46	3037	1235	9840	7043	232
	7-8	К	2,19	2657	1212	8960	6303	237
		Р	2,37	3090	1304	9520	6430	208

Экономическая эффективность систем основной обработки почвы определялась по величине дохода, представляющего собой разницу в денежном выражении между стоимостью выручки и прямыми затратами на возделывание и уборку голозёрного овса в расчёте на 1 га пашни. К затратам относили расходы на горюче-смазочные материалы, оплату труда, семена, средства химизации, амортизацию техники, её техническое обслуживание и ремонт.

Эффективность производства голозёрного овса, по нашим расчётам, зависит от изучаемых элементов технологии. Данные, приведенные в таблице 6, свидетельствуют, что при посеве семян голозёрного овса на глубину 3–4 при безотвальном рыхлении и 5–6 при отвальной обработке с увеличением урожайности возрастает стоимость продукции и достигает максимального значения. Посев на глубину 5–6 и 7–8 см при безотвальном рыхлении, 3–4 и 7–8 см при вспашке несколько снижает урожайность зерна, но общая закономерность влияния изучаемых элементов агротехники на основные экономические показатели сохраняется.

Анализ средних показателей позволяет сделать вывод о том, что в условиях лесостепи Поволжья на выщелоченных чернозёмах производство голозёрного овса эффективно. Наиболее экономически выгодным вариантом является применение безотвального рыхления и посев на глубину 3–4 см.

Результаты экономического анализа свидетельствуют о том, что при возделывании голозёрного овса на зерно наименьшая себестоимость 1 т продукции получена на контроле – 1084,3 тыс. руб., а при применении регулятора роста – 1206,9 тыс. руб., наибольший условно чистый доход соответственно 6852–6899 тыс. руб. при безотвальном рыхлении на глубину заделки семян на 3–4 см. Высокая рентабельность получена на контроле (269%) и при применении регулятора роста (231%).

Расчёты по операционным технологическим картам показали, что производственные затраты на 1 га в среднем за три года были ниже при безотвальном рыхлении, чем на вспашке.

Литература

1. Баннина, Г.Ф. Голозёрный овёс – ценная продовольственная и кормовая культура / Г.Ф. Баннина, Н.М. Телих // Кормопроизводство. – 2000. – № 2. – С. 14–15.

2. Шафранский, В.П. Мировая коллекция овса как исходный материал для селекции на качество / В.П. Шафранский // Бюлл. ВИР. – 1968. – С. 69–71.

3. Vasel, H. Nackhafer «Magda» soat / Vasel H., Lichtenfeld H., Lohse C. / Pflanzgut. – 29. – №12. –S. 175.

4. Иванищев, В.В. Исследования состава зерна и хозяйственных характеристик растений голозёрных форм овса / В.В. Иванищев // Докл. РАСХН. – 2002. – №4. – С. 14–15.

5. Иванов, А.Ф. Кормопроизводство / А.Ф.Иванов, В.Н. Чурзин, В.И. Филин. – М.: Колос, 1996. – 400 с.

6. Бойко, А.В. Влияние способов обработки почвы на урожай сельскохозяйственных культур и плодородие выщелоченных суглинистых чернозёмов / А.В. Бойко, М.А. Сизова. // Вопросы совершенствования сельскохозяйственного производства. – Ч.1. – Пенза. 1995. – С. 60–69.

7. Митрофанов, А.С. Овёс / А.С. Митрофанов, К.С. Митрофанова. – М.: Колос, 1967. – 61 с.

8. Неттевич, Э.Д. Зерновые фуражные культуры / Э.Д. Неттевич, А.В. Сергеев, Е.В. Лызлов. – М.: Россельхозиздат, 1974. – 138 с.

9. Сухин, В.С. Влияние условий жизни растений на урожайность культур / В.С. Сухин, И.С. Кочетов. Г.М. Моисеева. – Фрунзе: Изд-во Кыргызстан, 1975. – 8–9 с.

10. Кащеев, А.Н. Земледелие. Севооборот и обработки почвы в Среднем Поволжье / А.Н. Кащеев. – Пенза: РиО ПГСХА, 2003. – 5 с.

11. Воробьев, С.А. Севообороты интенсивного земледелия / С.А. Воробьев. – М.: Колос, 1979. – 386 с.

12. Данилов, Г.Г. Система обработки почв лесостепной зоны / Г.Г. Данилов. – Саранск, 1969. – С. 132–146.

13. Немцев, Н.С. О приёмах обработки почвы / Немцев Н.С. – Земледелие. – 1980. – №5. – С. 5–7.

14. Вавилов, П.Г. Растениеводство / П.Г. Вавилов, В.В. Гриценко, В.С. Кузнецов и др. – М.: Колос, 1981. – 519 с.

15. Сичкарь, Н.М. Биохимия овса / Н.М. Сичкарь, М.И. Лишкевич. // Биохимия культурных растений. – М –.Л.: Сельхозизд., 1958.

16. Куперман, Ф.М. О развитии метёлки у овса / Ф.М. Куперман. // Докл. АН СССР. – 1950. – т. 72. – № 1. – С. 61.

17. Жегалов, С.И. Введение в селекцию сельскохозяйственных растений / С.И. Жегалов. – М: Изд-во Госиздат, 1924. – 36 с.

18. Мальцев, А.И. Овсюги и овсы / А.И. Мальцев // Ботаника, генетика и селекция. – приложение 38. – 1930. – 74 с.

УДК 631.874.2:631.559:633.11"324" (292.485):(470.4)

ЯРОВЫЕ СИДЕРАЛЬНЫЕ СМЕСИ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

И.Н.Зеленин, А.В. Чернышов

Представлены результаты изучения эффективности различных яровых сидеральных смесей на чернозёмах выщелоченных лесостепи Среднего Поволжья. Показано, что смеси вики с редькой масличной или с горчицей белой улучшают агрохимические и агрофизические свойства почвы, повышают продуктивность озимой пшеницы и улучшают её качество.

В условиях перехода к рыночной экономике земледелие большинства хозяйств всех форм собственности подошло к такому рубежу, когда из-за ограниченности материально-технических средств, минеральных удобрений и недостатка навоза оно базируется на почвенных запасах питательных веществ. Нехватка навоза, большие затраты на его внесение заставляют искать дополнительные пути обогащения почвы органическим веществом.

Одним из реальных путей выхода из сложившейся ситуации в современных условиях является широкое применение биологических факторов повышения плодородия почвы. Это тесно связано с использованием внутренних ресурсов и соблюдением экологического равновесия в ценозах. Сюда следует отнести, в первую очередь, использование сидеральных культур.

Мы считаем, что влияние сидерации можно усилить, если применять для этих целей смешанные посевы бобовых и капустных культур. В смесях усиливается эффект растений этих семейств по мобилизации элементов питания из труднодоступных соединений почвы и воздуха.

Экспериментальная работа выполнялась в 2001–2004 годах на типичном для области чернозёме выщелоченном опытного поля Пензенского НИИСХ с высоким уровнем плодородия, расположенном в первой агроклиматической зоне Пензенской области.

Почва опытного участка – чернозём тяжёлосуглинистый, среднемощный, выщелоченный, с содержанием гумуса 6,47% (по Тюрину); $pH_{сол.}$ – 5,8; N – 85 мг/кг; P_2O_5 – 188 мг/кг и K_2O – 105 мг/кг почвы.

В опыте изучалось влияние двух яровых сидеральных смесей с различными нормами высева и соотношением компонентов на продуктивность озимой пшеницы сорта Безенчукская 380. Исследования проводились в звене севооборота: сидеральный пар – озимая пшеница. На сидерат высевались вика яровая сорта Орлов-

ская, редька масличная сорта Тамбовчанка, горчица белая сорта Радуга.

Повторность опыта трёхкратная. Размещение делянок – систематическое одноярусное, размер делянки 4х50=200 м^2, учётная площадь – 2×50=100 м^2. Агротехника возделывания полевых культур была общепринятой для зоны проведения исследований.

В фазе полного цветения бобового и начала образования стручков капустного компонентов (не позже первой декады июля) наземную фитомассу скашивали и разбрасывали, используя для этого КИР-1,5. Заделку сидеральной массы проводили тяжёлой дисковой бороной (БДТ-3) за 1–2 прохода. Озимую пшеницу сеяли через 58–62 дня после заделки сидератов, норма высева 5,5 млн. всхожих зёрен на 1 га.

Все наблюдения, учёты и анализы проводили по общепринятым методикам. Фенологические наблюдения; подсчёт густоты стояния растений; накопление наземной массы проводили по методике Госсортсети (1971); пожнивно-корневые остатки – методом монолитов по Н.З. Станкову (1964); интенсивность разложения свежего органического вещества – методом фиксированных площадок, на 30, 60, 90, 120, 360 сутки после заделки в почву.

Анализы почвенных и растительных образцов проводили по общепринятым методикам в агрохимлаборатории ПензНИИСХ. Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом по слоям до глубины 1 м (Роде, 1962). Плотность почвы определяли методом Н.А. Качинского, а агрегатный состав – методом Н.И. Савинова

Обмолот зерна озимой пшеницы проводили прямым комбайнированием комбайном "Сампо-130".

Оценка качества зерна включала определение массы 1000 зёрен, натуры зерна, стекловидности, количества и качества клейковины, содержания сырого протеина.

Эколого-экономическую эффективность применения сидеральных смесей оценивали по В.Д. Голубеву (1997); энергетическую и эколого-энергетическую – по методикам В.Г. Васина, А.В. Зорина (1998) и Г.А. Булаткина (1991).

Математическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа (Доспехов, 1989).

Результаты исследований. Результаты фенологических наблюдений свидетельствуют о том, что различия продолжительности межфазных и вегетационных периодов компонентов яровых сидеральных смесей за годы исследований обусловлены погодными условиями.

Продолжительность межфазных периодов вики яровой по всем вариантам опыта была одинаковой и не зависела от видового

состава компонентов и норм их высева. Фазы развития у горчицы белой наступали на 2–3 дня раньше чем, у редьки масличной и также не зависели от норм высева компонентов.

В зависимости от погодных условий года вегетационный период яровых сидеральных смесей варьировал в пределах 59–65 дней (по фазам капустных компонентов). Наиболее продолжительный период был в 2003 г., когда при относительно прохладной дождливой погоде период цветение – начало образования стручков увеличился на 6 дней относительно 2002 г.

Проведённые наблюдения позволяют утверждать, что компоненты исследуемых сидеральных смесей имеют сравнительно короткий вегетационный период, что является одной из основных положительных особенностей культур, применяемых в качестве зелёного удобрения под озимую пшеницу.

Полевая всхожесть яровых бобово-капустных смесей зависела от нормы высева. В среднем за три года исследований лучшие показатели полноты всходов у смеси вики яровой и редьки масличной получены при норме высева 0,5 и 0,3 млн. шт./га соответственно, а у смеси вики яровой и горчицы белой – при норме высева обоих компонентов по 1,0 млн.шт./га.

Увеличение норм высева в опыте со смесями вики яровой и редьки масличной снижало сохранность бобового компонента с 88,7 до 77,8%, сохранность капустного снижалась с 90,3 до 85,9%. В опыте со смесями вики яровой и горчицы белой наилучшую выживаемость растений обеспечила норма высева по 0,5 млн.шт./га обоих компонентов. Увеличение норм высева до 2,0 млн.шт./га обоих компонентов в среднем за три года исследований снизило сохранность вики с 89,0 до 75,1%, а горчицы белой – с 89,6 до 79,2%.

Видовой состав сорных растений в посевах сидеральных смесей был относительно постоянным и невысоким. Многолетние сорняки слабо подавлялись загущением посевов, в то время как численность малолетних сорняков снижалась очень резко. Наибольшая засорённость посевов наблюдалась в фазу бутонизации бобового и цветения капустного компонентов, когда происходил интенсивный рост малолетних сорняков. Увеличение нормы высева компонентов смесей способствовало уменьшению количества малолетних сорных растений. Численность многолетних сорняков в эту фазу развития сокращалось незначительно. В фазу цветения бобового и начала образования стручков капустного компонентов, когда сидеральные смеси имели развитую зелёную массу, происходило угнетение многолетних и малолетних сорняков и количество сорняков уменьшалось. Наименьшее число сорняков было зафиксировано на вариантах с наибольшей нормой высева. Следует отметить, что вес сорняков был небольшим, это говорит о высоких адаптаци-

онных способностях изучаемых сидеральных смесей к подавлению сорняков.

Биомасса сидеральных смесей увеличивалась с увеличением норм высева, достигая максимума в фазу цветения бобового и начала образования стручков капустного компонента при соотношении компонентов 1,5 и 0,8 млн.шт./га у смеси вики яровой и редьки масличной и по 2,0 млн.шт./га у смеси вики яровой и горчицы белой. При этом урожай сухой биомассы составил 9,81 и 10,42 т/га соответственно (табл. 1).

Таблица 1 – Накопление биомассы яровых сидеральных смесей ко времени заделки в почву

Вариант Норма высева, млн.шт./га		Масса, т/га			
		наземная		сухая корневая	общая сухая
		зелёная	сухая		
Вика яровая и редька масличная					
0,5	0,3	32,8	4,96	4,01	8,97
1,0	0,5	35,7	5,23	4,07	9,30
1,5	0,8	37,6	5,45	4,36	9,81
2,0	1,0	35,7	4,97	4,23	9,20
$НСР_{0,05}$		2,1	0,13	0,08	0,17
Вика яровая и горчица белая					
0,5	0,5	29,0	5,46	4,16	9,62
1,0	1,0	30,4	5,68	4,26	9,94
1,5	1,5	32,4	5,91	4,42	10,33
2,0	2,0	34,4	6,13	4,29	10,42
$НСР_{0,05}$		1,2	0,14	0,09	0,15

Урожайность наземной зелёной массы смесей вики яровой и редьки масличной была выше урожайности смесей вики яровой и горчицы белой на протяжении всего периода вегетации. Наземная сухая масса и накопление сухих корней было выше у смесей вики яровой и горчицы белой, что связано с увеличением в их биомассе доли капустного компонента, имеющего больший выход сухого вещества. Увеличение норм высева компонентов смесей способствовало повышению урожая наземной зелёной и сухой массы на протяжении всего периода вегетации.

Масса сухих корней в условиях опыта в зависимости от состава смесей и норм их высева ко времени заделки в почву была в 1,17–1,43 раза ниже, чем урожай наземной сухой массы. Эта разница увеличилась во влажный год.

Установлено корреляционное взаимодействие между урожаем наземной и корневой массы. Коэффициенты корреляции 0,62 у смесей вики яровой и редьки масличной и 0,67 у смесей вики яро-

вой и горчицы белой указывают на умеренно прочное отношение между переменными. Уравнения регрессии при этом имеют вид:

$$y=2,0229+0,4162x; \quad y=2,8516+0,2469x,$$

где y – масса сухих корней, т/га; x – сухая наземная масса, т/га.

В наших исследованиях удельный вес компонентов в урожае сидеральных смесей изменялся в зависимости от набора компонентов и их норм высева (рис. 1). Во всех изучаемых смесях доля бобового компонента в урожае была ниже, чем капустного.

Химический состав сидеральных смесей зависел от состава компонентов и норм их высева. Азотом богаче смеси вики яровой и редьки масличной, причём его содержание в наземной массе было выше, чем в корневой. Так, в абсолютно сухом веществе наземной массы смесей вики яровой и редьки масличной в зависимости от норм высева компонентов содержалось от 2,49 до 2,60% азота. Более заметно было положительное влияние увеличения норм высева на содержание азота в корневой массе (от 1,73 до 1,93%). Вариант с нормой высева 1,5 млн.шт./га вики и 0,8 млн.шт./га редьки обеспечил наибольшее содержание азота, как в наземной, так и в корневой массе.

Содержание фосфора в наземной массе смесей вики яровой и редьки масличной было в пределах 0,58–0,61%, а в корневой – 0,46–0,54%; фосфора, как и азота, больше содержалось в наземной массе. При этом увеличение норм высева существенно увеличивала содержание фосфора в корневой массе, в наземной массе это увеличение проявлялась лишь в виде малозаметной тенденции. Содержание фосфора в наземной и корневой массе смесей вики яровой и горчицы белой было близким со смесями вики яровой и редьки масличной.

Содержание калия в наземной массе смесей вики яровой и редьки масличной находилось в пределах 1,37–1,44%, а в корневой массе – 1,28–1,37%. В биомассе смесей вики яровой и горчицы белой калия содержалось меньше.

В отличие от азота, фосфора и калия, содержание углерода было выше в корневой массе.

В зависимости от состава компонентов и норм высева яровых сидеральных смесей, в среднем за годы исследований в почву поступало до 225,8 кг/га азота, 63,6 кг/га фосфора и 139,3 кг/га калия (табл. 2).

Накопление элементов минерального питания было выше в наземной массе по сравнению с корневой. Увеличение норм высева до 1,5 млн.шт./га вики и 0,8 млн.шт./га редьки повышало содержание азота в биомассе смесей вики яровой и редьки масличной на 12,6%, фосфора – на 16 и калия – на 17,4%.

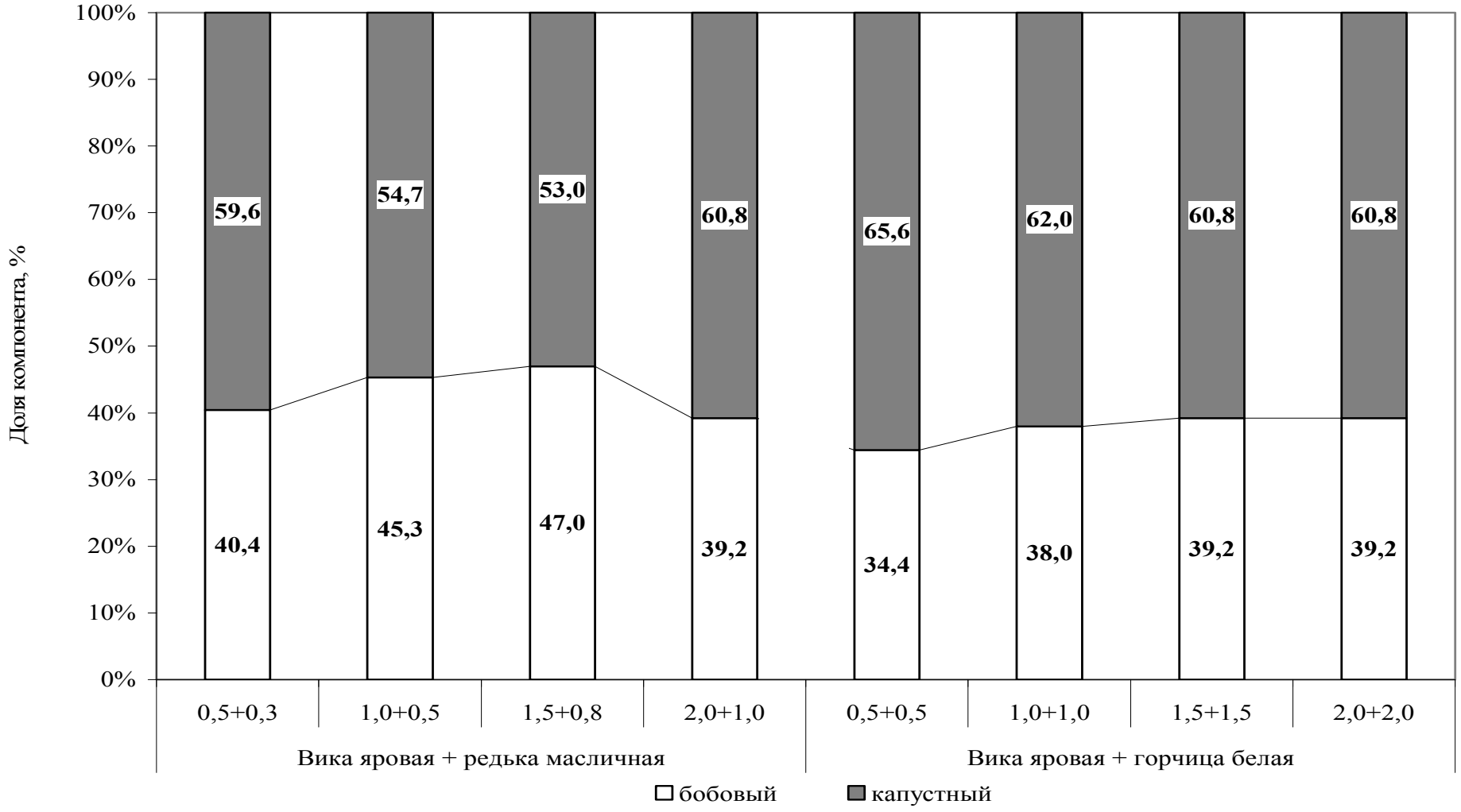


Рис. 1. Удельный вес компонентов в урожае сухой биомассы сидеральных смесей перед заделкой в почву (2001–2003 гг.)

Таблица 2 – Накопление элементов питания и углерода биомассой яровых сидеральных смесей

Варианты Норма высева, млн.шт./га		Накопление в биомассе, кг/га											
		N			P_2O_5			K_2O			C		
		наземной	корневой	общей	наземной	корневой	общей	наземной	корневой	общей	наземной	корневой	общей
Вика яровая и редька масличная													
0,5	0,3	126,9	69,4	197,4	28,6	19,2	47,8	67,8	47,3	115,1	2033	1720	3753
1,0	0,5	135,9	72,4	208,3	31,9	19,9	51,8	72,7	49,2	121,9	2160	1756	3914
1,5	0,8	141,7	84,1	225,8	33,4	23,5	56,9	78,3	61,0	139,3	2283	1910	4193
2,0	1,0	123,8	80,8	204,6	29,2	19,4	48,6	69,1	55,8	124,9	2033	1810	3843
Вика яровая и горчица белая													
0,5	0,5	124,7	71,5	193,2	32,2	19,5	51,7	69,9	45,3	115,2	2228	1760	3988
1,0	1,0	127,2	74,9	202,1	34,6	20,9	55,5	76,7	48,1	124,8	2329	1815	4144
1,5	1,5	133,0	78,2	211,2	35,5	21,6	57,1	81,0	52,6	133,6	2441	1896	4337
2,0	2,0	140,3	77,2	217,5	40,4	23,2	63,6	85,2	51,0	136,2	2544	1853	4397

Дальнейшее увеличение норм высева снижало содержание данных элементов на 9,4; 14,6 и 4,6% соответственно. У смесей вики яровой и горчицы белой увеличение норм высева до 2,0 млн.шт./га обоих компонентов повышало содержание азота, фосфора и калия соответственно на 11,2; 18,7 и 15,4%.

С общей биомассой яровых сидеральных смесей, в зависимости от состава и норм высева их компонентов, в почву было внесено от 3753 до 4397 кг/га углерода, причём в наземной массе его содержание было в 1,12–1,37 раза больше, чем в корнях.

За период от заделки сидеральной массы до посева озимой пшеницы смеси вики яровой и редьки масличной теряют 44,0–45,2% от заложенной в почву массы, в то время как смеси вики яровой и горчицы белой – 42,2–43,6%. Затем в сентябре – начале ноября происходит значительное снижение интенсивности разложения органического вещества, что, видимо, связано не только с понижением температур, но и с расходом основной массы легкомобилизуемых соединений в разлагающемся субстрате. Через 360 дней убыль органической массы сидеральных смесей в зависимости от состава и норм высева их компонентов составила 79,9–80,3%.

На скорость разложения органического вещества сидеральных смесей оказывали влияние и погодные условия (рис. 2).

Наиболее высокую скорость разложения органического вещества сидеральных смесей за период от заделки до посева озимой пшеницы наблюдали в 2003 г., когда ГТК за июль – август был выше среднемноголетнего значения на 33% (1,40), а самую низкую – в очень сухом 2002 г. (ГТК 0,32). При этом разложение биомассы сидеральных смесей составило 57,2–60,2% в 2003 г. и 25,0–25,8% в 2002 г.

Сидеральные пары оказывают положительное влияние на гумусное состояние чернозёма выщелоченного. На вариантах с сидеральными смесями содержание гумуса в пахотном горизонте под озимой пшеницей в среднем за три года увеличилось на 0,040–0,047%. Максимальное содержание отмечено на вариантах со смесями вики яровой и горчицы белой с нормой высева по 2,0 и 1,5 млн.шт./га обоих компонентов.

Как показали исследования, структурный состав почвы изменился следующим образом: суммарное количество частиц с диаметром 5–1 мм возросло, а с диаметром более 10 мм и менее 0,25 мм уменьшилось. Наиболее резкий сдвиг среди сидератов вызвала смесь вики с горчицей (по 2,0 млн. шт./га обоих компонентов). Заделка сидератов увеличила долю агрономически ценной фракции на 6,3–8,9%. Существенно возрастал коэффициент оструктуренности по сравнению с контролем.

Количество агрономически ценных агрегатов зависело от общей биомассы внесённого сухого вещества сидеральных смесей (r=0,88). Эта зависимость описывается следующим уравнением регрессии:

$$y=54,6681+1,8123x,$$

где *y* – содержание агрономически ценных агрегатов, %; *x* – количество сухого вещества, т/га.

Плотность почвы чернозёма выщелоченного после заделки сидеральных смесей снизилась до 1,16–1,18 г/см^3. Изменение объёмной массы почвы наиболее интенсивно происходило в горизонтах 0–10 и 10–20 см. Горизонт почвы 20–30 см на всех вариантах имел практически одинаковую плотность – 1,27–1,28 г/см^3. Изменение плотности почвы связанно с количеством внесённого сухого органического вещества (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние сухого вещества сидеральных смесей на плотность сложения чернозёма выщелоченного

Слой почвы, см	Уравнения регрессии*	Коэффициент корреляции
0–10	y=1,2542–0,0171x	0,91
10–20	y=1,2605–0,0120x	0,70
20–30	y=1,3138–0,0940x	0,40

** y – плотность почвы, г/см^3, x – количество сухого вещества, т/га*

В зоне неустойчивого увлажнения Среднего Поволжья сидеральные смеси в процессе вегетации несколько иссушают почву. Запасы доступной влаги в слое 0–100 см составляют на вариантах с сидеральными смесями в среднем от 78,7 до 82,9 мм, тогда как на контроле – 121,7 мм. К моменту сева озимой пшеницы на сидеральных парах влаги меньше на 27,0–30,7 мм, чем по чистому пару. В целом запасы влаги в почве в годы проведения исследований на момент сева озимой пшеницы были достаточными для получения своевременных и дружных всходов, за исключением 2002 г. К весеннему отрастанию озимой пшеницы запасы влаги по вариантам нивелировались.

Биологическая активность почвы под озимой пшеницей в наших исследованиях была выше на вариантах с заделкой сидеральных смесей. В среднем за три года биологическая активность почвы составила 52,2–56,2%, что выше на 14,2–18,2% относительно контроля. Применение сидеральных смесей способствовало активизации почвенной биоты, что создало благоприятные условия для формирования урожая последующей культуры.

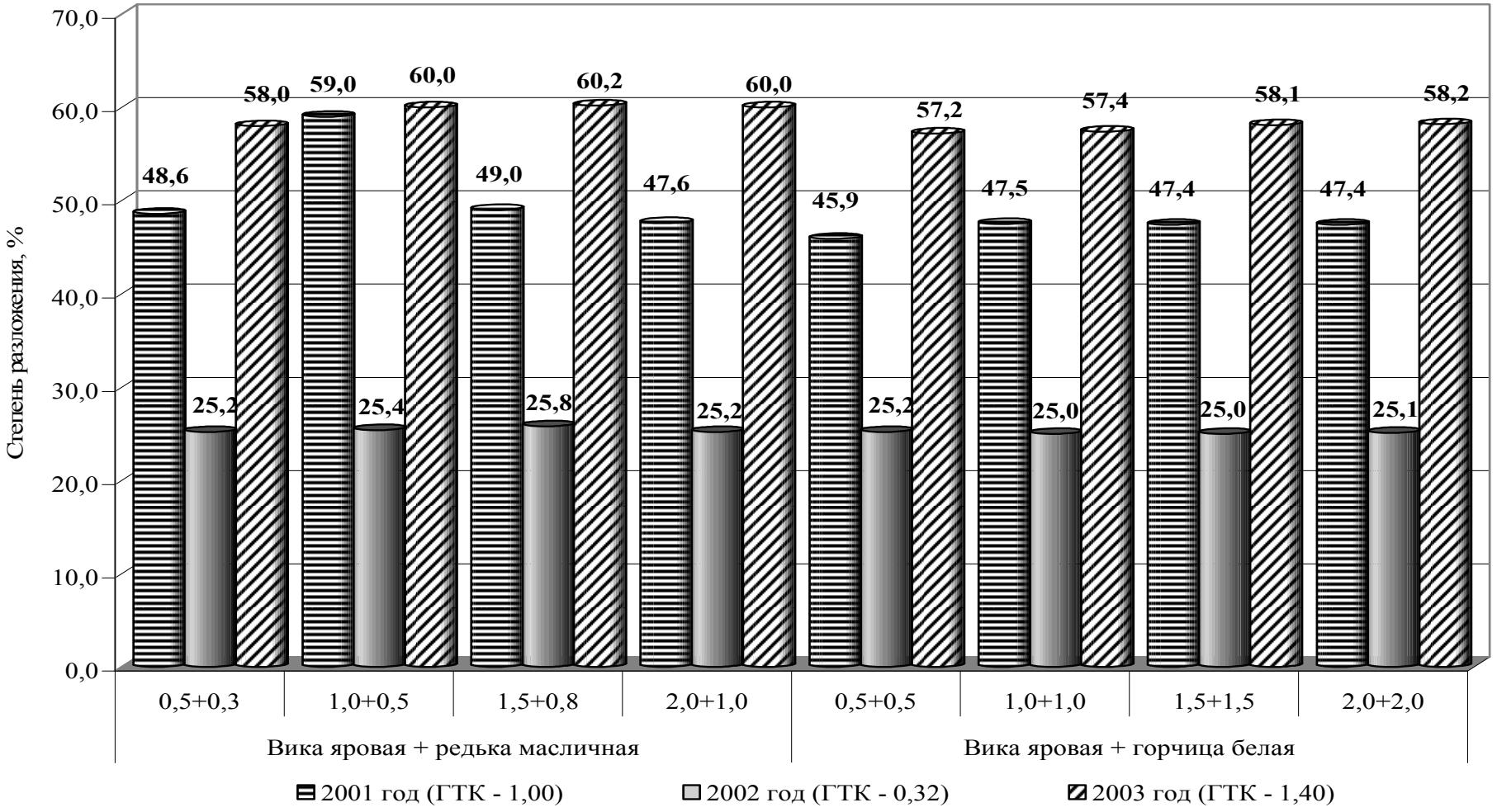


Рис. 2. Степень разложения биомассы сидеральных смесей за период от заделки до посева озимой пшеницы в зависимости от погодных условий

Результаты исследования влияния сидеральных смесей на формирование стеблестоя озимой пшеницы в период вегетации показали, что полевая всхожесть находилась в прямой зависимости от влажности пахотного слоя почвы и определялась количеством осадков за период от заделки биомассы сидеральных смесей до посева озимой пшеницы. Так, полнота всходов в 2002 г. при ГТК в августе 0,6 составила 75,5–80,7%, а в достаточно увлажнённые 2001 и 2003 гг. (ГТК 1,66 и 1,74) – 81,8–84,6%. В среднем за годы исследований максимальная полевая всхожесть наблюдалась по чистому пару – 84,1%. После сидеральных паров количество всходов оказалось меньше (81,8–83,2%), что объясняется расходованием влаги сидеральными смесями на накопление биомассы.

Сидеральные пары оказали положительное влияние на биологическую стойкость растений в период вегетации. Сохранность растений к уборке по сидеральным парам превышала показатель по чистому пару на 3,5–5,4%, что обусловлено наличием большего количества питательных элементов в почве в результате разложения органического вещества сидеральных смесей.

Анализ данных урожайности озимой пшеницы показывает, что по сидеральным парам за годы исследований (кроме 2003) получена достоверная прибавка урожайности в сравнении с чистым паром (табл. 4).

Таблица 4 – Урожайность озимой пшеницы, размещённой по различным предшественникам

Вариант Норма высева млн.шт./га		Урожайность, т/га				Отклонение от контроля, т/га
		2002 г.	2003 г.	2004 г.	Средняя	
Чистый пар (контроль)		3,55	2,59	3,45	3,20	-
Вика яровая и редька масличная						
0,5	0,3	3,98	2,73	3,86	3,52	+0,32
1,0	0,5	4,12	2,79	3,96	3,62	+0,42
1,5	0,8	4,20	2,88	4,05	3,71	+0,51
2,0	1,0	4,17	2,77	3,97	3,64	+0,44
Вика яровая и горчица белая						
0,5	0,5	4,00	2,69	3,79	3,49	+0,29
1,0	1,0	4,07	2,76	3,84	3,56	+0,36
1,5	1,5	4,13	2,84	3,94	3,64	+0,44
2,0	2,0	4,15	2,82	3,98	3,65	+0,45
$НСР_{05}$ для сравнения:						
Частных средних		0,26	NS	0,25	0,05	
Вида сидеральных паров		NS	NS	0,07	0,03	
Нв вики и редьки масличной		0,11	NS	NS	0,04	
Нв вики и горчицы белой		0,07	0,08	0,11	0,05	

Примечание: NS – различия не существенны; Нв – норма высева

В среднем за годы исследований сидеральные смеси обеспечили урожай озимой пшеницы от 3,49 до 3,71 т/га при 3,20 т/га на контроле. За счёт увеличения норм высева компонентов смесей вики яровой и редьки масличной, достоверные прибавки урожайности пшеницы относительно варианта с наименьшей нормой высева получены лишь в 2002 г. (+0,14–0,22 т/га). В 2003 и 2004 гг. различия в урожайности были не существенны. При увеличении норм высева смесей вики яровой и горчицы белой достоверные прибавки урожая получены во все годы исследований. В среднем за три года исследований увеличение норм высева смесей вики яровой и редьки масличной повысило урожай зерна на 2,8–5,1%, а смесей вики яровой и горчицы белой на 2,0–4,4%.

Установлена чёткая зависимость урожайности озимой пшеницы от биологической активности почвы (r=0,88…0,95).

Во все годы исследований зерно пшеницы, посеянной по сидеральным парам, характеризовалось высоким показателем натуры, которая находилось в пределах 748–780 г/л при 746–773 – по чистому пару. Сидеральные смеси повышали массу 1000 зёрен на 1,7–2,0 г. Отмечена тенденция увеличения данного показателя при увеличении норм высева компонентов сидеральных смесей.

Зерно пшеницы, посеянной по чистому и сидеральным парам, имело незначительное различие по показателю стекловидности. Лучшие показатели стекловидности были получены в 2004 г.

Содержание белка (в среднем за 3 года исследований) в зерне пшеницы, посеянной по сидеральным смесям, составило 13,7–13,8%, что на 0,7–0,8% выше, чем на контроле. Содержание клейковины в зерне повысилось на 1,9–2,1%. Качество клейковины в 2002 г. на всех вариантах опыта соответствовало 2 группе, в 2003 и 2004 годах – 1 группе.

Заделывание в почву исследуемых сидеральных смесей повышало посевные качества полученных семян из урожая.

Стоимость прибавки урожая, полученного за счёт применения сидератов, составила 812–1428 руб.; величина условно чистого дохода в ценах 2004 г. составляла в зависимости от варианта опыта 376–792 руб.; эколого-экономическая эффективность – 1411–1815 руб. Увеличение производственных затрат, при повышении нормы высева сидеральных смесей окупаются прибавочной стоимостью продукции.

Расчёт энергетической эффективности в наших исследованиях проводился путём сопоставления двух величин: количества энергии, накопленной в прибавке урожая озимой пшеницы и затрат антропогенной энергии, израсходованной на получение этой прибавки (разница между затратами на выращивание и заделку в почву сидеральных смесей и затратами на обработку чистого пара). За-

траты составили 3,60–7,08 ГДж. В прибавке урожая озимой пшеницы было накоплено 5,25–9,23 ГДж. Наивысший биоэнергетический коэффициент ми был получен при высеве смесей вики с редькой.

Для восполнения потерь органического вещества только в пахотном слое (исходя из нормативных данных коэффициента гумификации навоза – 0,25) необходима антропогенная энергия на уровне 12,11–12,71 ГДж/га.

При применении сидеральных смесей энергетический выигрыш составил 10,35–12,04 ГДж/га.

Таким образом, агроэкологическая роль яровых сидеральных смесей вики с горчицей и вики с редькой выражается в улучшении агрохимических и агрофизических свойств почвы, повышении продуктивности последующей культуры (озимая пшеница) при высокой энергетической эффективности применения.

———

УДК 631.61:631.51.01(292.485):(470.4)

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СКЛОНОВЫХ ЗЕМЕЛЬ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ПОВОЛЖЬЯ

А.В. Бойко

В статье представлены сравнительные материалы автора по противоэрозионным способам обработки почвы и их влиянию на урожайность сельскохозяйственных культур. Автор анализирует данные других исследователей по использованию склоновых земель.

Склоновые эродированные и эрозионоопасные земли занимают в лесостепной зоне Поволжья до 50–60 и более процентов пашни. Они еще сохраняют богатые потенциальные возможности в производстве грубых полноценных кормов, а также фуражного и продовольственного зерна.

Этот потенциал может быть использован при совершенствовании использования склоновых участков за счёт возделывания соответствующих культур, а также сохранения и увеличения плодородия почвы при недопущении дальнейшего смыва и размыва.

Из многочисленных литературных источников известно, что на полях с крутизной склона до 3° возможно возделывание полевых культур. На более крутых склонах рекомендуется вводить почвозащитные севообороты с небольшим удельным весом пропашных культур и чистого пара.

В совхозе «Выдвиженец» Шемышейского района Пензенской области в свое время был освоен, например, такой почвозащитный

севооборот: 1, 2, 3 – многолетние травы; 4 – просо; 5 – пар занятой; 6 – озимая рожь; 7 – яровая пшеница с подсевом многолетних трав.

При организации противоэрозионных комплексов оптимальное соотношение между пашней, кормовыми угодьями и лесом составляет 1:1, 6:3,5. Почвозащитные лесные покосы размещаются на водораздельных плато и склонах до 1,5°. Водораздельные полосы создаются на склонах более 1,5°, поперёк склона, по горизонталям. Многолетний опыт свидетельствует о преимуществе продувных конструкций лесных полос. Под ними снижаются скорость ветра и испарение влаги, а урожаи повышаются.

В нашей зоне распространены склоны различной крутизны, формы и экспозиции. На более холодных склонах преимущественно северных экспозиций зимой накапливается значительное количество снега. Они меньше промерзают и больше аккумулируют воды при снеготаянии. Под естественными травами на этих склонах сформировались более плодородные почвы за счёт большего накопления органического вещества по сравнению более тёплыми южными, на которых снег не задерживается, почва на них сильно промерзает, происходит бурное снеготаяние, и меньше накапливается воды в пахотных и подпахотных слоях.

Поэтому на склонах преимущественно южных экспозиций практикуются приёмы, способствующие снегонакоплению и снижению непроизводительных расходов талых вод.

Причина ухудшения условий для роста и развития растений на склоновых участках заключается в снижении перегнойного слоя.

Одна из главных проблем почвозащитного земледелия – не допустить дальнейшего смыва и размыва склоновых земель, вторая – сохранить и улучшить их плодородие.

По нашим данным [1], почвозащитные обработки, проводимые поперёк склона, обеспечивают резкое уменьшение или полное прекращение стока талых и ливневых вод и повышение урожаев по сравнению с отвальной вспашкой (табл. 1.).

Как видно из таблицы 1, лучшие результаты получены при ступенчатой обработке по сравнению с плоскорезной. Значительное почвозащитное значение на склонах имеют озимые культуры, а еще больше – многолетние травы. Ранее распаханные эродированные склоны, приовражные участки, а также площади, прилегающие к берегам рек и водоемов, особенно подвергаются смыву и размыву. Такие земли требуют консервирования под многолетними травами (сеяными залежами) для использования под сенокосы и пастбища. Наибольшую кормовую ценность имеют посевы бобовых трав, в которые со временем внедряются злаки и разнотравье. Поэтому требуется уточнить на холодных и тёплых склонах, насколько устойчивы отдельные виды бобовых трав к вытеснению диким раз-

нотравьем, какова их противоэрозионная эффективность и другие вопросы. При использовании посевов многолетних трав важно исследовать их способность воспроизводить органическое вещество почвы и её плодородие на склонах разных экспозиций.

Результаты оценки посевов многолетних трав на склоне юго-восточной экспозиции убеждают в большей эффективности использования бобовых трав по сравнению с злаковыми и их смешанными посевами (табл. 2).

На третьем году использования люцерна в первом укосе дала урожай сена 52,0; козлятник 54,2, а кострец безостый 26,3 ц/га. Во втором укосе люцерна дала 37,0; козлятник 18,3, кострец не достиг укосной массы. Особенностью люцерны является её более высокая (46,4 ц/га) урожайность по сравнению с кострецом и, особенно, с козлятником, начиная с первого же года пользования. Козлятник в первый год дал 16,7; кострец – 23,5; бобово-злаковая смесь – 35,6, на втором году пользования было получено 44,I; 32,9; 34,0 и 35,2 ц, а на третьем – 89,0; 72,6; 26,3 и 64,7 ц/та соответственно. Примерно такие же различия в продуктивности трав были и на четвертом году пользования.

Таблица 1 – Влияние противоэрозионных способов обработки почвы на урожай зерновых культур в звене почвозащитного севооборота на склоне до 3,5° юго-восточной экспозиции

Варианты опыта	Урожай культур, ц/га			
	1973 яр. пшеница	1974 просо на сено	1975 ячмень	выход з.е. по трём культурам
Отвальная вспашка поперёк склона на глубину 25–27 см (контроль)	28,1	23,6	26,6	72,3
Рыхление плоскорезом на глубину 25–27 см	29,4	23,5	27,6	73,5
Ступенчатая обработка на глубину 22–23 см	31,9	24,0	27,3	77,2

Таблица 2 – Сравнительная продуктивность отдельных видов трав при использовании в скороспелой залежи, ц/га корм. ед.

Залежь	Годы				
	1995	1996	1997	1998	среднее
Люцерновая	39	37	44	35	39
Козлятниковая	18	34	41	28	30
Кострецовая	15	22	10	14	15
Смешанная многокомпонентная	34	34	31	30	32
$НСР_{05}$	11	7	20	8	

При ухудшении условий произрастания на смытых участках растения увеличивают воспроизводство органического вещества почвы за счёт увеличения отношения корневых масс к надземным (табл. 3).

Таблица 3 – Расчёт воспроизводства гумуса агрофитоценозами и отношений корневых масс к надземным на склоновых землях на основании данных других авторов

Авторы информации, культура, почва, корни в слое, см	Степень смытости почвы	Показатели, т/га			Отношение корневых масс к надземным
		урожай	корневая масса	баланс гумуса по С	
Н.М.Каштанов. Ф.Н.Лисецкий, Г.И.Швабс (1994). Озимая пшеница на чернозёмах южных солонцеватых с учётом запашки соломы, 0–20см	несмытая почва	3,9	2,7	0,27	0,39
	смытая почва	1,3	2,9	0,34	0,92
А.Г. Ли, В.С. Коваленко (1986). Проходное пастбище на коричневых карбонатных почвах Таджикистана, 0–30 см	средняя смытость	2,4	4,4	0,20	2,64
	сильная смытость	2,1	5,7	0,36	3,33

Мы связываем это с проявлением общей закономерности изменения соотношений между корневыми и надземными массами в высшем растительном мире во времени, в соответствии с которой при ухудшении условий произрастания (в частности обеспечения водой и азотом по отношению к зольным элементам) растения эти соотношения увеличивают, а при улучшении условий соответственно уменьшают их [2].

По нашим наблюдениям, на более смытых поливах склонов южных экспозиций по сравнению с менее смытыми отмечается улучшение баланса гумуса в севообороте: клевер, озимая пшеница, просо, яровая пшеница + клевер (табл. 4). Это обуславливается изменением соотношений между отчуждаемой и воспроизводимой частями органического вещества почвы. Люцерновая залежь без распашки имела преимущество по воспроизводству гумуса по азоту перед севооборотом только на верхней наименее смытой части склона, не отличаясь по этому признаку на более смытом нижнем участке. По воспроизводству углерода она уступала всем культурам севооборота. В целом люцерновая залежь без распашки воспроизводством гумуса не реагировала на склон в отличие от костреца, за счёт корневого опада которого улучшился баланс воспроизводства гумуса на нижней, наиболее смытой части склона. При распашке кострец обеспечивал полное воспроизводство гумуса по азоту и по-

ложительный баланс (0,9 т/га) по углероду, не реагируя на склон. При распашке люцерны было заметное улучшение баланса гумуса вниз по склону по сравнению с верхним малосмытым участком.

Таблица 4 – Среднегодовой баланс воспроизводства гумуса агрофитоценозами на разных по смытости участках выщелоченного суглинистого чернозёма Пензенской области в среднем за три года (1996-1996), т/га

Вид баланса	Участок склона	Севооборот					Залежь	
		клевер	оз. пшеница	просо	яр. пшеница	по севообороту	кострецовая	люцерновая
		с отчуждением побочной продукции					без распашки	
по азоту	верхний	3,5	-0,9	-0,1	-1,4	0,3	-0,6	0,4
	нижний	3,7	-0,7	-0,2	-1,0	0,4	-0,4	0,4
по углероду	верхний	0,2	-0,3	-0,1	-0,4	-0,2	-0,2	-0,4
	нижний	0,2	-0,3	-0,1	-0,3	-0,1	-0,1	-0,4
		с запашкой соломы оз. пшеницы и проса					при распашке	
по азоту	верхний	3,5	-0,1	0,7	-1,4	0,7	0,07	1,8
	нижний	3,7	0	0,7	-1,0	0,8	0,07	1,7
по углероду	верхний	0,2	0,5	0,3	-0,4	0,2	0,9	-0,2
	нижний	0,2	0,5	0,3	-0,3	0,2	0,9	-0,17

Однако отрицательный баланс углерода сохранился и при распашке люцерны за счёт отчуждения больших надземных масс при двуукосном использовании.

Запашка соломы озимой пшеницы и проса в севообороте позволила увеличить воспроизводство азота в два раза. При этом разница в пользу более смытого и нижнего участков сохранилась. Обеспечивался положительный баланс и по углероду.

Таким образом, включение в структуру севооборота 25% клевера в сочетании с использованием соломы на удобрение позволяет обеспечивать положительный, баланс углерода и азота. Это свидетельствует о положительном балансе (накоплении) гумуса в почве. Улучшение же балансовых показателей его вниз по склону говорит о возможности выравнивания почв по плодородию во времени за счёт посева трав и использования побочной продукции на удобрение.

К сожалению, в литературных источниках практически отсутствуют сравнительные сведения о том, из каких глубин и сколько способны извлекать отдельные виды трав (в частности бобовых) воды и элементов питания и переносить их в верхние слои, в которых сосредотачивается основная масса корней. Однако, даже при отсутствии подобных сведений общеизвестно, чем глубже проникают корни в глубину, тем растение более засухоустойчиво и способно произрастать на сравнительно бедных почвах (донник, люпин,

люцерна, особенно люцерна жёлтая и др.), тем глубже производится биологическое рыхление грунтовой толщи.

Поэтому при сравнении урожайной способности отдельных видов трав определяющее значение имеют зональные климатические особенности отдельных ландшафтных территорий в пределах зоны (пониженные или возвышенные места, экспозиция склона, почвенные особенности и др.), определяющих в том числе условия увлажнения почвы и воздуха (табл. 5).

Таблица 5 – Примеры сравнительной оценки урожайности козлятника восточного, клевера и люцерны в отдельных зонально-территориальных почвенно-климатических условиях Поволжья по годам пользования

Автор, год издания	Зона, почва, территория	Вид продукции	Культура	Год пользования	Урожай		Стабильность по годам, %
					по годам пользования	в сумме за годы сравнения	
Беляк В.Б., Ишмуратова А.Д.,1996	лесостепная выщелоченный малосмытый чернозём, северо-западная экспозиция	зелёная масса, т/га	козлятник восточный	1	24	53	76
				2	29		
				3	31		
				4	31		
			клевер луговой	1	33	58	72
				2	25		
Кшникаткина А.Н., 2001	лесостепная выщелоченный чернозём	зелёная масса, т/га	козлятник восточный	1	15	123	19
				2	32		
				3	36		
				4	40		
			люцерна + клевер	1	25	87	18
				2	30		
				3	20		
				4	12		
Бойко А.В. и др., 1999	лесостепная выщелоченный чернозём смытая часть склона юго-восточной экспозиции	корм. ед., ц/га	козлятник восточный	1	18	127	23
				2	34		
				3	41		
				4	28		
			люцерна	1	39	155	77
				2	37		
				3	44		
				4	35		
Дронова Т.Н., 1995 (показано Кшникаткиной А.Н., 2001)	сухостепная орошаемые земли	зелёная масса, сено, т/га	козлятник восточный	1	30	272	19
				2	85		
				3	84		
				4	73		
			люцерна	1	41	255	22
				2	94		
				3	70		
				4	50		

Имея специфические физиологические и морфологические особенности, каждая культура, как и дикорастущие виды, приспособлена к соответствующим ей природным условиям. Неслучайно те или иные растительные сообщества приспособлены к конкретным территориально-климатическим нишам, в которых они и произрастают.

Сравнение урожайной способности и других возможностей отдельных культур без учёта этого нередко даёт ограниченную или не точную информацию об их особенностях.

Поскольку козлятник восточный более заметно реагирует на увлажнение, его урожайность в частности при сравнении с засухоустойчивой люцерной разными авторами оценивается по-разному, что, видимо, обусловлено соответствующими особенностями почвенно-территориально-климатических условий.

При сравнении урожаев козлятника, клевера и люцерны оказались, что в более благоприятных условиях увлажнения в лесостепной зоне козлятник уступает по урожайности смеси клевера и люцерны в течение первых двух лет пользования [3], а клеверу луговому, по данным А.Н. Кшникаткиной (2001), только на первом году пользования.

Тоже самое, как видно из таблицы 5, наблюдалось при орошении в сухостепной зоне по данным Т.Н. Дроновой (1995). Однако, если суммарный урожай зелёной массы козлятника за 3 года, по её данным составил 199 т, то люцерны – 205 т/га. Как видно, в первые два года использования люцерна превосходила козлятник и при орошении. Она заметно снизила урожаи, начиная с третьего года пользования, а козлятник – с четвертого года сравнения. Козлятник при орошении оказался урожайнее люцерны.

Различия в урожаях в пользу люцерны наблюдалось нами на смытой части склона юго-восточной экспозиции [4].

Также из таблицы следует, что стабильность урожаев козлятника по годам была выше, чем у люцерны и клевера в более благоприятных условиях увлажнения (Беляк В.Б., Ишмуратова А.Д., 1996; Кшникаткина А.Н., 2001) и ниже по сравнению с люцерной в сравнительно засушливых условиях (Бойко А.В., 1999; Дронова Т.Н., 1995).

Вышеизложенные сравнения позволяют считать, что для 2-3 летнего использования в севооборотах сравнительно и благоприятных условиях увлажнения лесостепной зоны больше подходят клевер, а в более засушливый сухостепной зоне и на сухих склонах южных экспозиций лесостепи посевы люцерны.

Козлятник же разумнее использовать более длительное время в сравнительно благоприятных для него условиях увлажнения лесостепной зоны, а также при орошении в сухостепной зоне.

При усреднении данных всех авторов оказалось, что стабильность урожаев козлятника по годам составила 34%, а люцерны – 47%. Это подтверждает меньшую устойчивость козлятника восточного к засухе и его большую отзывчивость на условия увлажнения.

Итак, козлятник даёт сравнительно низкие урожаи особенно на первом, а также на втором годах пользования. Клевер луговой снижает урожаи на третьем и четвертом годах пользования. Люцерна обеспечивает наиболее высокую стабильность урожаев по годам. Это даёт повод для изыскания возможностей их смешанных посевов. Предварительные испытания нами совместных посевов клевера и люцерны в течение двух лет пользования дали положительный эффект (табл. 6).

Таблица 6 – Сравнительная урожайность клевера, люцерны и их смешанных посевов в полевом экспериментальном севообороте отдела земледелия опытной станции

Культура	Урожаи сена в среднем по трём полям, ц/га			Стабильность урожаев по годам, %
	средние	максимальные	минимальные	
Клевер	38,2	52,7	27,4	73
Люцерна	43,9	58,0	24,1	75
Клевер + люцерна	48,4	62,3	32,5	78

Колебания по годам на тех или иных территориях ландшафта в агроценозах лесостепи Поволжья определяются в первую очередь уровнями влагообеспечения растений. Это особенно касается наиболее плодородных почв. Особенно высоким плодородием наряду с пойменными почвами отличаются намывные участки, располагаемые в нижних частях склонов. Обычно это выравненные массивы, на которых эрозионные смывные процессы затухают. Интенсивное использование таких участков позволяет получать высокую отдачу. Однако и на них колебания урожаев под влиянием погодных условий проявляется также очень резко, включая склоны северо-западных экспозиций.

Попытка сгладить негативное влияние погоды предпринималась нами на намывных суглинистых чернозёмных почвах, расположенных ниже смываемой части склона северо-западной экспозиции, путём использования орошения методом дождевального полива и применением минеральных удобрений на планируемый урожай озимой яровой пшеницы.

Влажность почвы в дальнейшем не опускалась ниже 70% НВ. Полученные результаты опыта приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Влияние орошения и минеральных удобрений на урожай озимой и яровой пшеницы на намывной части склона северо-западной экспозиции в среднем за 3 года

Культура	Показатели	Без орошения		При орошении	
		без удобрений	с применением удобрений	без удобрений	с применением удобрений
Оз. пшеница	урожай, ц/га	27,8	35,9	31,1	39,1
	стабильность, %	18	42	65	72
Яр. пшеница	урожай, ц/га	24,0	29,8	26,4	28,9
	стабильность, %	55	70	93	90

Орошение в засушливые и средние по увлажнению годы, кроме дополнительного обеспечения растений водой, обусловило мобилизацию естественного почвенного плодородия и повышение урожаев.

Как видно из таблицы 7, в среднем за 3 года проведения опытов урожай зерна озимой пшеницы без орошения и удобрений был выше яровой на 3,8 ц, при орошении без удобрений на 4,7 ц, а на фоне применения удобрений соответственно на 6,1 и 10,2 ц/га. То есть, при применении удобрений и орошения преимущество озимой пшеницы перед яровой оказалось выше в 1,6 и 2,2 раза. Таким образом, использование минеральных удобрений и орошения под озимую пшеницу оказалось более эффективным по сравнению с яровой пшеницей на намывном плодородном участке склона северо-западной экспозиции. Это подтверждает и в целом преимущество озимой группы хлебов перед яровой группой, которое нельзя устранить или снивелировать средствами интенсификации. В условиях полива и применения удобрений усиливалось проявление различных негативных влияний на яровую пшеницу (поражение болезнями, вредителями, стекание зерна, полегание). Поэтому на этом варианте урожай снизился по сравнению с неорошаемым участком.

Литература

1. Бойко, А.В. Влияние противоэрозионных способов обработки почвы на урожай сельскохозяйственных культур в звене севооборота на склоне до 3,5° / А.В. Бойко, Н.И. Рындин // Рекомендации Пензенской ГОСХОС по внедрению в практику колхозов и совхозов области передовых приёмов сельскохозяйственного производства. – Пенза, 1986. – С. 26–27.

2. Бойко, А.В. Общая закономерность изменения соотношений между корневыми и надземными массами растений во времени и её значе-

ние в практической агрономии / А.В. Бойко // Вопросы интенсификации с.-х. производства в исследованиях ПензНИИСХ. – Пенза, 1996. – С. 36–45.

3. Беляк, В.Б. Роль кормовых севооборотов в повышении плодородия выщелоченных чернозёмов / В.Б. Беляк, А.Д. Ишмуратова // Вопросы интенсификации с.-х. производства в исследованиях ПензНИИСХ. – Пенза, 1996. – С. 47–58.

4. Бойко, А.В., Севообороты как фактор регулирования плодородия выщелоченных суглинистых чернозёмов / А.В. Бойко, Л.Е. Вельмисева, В.И. Золотов, И.В. Епифанова // Вопросы интенсификации с.-х. производства в исследованиях ПензНИИСХ. – Пенза, 1999. – С. 14–35.

———

УДК 631.874.2:631.559:633.11"324" (292.485):(470.40)

ОЗИМЫЕ БОБОВО-КАПУСТНЫЕ СМЕСИ НА ЗЕЛЁНОЕ УДОБРЕНИЕ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

А.В. Чернышов, И.Н.Зеленин

Представлены результаты изучения влияния озимых сидеральных смесей на продуктивность озимой пшеницы в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья. Показано, что сидеральные смеси вики мохнатой с рыжиком озимым или сурепицей обеспечивали прибавку урожайности озимой пшеницы на 0,07–0,21 т/га и улучшение качества зерна. Содержание клейковины возросло на 1,4–2,0%, белка – на 0,5–0,9%.

Современное земледелие, ориентированное на рациональное использование биологических ресурсов, предполагает понятие единства почвы и растения. Получение устойчивых урожаев возможно только за счёт использования плодородия почвы при его обязательном сохранении и расширенном воспроизводстве. В последние десятилетия повсеместно отмечается деградация почв и снижение их плодородия. Преобладание выноса питательных элементов над их возвратом, более интенсивная минерализация органического вещества, а не гумусообразование – основные причины снижения плодородия и увеличения темпов регрессии агроэкосистем.

Уровень органических удобрений (навоза, соломы, компостов), вносимый в настоящее время – около 1 т/га – не может обеспечить стабилизацию и повышение почвенного плодородия, так как норма на бездефицитный баланс гумуса составляет 9–10 т/га. Поэтому возникает необходимость применения альтернативных вариантов пополнения органического вещества в почве. Наукой и практикой установлено, что наиболее эффективный вариант – применение сидеральных культур.

Учитывая современное крайне низкое экономическое и материально-техническое состояние большинства сельхозпредприятий, важно найти такие сидеральные культуры и их смеси, с помощью которых можно было бы экологически безопасно и экономически выгодно повысить плодородие почв.

Раздельное использование бобовых и капустных растений в качестве сидеральных культур достаточно хорошо изучено. Возделывание специальных бобово-капустных сидеральных смесей должно усилить эффект растений этих семейств по мобилизации элементов питания из труднодоступных соединений почвы и воздуха и повысить эффективность сидерации. Для подбора компонентов таких смесей и их соотношения проведены полевые опыты в 2001–2004 годах на опытном поле Пензенского НИИСХ.

Почва опытного участка – чернозём тяжелосуглинистый, среднемощный, выщелоченный, с содержанием гумуса 6,47% (по Тюрину); $pH_{сол.}$ – 5,8; N – 85 мг/кг; P_2O_5 – 188 мг/кг и K_2O – 105 мг/кг почвы.

В опыте изучалось влияние двух озимых сидеральных смесей, с различными нормами высева и соотношением компонентов на продуктивность озимой пшеницы сорта Безенчукская 380. Исследования проводились в звене севооборота: сидеральный пар – озимая пшеница. На сидерат высевались смеси вики мохнатой (сорт Глинковская) с рыжиком озимым (сорт Пензяк) или сурепицей озимой (сорт Горлинка).

Технология возделывания культур в опыте общепринятая для лесостепной зоны Среднего Поволжья. Повторность опыта трёхкратная. Размещение делянок – систематическое одноярусное, размер делянки 4×50=200 м^2, учётная площадь – 2х50=100 м^2.

Агротехника проведения исследований – общепринятая для региона. Система основной обработки почвы предусматривала её максимальное очищение от сорняков и выравнивание поверхности поля. Под посев озимых сидеральных смесей после уборки предшественника проводили перекрёстную обработку тяжёлой дисковой бороной (БДТ-3), а затем предпосевную культивацию. Минеральные удобрения в опыте не применялись. Сидеральные смеси сеяли в конце третьей декады августа, рядовым способом сеялкой СН-16. В фазе полного цветения бобового и начала образования стручков капустного компонентов (не позже первой декады июня) наземную фитомассу скашивали и разбрасывали, используя для этого КИР-1,5. Заделку сидеральной массы проводили тяжёлой дисковой бороной (БДТ-3) за 1–2 прохода, в зависимости от урожая. Через 91–92 дня сеяли озимую пшеницу из расчёта 5,5 млн. всхожих зёрен на 1 га (срок посева 5 сентября).

Все наблюдения, учёты и анализы проводили по общепринятым методикам.

Сумма активных температур, количество осадков и гидротермический коэффициент в течении трёх лет исследований по были близки к среднемноголетним значениям, а 2003 г. отличался повышенной влажностью.

Фенологические наблюдения показали, что длительность фаз развития растений сидеральных смесей была практически одинаковой по всем вариантам опыта и зависела главным образом от агрометеорологических условий вегетационного периода.

Продолжительность осенней вегетации в зависимости от условий года варьировала от 53 до 60 дней.

В среднем за годы исследований длина весеннего вегетационного периода (возобновление вегетации–начало образования стручков у капустных) в зависимости от видового состава смесей составила 51–55 дней. Наибольшая протяженность весенней вегетации исследуемых смесей была в 2003 г., когда при относительно прохладной дождливой погоде периоды от возобновления вегетации до бутонизации у вики и цветения у капустных увеличились на 3 и 4 дня относительно 2002 г. Периоды от бутонизации до цветения у вики и от цветения до начала образования стручков у капустных во все годы исследований имели одинаковую длительность.

Проведённые наблюдения позволяют утверждать, что компоненты исследуемых озимых сидеральных смесей имеют короткий весенний вегетационный период, который позволяет их применять в качестве зелёного удобрения под озимую пшеницу.

Исследования показали, что густота стояния растений зависит от их нормы высева. Во все годы исследований полевая всхожесть бобового компонента оказывалась выше, чем у капустных компонентов. Так, в среднем за два года исследований полевая всхожесть вики мохнатой в зависимости от нормы высева варьировала в пределах 89,9–97,1%, сурепицы озимой – 89,3–95,0%, рыжика озимого – 88,1–94,7%.

В среднем за годы исследований наиболее оптимальным по полноте всходов у смесей вики мохнатой и рыжика озимого был вариант с нормой высева 1,0 и 4,0 млн. шт./га, а у смесей вики мохнатой и сурепицы озимой – 1,5 и 2,9 млн. шт./га соответственно.

Сохранность растений озимых сидеральных смесей ко времени их заделки в почву зависела как от условий года, так и от норм высева их компонентов. Увеличение нормы высева сопровождалось снижением сохранности как бобового, так и капустного компонентов. При высеве смесей вики мохнатой и рыжика озимого сохранность растений на варианте с нормой высева 0,5 и 3,0 млн. шт./га составила соответственно 65,0 и 63,2%, в то время как со-

хранность на варианте 2,0 и 6,0 млн. шт./га – 56,2% вики и 63,4% рыжика. В опыте со смесями вики мохнатой и сурепицы озимой лучшей была сохранность при норме высева 0,5 и 2,1 млн. шт./га – 64,4 и 60,1% соответственно.

Засорённость сидеральных смесей сильно зависела от погодных условий и норм высева сидератов. Наибольшая засорённость посевов озимых сидеральных смесей наблюдалась весной в фазу бутонизации бобового – цветения капустного компонентов, когда происходит интенсивный рост малолетних сорняков. В вариантах с наименьшей нормой высева отмечено усиленное развитие сорняков. В фазу цветения бобового – начала образования стручков капустного компонентов, когда сидеральные культуры имеют большую зелёную массу, происходит затенение многолетних и малолетних сорняков. Это приводит к сокращению их количества на посеве. Наименьшее количество сорняков было зафиксировано на вариантах с наибольшими нормами высева.

Главным показателем ценности сидеральных культур, оказывающим влияние на плодородие почвы, является масса органического вещества, накопленного ко времени их запашки. Урожайность наземной зелёной массы озимых сидеральных смесей ко времени заделки в зависимости от условий года, состава и норм высева компонентов изменялась с 23,9 до 36,5 т/га, составляя в среднем 25,5–35,0 т/га. Урожай сухой наземной и корневой массы смесей вики мохнатой и сурепицы озимой превышал урожай смесей вики мохнатой и рыжика озимого на протяжении всего периода вегетации. В среднем за два года исследований в слое почвы 0–30 см в зависимости от состава и норм высева компонентов смесей накапливалось от 3,25 до 4,56 т/га сухих корней при средних урожаях сухой наземной массы от 4,48 до 6,10 т/га. Увеличение норм высева компонентов смеси повышало урожайность, как наземной, так и корневой массы (табл. 1).

Нами установлена тесная корреляционная связь между урожаем сухой наземной и корневой массы (r=0,97 у смесей вики с рыжиком и 0,98 у смесей вики с сурепицей). Уравнения регрессии при этом имеют следующий вид: y=0,1646+0,6961x; y= -0, 4157+0,8119x, где y – масса сухих корней (т/га); x – сухая наземная масса (т/га).

Важным показателем качества зелёного удобрения является содержание в нём питательных веществ и углерода. Проведённые исследования показали, что наземная и корневая масса исследуемых сидеральных смесей различаются между собой по содержанию основных элементов питания и углерода. Азотом богаче смеси вики мохнатой и сурепицы озимой, причём его содержание в наземной массе превышало содержание в корнях в 1,46–1,48 раза.

Таблица 1 – Накопление биомассы озимых сидеральных смесей ко времени заделки в почву

Вариант Норма высева, млн. шт./га		Масса, т/га			
		наземная		сухая	
		зелёная	сухая	корне-вая	общая
Вика озимая и рыжик озимый					
0,5	3,0	25,5	4,48	3,25	7,73
1,0	4,0	29,9	5,13	3,73	8,86
1,5	5,0	31,6	5,29	3,95	9,24
2,0	6,0	34,4	5,73	4,09	9,82
$НСР_{05}$		1,0	0,12	0,08	0,17
Вика озимая и сурепица озимая					
0,5	2,1	29,8	5,41	3,95	9,36
1,0	2,5	31,0	5,48	4,08	9,56
1,5	2,9	33,4	5,86	4,30	10,16
2,0	3,3	35,0	6,10	4,56	10,66
$НСР_{05}$		1,5	0,25	0,09	0,15

Увеличение норм высева компонентов сидеральных смесей повышало содержание азота и в наземной, и в корневой массе.

Зависимости содержания фосфора в наземной массе сидеральных смесей от норм высева их компонентов не установлено. В корнях же накопление фосфора при увеличении норм высева компонентов у смесей вики мохнатой и рыжика озимого повышалось до 0,48%, а у смесей вики мохнатой и сурепицы озимой – до 0,46%, что выше на 0,11 и 0,10% относительно наименьшей нормы высева.

По содержанию калия, как в наземной массе, так и в корнях исследуемых смесей, в зависимости от состава компонентов существенных различий не наблюдается. В наземной массе содержание калия варьировало от 1,34 до 1,41%, а в корневой – от 1,06 до 1,15%. Увеличение норм высева компонентов до 2,0 и 3,3 млн. шт./га у смесей вики озимой и сурепицы озимой снижало содержание калия до 1,34%, что ниже на 0,04% относительно наименьшей нормы высева. Закономерностей влияния увеличения норм высева сидеральных смесей на содержание калия в корнях не установлено. Не выявлено также закономерностей влияния норм высева на содержание калия в наземной и корневой массе смесей вики мохнатой и рыжика озимого. Углерода, в отличие от азота, фосфора и калия, содержалось больше в корневой массе.

В среднем за годы исследований в почву поступало в зависимости от состава сидеральных смесей и норм высева их компонентов 135,2–218,4 кг/га азота, 37,1–57,0 кг/га фосфора и 97,3–130,6 кг/га калия (табл. 2). Накопление элементов питания было выше в наземной массе по сравнению с корневой. Содержание элементов

минерального питания в биомассе сидеральных смесей повышалось с увеличением их норм высева, достигая максимума при соотношении компонентов 2,0 и 6,0 млн. шт./га в смеси вики мохнатой и рыжика озимого и 2,0 и 3,3 млн. шт./га в смеси вики мохнатой и сурепицы озимой.

Свежее органическое вещество сидератов является источником минеральных соединений, высвобождающихся при его разложении. Оно способствует поддержанию благоприятных водно-физических и агрохимических свойств почвы. Однако, учитывая весь спектр положительного влияния органического вещества сидератов на эффективное и потенциальное плодородие почвы, следует иметь в виду, что оно зависит от скорости и направленности трансформации растительных остатков в почве.

С общей биомассой озимых сидеральных смесей в зависимости от состава и норм высева компонентов в почву поступало от 3161 до 4492 кг/га углерода, причём в наземной массе его содержание было выше, чем в корнях на 21,9–24,1%.

Наиболее интенсивное разложение органического вещества отмечалось в первый месяц после заделки сидеральных смесей и продолжалось с июня по сентябрь. Через 30 дней убыль биомассы сидеральных смесей в зависимости от состава и нормы высева их компонентов составила 22,9–27,9%, а по окончании эксперимента (через 360 дней) – 79,4–80,5%.

Скорость разложения органического вещества определялась условиями увлажнения и температуры (рисунок). Во влажном 2003 году она была выше, чем в 2002 г.

К моменту сева озимой пшеницы степень разложения органического вещества при повышенной влажности больше в 1,6–1,8 раза, чем при засухе: неразложившийся остаток в 2003 г. (ГТК за июнь-август – 2,17) составил 14,8–17,6 г от исходных пятидесяти, а в 2002 г. (ГТК 0,60) – 26,0–28,4 г. При оптимальных условиях температуры и увлажнения (2003 г.) ко времени посева озимой пшеницы озимые сидеральные смеси разлагались на 64,8–70,3%, что способствовало хорошему осеннему развитию пшеницы.

Зелёное удобрение, являясь источником питательных веществ, одновременно оказывает значительное влияние на физико-химические и биологические свойства почвы. Благодаря запашке растительной биомассы, заметно повышается водоудерживающая способность пахотного и подпахотного горизонтов. В среднем за 2 года (2003–2004) запасы продуктивной влаги в слое 0–50 см возросли на 1,0–4,5 мм в сравнении с неудобренном фоном. Плотность пахотного слоя снизилась на на 0,04–0,07 г/см^3. Изменение объёмной массы почвы наиболее интенсивно происходило в горизонтах 0–10 и 10–20 см.

Таблица 2 – Накопление элементов питания и углерода озимыми сидеральными смесями

Варианты Норма высева, млн. шт./га		Накопление в биомассе, кг/га											
		N			P_2O_5			K_2O			C		
		наземной	корневой	общей	наземной	корневой	общей	наземной	корневой	общей	наземной	корневой	общей
Вика мохнатая и рыжик озимый													
0,5	3,0	93,6	41,6	135,2	25,1	12,0	37,1	60,6	36,7	97,3	1796	1365	3161
1,0	4,0	112,3	51,5	163,8	28,0	16,0	44,0	70,8	41,8	112,6	2093	1592	3685
1,5	5,0	118,5	57,2	175,7	29,5	18,6	48,1	74,8	45,4	120,2	2179	1702	3881
2,0	6,0	131,2	60,1	191,3	33,6	19,6	53,2	79,7	46,6	126,3	2389	1783	4170
Вика мохнатая и сурепица озимая													
0,5	2,1	119,0	58,8	177,8	30,5	14,2	44,7	74,6	41,9	116,5	2202	1671	3873
1,0	2,5	125,5	63,6	189,1	33,9	17,5	51,4	75,1	46,5	121,6	2252	1738	3990
1,5	2,9	137,7	68,3	206,0	34,0	19,8	53,8	78,6	48,2	126,8	2426	1840	4266
2,0	3,3	144,5	73,9	218,4	36,0	21,0	57,0	81,8	48,8	130,6	2538	1965	4503

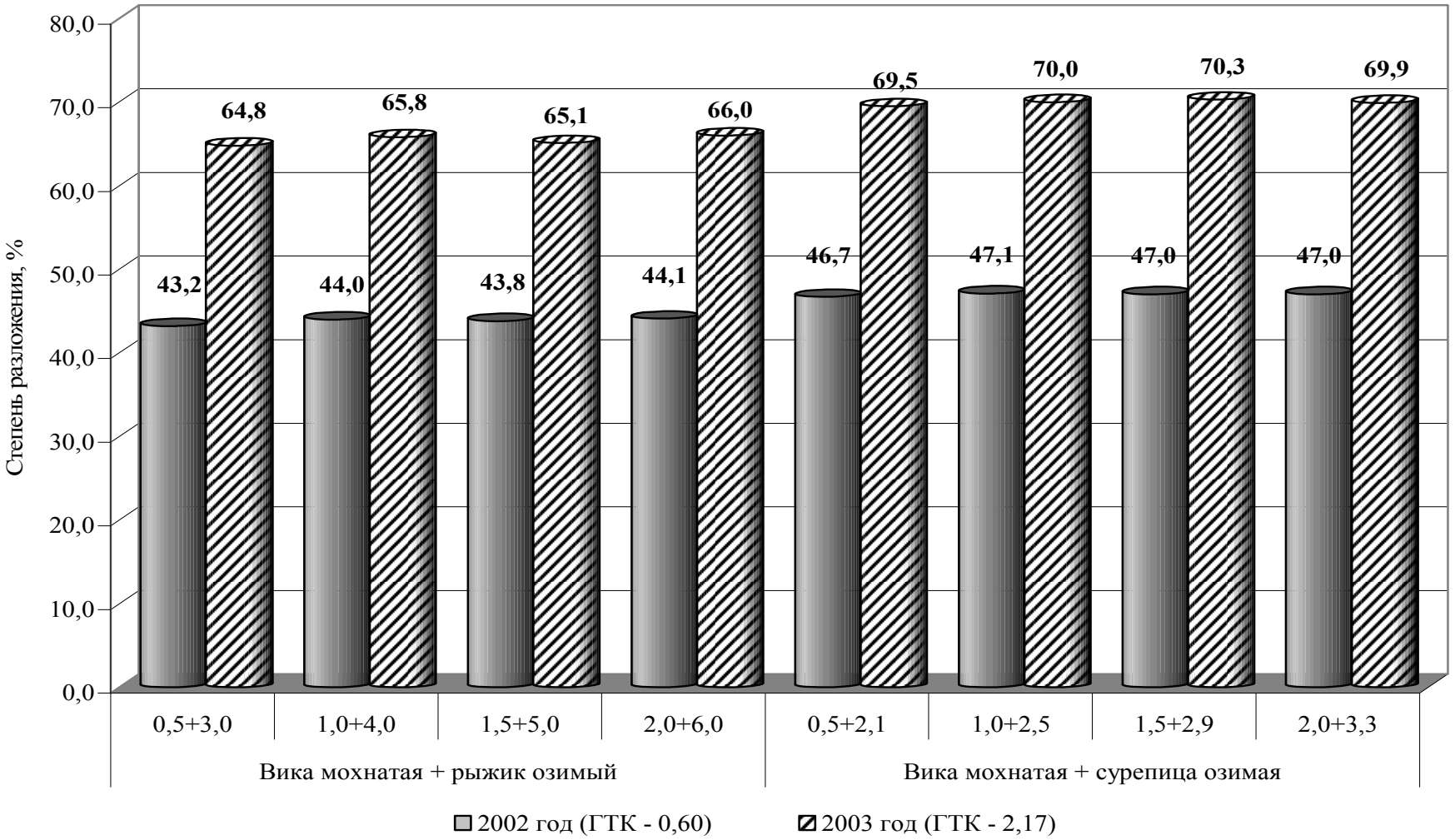


Рис. 1. Степень разложения биомассы сидеральных смесей за период от заделки до посева озимой пшеницы в зависимости от погодных условий.

На основании проведённых исследований, рассчитаны уравнения регрессии показывающие связь изменения плотности почвы с количеством внесённого сухого органического вещества (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние сухого вещества сидеральных смесей на плотность сложения чернозёма выщелоченного

Слой почвы, см	Уравнения регрессии*	Коэффициент корреляции
0-10	y=1,2167–0,0136x	0,88
10-20	y=1,3272–0,0210x	0,79
20-30	y=1,3475–0,0074x	0,63

** y – плотность почвы, г/см^3, x – количество сухого вещества, т/га*

Заделка биомассы сидеральных смесей увеличила долю агрономически ценной фракции на 5,6–9,5%. Наиболее резкий сдвиг вызвала смесь вики с сурепицей (2,0 и 3,3 млн. шт./га). Существенно возрастал коэффициент оструктуренности по сравнению с контролем.

Количество агрономически ценных агрегатов зависит от общей биомассы внесённого сухого вещества сидеральных смесей (r=0,92). Эта зависимость описывается следующим уравнением регрессии:

$$y = 60{,}676 + 1{,}3358x,$$

где *y* – содержание агрономически ценных агрегатов, %; *x* – количество сухого вещества, т/га.

Заделка зелёных удобрений стимулировала нарастание численности почвенных организмов, общая биогенность в опытных вариантах увеличилась на 11,2–17,9%.

Сидеральные смеси как комплексное агроэкологическое средство способствовали существенному приросту урожайности озимой пшеницы сорта Безенчукская 380 (табл. 4).

В среднем за годы исследований урожай зерна пшеницы на вариантах с озимыми сидератами составил 3,12–3,42 т/га, что выше, чем на контрольном варианте, на 0,14–0,44 т/га, или 4,5–12,9%. Отмечено повышение урожайности пшеницы с увеличением норм высева сидератов. На вариантах со смесями вики мохнатой и рыжика озимого увеличение норм высева обеспечивало прибавку урожайности пшеницы до 0,07–0,16 т/га, или 2,2–4,9 %. Увеличение же норм высева смеси вики мохнатой и сурепицы озимой повышало урожайность на 0,09–0,21 т/га, или 2,7–6,1%. Эти прибавки достоверны ($НСР_{05}$ 0,02 и 0,04 соответственно).

Установлена чёткая зависимость урожайности озимой пшеницы от биологической активности почвы (r=0,90…0,95).

Таблица 4 – Урожайность озимой пшеницы, размещенной по различным предшественникам

Вариант Норма высева, млн. шт./га		Урожайность, т/га			Отклонение от контроля, т/га
		2003 г.	2004 г.	средняя	
Чистый пар (контроль)		2,54	3,43	2,98	–
Вика мохнатая и рыжик озимый					
0,5	3,0	2,61	3,63	3,12	+0,14
1,0	4,0	2,67	3,71	3,19	+0,21
1,5	5,0	2,70	3,77	3,23	+0,25
2,0	6,0	2,75	3,81	3,28	+0,30
Вика мохнатая и сурепица озимая					
0,5	2,1	2,72	3,70	3,21	+0,23
1,0	2,5	2,82	3,77	3,30	+0,32
1,5	2,9	2,89	3,87	3,38	+0,40
2,0	3,3	2,94	3,90	3,42	+0,44
$НСР_{05}$ для сравнения:					
Частных средних		0,11	0,18	0,11	
Вида сидеральных паров		0,04	0,04	0,02	
Нв вики мох. и рыжика озимого		0,03	0,04	0,02	
Нв вики мох. и сурепицы озимой		0,05	0,05	0,04	

Примечание: Нв – норма высева

Сидеральные смеси оказали положительное влияние на содержание протеина и клейковины в зерне пшеницы. Их содержание увеличивалось соответственно на 0,5–0,9 и 1,4–2,0% по сравнению с контролем. При увеличении норм высева сидеральных смесей отмечена незначительная тенденция повышения данных показателей. Сидеральные смеси также способствовали увеличению содержания в зерне озимой пшеницы фосфора (на 0,17–0,22%) и калия (на 0,06–0,11%).

Таким образом, в звене севооборота сидеральный пар – озимая пшеница на чернозёмах выщелоченных установлены нормы высева и соотношения компонентов озимых сидеральных смесей вики мохнатой и рыжика, а также вики мохнатой и сурепицы значительно повышающие урожайность последующей культуры (озимой пшеницы) и качество получаемой продукции.

УДК 631.582:631.874

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПЛОТНЕНИЯ ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТОВ ПРОМЕЖУТОЧНЫМИ ПОСЕВАМИ И СИДЕРАЛЬНЫМИ КУЛЬТУРАМИ

А.В. Бойко

В статье представлены материалы исследований по влиянию промежуточных посевов и сидеральных культур на урожай последующих культур севооборота. Анализируется изменение плодородия почвы в зависимости от возделывания различных поукосных и сидеральных культур.

Общий принцип чередования культур в лесостепной зоне Поволжья (Пензенская область) можно представить в виде следующей схемы:

1. Формирование лучших предшественников под озимый клин: чистые пары, многолетние бобовые травы на один укос, занятые однолетними посевами пары, горох на зерно.
2. Озимые (пшеница, рожь, тритикале).
3. Пропашные, пожнивные или поукосные посевы.
4. Яровые зерновые культуры в чистом виде или с подсевом многолетних трав.
5. Конопля, поздние зернобобовые или травы 1–2 лет пользования на корм или семена.
6. Крупяные, ранние яровые зерновые (пшеница).
7. Конопля или подсолнечник, яровые зерновые (овёс, ячмень) в чистом виде или с подсевом многолетних трав.

Севообороты должны обеспечивать не только необходимые валовое производство той или иной продукции, но и воспроизводство органического вещества почвы её гумусовых запасов.

Наибольшее количество гумуса расходуется в чистых парах. Чистые пары не только усиливают минерализацию органического вещества почвы в период непосредственного парования, но оказывают подобное влияние на разложение органических остатков возделываемых после них культур (табл. 1).

Как видно, озимая пшеница после чистого пара, формируя более высокий урожай, оставляла больше органических остатков, чем при посеве её по клеверному полупару и гороху. Однако после чистого пара органические остатки пшеницы в течение 16 дневного срока разлагались наиболее интенсивно.

Содержание гумуса в почве после полной ротации 10-типольных севооборотов (при разном соотношении в них отдельных культур) показано в таблице 2.

Таблица 1 – Разложение органических остатков озимой пшеницы после разных предшественников за двунедельный срок. На основании данных В.А. Герасимова (1971), в среднем по семи вариантам опытов, ц/га в.с.в.

Предшественники	Сроки учёта		Разница
	1 августа	17 августа	
Клеверный пар	4,32	3,91	-0,41
Горох на зерно	4,47	3,94	-0,53
Чистый пар	4,80	3,61	-1,19
$НСР_{05}$ – 0,65ц/га S x % – 4,77			

Таблица 2 – Структура посевных площадей 10-типольных севооборотов и содержание гумуса в пахотном слое завершения их полной ротации (в среднем по четырём полям)

Уровни насыщения севооборотов отдельными культурами, %						
Зерновые	100	90	80	65	65	50
Многолетние бобовые травы	-	-	10	15	15	20
Однолетние травы	-	-	-	10	-	-
Пропашные	-	-	10	5	10	20
Промежуточные посевы	-	-	-	15	-	10
Чистый пар	-	10	-	-	10	10
продуктивность севооборотов в среднем за 4 года						
Урожай зерна, ц/га	25,9	27,0	26,2	28,1	28,3	25,0
Валовой сбор зерна, ц/га	25,5	24,1	21,0	17,4	17,8	12,0
Валовой сбор корм. ед. с основной продукции, ц/га	29,4	27,3	31,3	32,7	30,4	29,8
изменения содержания гумуса, % в среднем по 4 полям						
содержание	8,02	7,91	7,73	7,42	7,39	7,34
разница	-	-0,11	-0,29	-0,60	-0,63	-0,68
$НСР_{05}$ – 0,27 x % – 1,20						

Как видно из таблицы 2, при введении в севообороты 10% чистых паров или пропашных культур содержание гумуса снижалось в меньшей степени. Использование же в севооборотах посевов пропашных культур и сочетание их с чистыми парами привело к сильному снижению содержания гумуса, которое нельзя было устранить использованием многолетних бобовых трав и промежуточных посевов озимой ржи на зелёный корм. Для компенсации таких потерь мы выявили, что в последующем в севооборотах необходимо высевать 6–9 культур сплошного сева, включая одно поле многолетних бобовых трав.

Наибольшие урожаи зерна были в севооборотах с насыщением их зерновыми культурами до 65%. Валовые сборы основной продукции увеличивались до 30,4–32,7 ц/га корм. ед. за счёт ис-

пользования в севооборотах трав, пропашных культур и промежуточных посевов. Валовые сборы зерна повышались по мере увеличения насыщения севооборотов зерновыми. Величина урожайности зерновых определялась как предшественниками отдельных культур, так и соотношением в структуре посевных площадей между наиболее урожайными озимыми и менее урожайными яровыми зерновыми культурами.

Одна из форм введения промежуточных посевов – использование подсевных культур, способных сформировать достаточную для уборки вегетативную надземную массу и отрастающую после уборки покровной культуры в летне-осенний период текущего года или в весенне-летний период следующего года. Отрастающая масса используется на корм или запахивается в осенний период под зябь или в весенне-летний период под ранний пар в качестве удобрения. Для этой цели подходят подсевные культуры донника двулетнего или однолетнего, клевера двуукосного.

Второй формой использования промежуточных посевов с той же целью является поукосное и пожнивное возделывание быстрорастущих холодоустойчивых культур, в частности капустных. В качестве кормовых культур заслуживают внимания поукосные и пожнивные подсолнечниково-гороховые мешанки.

Поукосные посевы практикуются после уборки на сено или корм озимых культур или однолетних трав. Эффективность пожнивных посевов бывает высокой после уборки озимых и раносозревающих яровых зерновых как монокорм (ячмень) (табл. 3).

Проведённые нами пятилетние исследования (1980–1984 гг.) показали, что эффективность поукосных посевов сельскохозяйственных культур, высеваемых после ржи, убираемой на зелёный корм, определяется количеством осадков, выпадающих ко времени их посева и в период вегетации, особенностям самих культур, уровнем обеспечения их элементами питания, в первую очередь азотом. В среднем за 5 лет эффективным оказалось использование в поукосных посевах проса и гречихи на зерно.

Как видно из таблицы 3, в сумме по двум культурам (озимые + крупяные) кормовых единиц при использовании проса было собрано на 7,4 ц с 1 га больше, чем при использовании одной культуры проса. При использовании гречихи в поукосных посевах было получено кормовых единиц больше соответственно на 16,3 ц. Это было обеспечено за счёт благоприятных лет (1980, 1982 и 1983). В засушливые же годы (1981 и 1984) использование в поукосных посевах проса и гречихи не оправдалось. Также лишь в благоприятные по осадкам годы оправдывается использование в поукосных посевах кукурузы. Интересные результаты получены при использовании в качестве поукосной культуры раннего картофеля (табл. 4).

Таблица 3 – Эффективность поукосных посевов сельскохозяйственных культур после ржи, убираемой на зелёный корм (ц/га)

Показатели	Годы	Просо		Гречиха		Кукуруза (силос)	
		по зяби	по-укос-но	по зяби	по-укос-но	по зяби	по-укос-но
Урожайность	в среднем за 1981, 1984 сухие годы	13,2	1,6	2,5	2	230	47
	в среднем за 1980, 1982, 1983 благоприятные годы	20,6	13,1	9,7	6,5	329	236
Суммарный сбор корм. ед. озимых и поукосных культур	в среднем за 1981, 1984 сухие годы	13,2	8,8	2,2	10,7	46,0	21,3
	в среднем за 1980, 1982, 1983 благоприятные годы	20,8	40,0	8,6	32,7	65,7	79,3
	в среднем за 1980-1984 гг.	17,0	24,4	5,4	21,7	55,8	50,3

Таблица 4 – Эффективность поукосного возделывания картофеля после озимой ржи, убранной на зелёный корм (ц/га)

Годы	Способ возделывания	Урожай зелёной массы ржи	Урожай картофеля	Суммарный сбор корм. ед. ржи и картофеля
1982	по зяби	-	300	90
	поукосно	238	222	105
1983	по зяби	-	375	112
	поукосно	210	355	144
1984	по зяби	-	169	51
	поукосно	50	69	30
в среднем	по зяби	-	281	84
	поукосно	166	215	93

Как видно из таблицы 4, продуктивность гектара пашни в благоприятные годы (1982 и 1983) за счёт введения в качестве промежуточной культуры озимой ржи на зелёный корм возросла соответственно на 15 и 32 ц кормовых единиц. Урожай картофеля при поукосном возделывании в 1982 г. составил 222, а в 1983 — 355 ц с 1 га. В засушливом же 1984 использование поукосных посадок кар-

тофеля, вместо размещения его по зяби, оказалось не эффективным.

Уборка зернофуражных культур на монокорм в фазе молочно-восковой спелости позволяет продлить вегетационный период последующей пожнивной культуры и получать более высокий и полноценный её урожай.

Возможны и другие варианты размещения промежуточных культур, требующие проверки в местных условиях. Например, весенний посев ржавчиноустойчивых и слабопоражающихся хлебными мухами сортов ржи пониженной на две трети нормой посева в смеси с покровными яровыми культурами.

Рожь в летний и летне-осенний периоды сильно куститься. При благоприятных условиях она может сформировать урожай зерна или зелёной массы на следующий год это даёт возможность использовать её постоянные посевы. Разрывными культурами в таком случае будут покровные для ржи яровые культуры.

Нам не удалось получить урожаи ржи, так как опытный участок был распахан по распоряжению сверху.

По нашим наблюдениям совместный весенний посев ржи и однолетних культур показал следующие результаты (табл. 5).

Таблица 5 – Урожаи зерна однолетних культур при бессменных посевах в чистом виде и в смеси с оз. рожью в 1994 г., ц/га

Овёс	Вика	Ячмень	Горох	В среднем по 4 культурам
посевы в смеси с оз. рожью				
13,8	19,8	17,4	10,1	15,3
посевы в чистом виде				
28,5	30,7	28,9	22,0	27,5

Как видно, яровые покровные культуры снизили урожаи из-за конкуренции с рожью. Однако мы считаем, что целесообразно продолжить более углубленные исследования по данному вопросу.

В целом следует заключить, что использование промежуточных посевов в лесостепной зоне должно производиться с учётом погодных особенностей, специфики почв и отдельных ландшафтных территорий.

Исходя из вышеизложенного подхода, коснемся вопроса изменения эффективности сидеральных посевов под влиянием погодных условий. При запашке всей выращенной массы независимо от вида сидеральной культуры сидерацию называют полной (табл. 6).

Как видно из таблицы 6, урожай зерна озимой пшеницы и его качество по чистым парам по сравнению с сидеральными были вы-

ше. Даже при сидерации бобовыми культурами в наиболее благоприятном по увлажнению 1987 г. снизился урожай озимой пшеницы из-за увеличения дефицита азота для формирования вегетативной массы по сравнению с чистым паром. После чистого пара в растения больше поступало азота, что видно по содержанию в его в зерне.

Таблица 6 – Влияние замены чистого пара сидеральными на урожай и качество зерна озимой пшеницы

Варианты	Урожай по годам откл. под влиянием применения сидератов			Содержание азота в зерне в среднем за 3 года, %
	1987 г.	1988 г.	1989 г.	
Чистый пар (контроль)	33,7	15,5	20,7	2,40
Вика	-10,4	0,6	2,1	2,20
Фацелия	-16,8	-2,4	+2,5	2,03
Рапс	-14,1	-1,0	+1,4	2,35
Донник однолетний	-15,2	+0,4	+5,1	2,05
Горох	-8,2	+1,3	+2,8	2,01
Бобы кормовые	-8,1	+2,0	+1,8	2,27
Люпин однолетний	-	+1,2	+1,5	2,33
$НСР_{05}$	4,1	2,2	9,1	

В наиболее засушливом для озимой пшеницы 1988 г. наблюдалась лишь тенденция к увеличению урожаев после бобовых сидератов (вики, донника, гороха, бобов и люпина). Под влиянием фацелии урожай снизился на 2,4 ц/га имел тенденцию к снижению после второй не бобовой культуры – рапса. В среднем по увлажнению 1989 г. сидеральные предшественники практически не влияли на урожай, хотя тенденция к его повышению была заметной. Таким образом, особенности года и поля отражаются на эффективности замены чистых паров сидеральными.

Мы сравнивали также сидеральные пары с чистыми и занятыми. Из-за увеличения дефицита доступного растениям азота и воды при запашке сидеральной массы под озимую пшеницу снижаются её урожай и продуктивность пашни в среднем по двум полям – озимому полю и его предшественнику (табл. 7).

Как видно из таблицы 7, в целом наиболее эффективными оказались занятые пары при запашке только растительных остатков. Занятые бобовыми культурами пары обеспечивали получение в сумме по двум культурами (парозанимающей и озимой) 51 ц/га корм. ед. Им уступали пары, занятые не бобовыми культурами (фацелией и рапсом). Пары сидеральные (при запашке массы парозанимающих культур на сидерат) были менее эффективны по сравнению с парами занятыми. В целом усредненные данные свидетель-

ствуют о том, что сидерация под озимую пшеницу бобовыми (вика, донник, горох, бобы, люпин) оказалась более предпочтительной по сравнению с не бобовыми (фацелия и рапс).

Таблица 7 – Эффективность чистых и разных видов занятых и сидеральных паров, ц/га

Варианты опыта	Урожай зерна оз. пшеницы по чистым, занятым и сидеральным парам (в среднем за 1987-1989 гг.)		Продуктивность пашни в сумме по двум полям (в среднем за 1986-1989 гг., корм. ед.)	
	запашка растительных остатков	запашка всей массы	запашка растительных остатков	запашка всей массы
Чистый пар	21,9	21,9	22	22
Вика	20,8	20,7	57	24
Фацелия	18,2	17,7	40	21
Рапс	20,1	18,5	32	22
Донник	18,9	20,0	35	24
Горох	21,7	21,9	87	26
Бобы кормовые	21,9	21,8	40	26
Люпин	21,9	24,2	36	23
В сред. по бобовым	21,0	21,7	51	25
В сред. по фацелии и рапсу	19,1	18,1	36	21

На основе приведенных в таблице 7 данных можно считать целесообразной на выщелоченных чернозёмах лесостепной зоны Поволжья замену чистых паров занятыми. Значение небобовой сидерации должно оцениваться по её влиянию на последующие после озимых культуры, а также на воспроизводство органического вещества и другие показатели потенциального плодородия почвы.

Иногда посевную сидерацию заменяют использованием соломы на удобрение «соломенная сидерация». Наши исследования показывают, что солому зерновых, как органическое удобрение необходимо дополнять минеральными удобрениями, включая азотные или использовать на фоне посевов бобовых культур в севообороте. В таком случае она обладает сравнительно заметным положительным воздействием на урожай сельскохозяйственных культур (табл. 8).

На основании приведенных в таблице 8 данных можно предположить, что в севообороте с чистым паром складывались лучшие азотный и водный режимы. Солома подвергалась минерализации при дополнении её минеральными удобрениями. Поэтому урожаи в этом севообороте были выше. В севообороте с сидеральным паром

азотный и водный режимы ухудшились. Значительная часть азота поглощалась целюллозоразрушающими бактериями. Однако солома и на фоне сидерации подвергалась минерализации. Видимо этому способствовал азот минеральных удобрений. Рапсовая сидеральная масса минерализовалась слабее, но подвергалась действию гумификаторов. Такая сидерация с небобовыми действует как бы впрок, воспроизводя потенциальное плодородие почвы при некотором снижении урожаев

Таблица 8 – Влияние соломы зерновых культур на продуктивность севооборота, ц/га

Севообороты	Варианты	Культуры севооборотов					Продуктивность севооборотов, корм. ед.
		оз. пшеница	кукуруза на силос	ячмень	овёс	однолетние травы на сено	
с чистым паром	NPK	32,2	484	27,1	24,7	62,9	203
	NPK + солома	31,2	01	28,4	21,8	63,5	206
с сидеральным паром	NPK + рапс (сидерат)	20,3	402	25,4	17,8	61,6	162
	NPK + сидерат + солома	22,3	408	24,6	19,0	62,8	167

Таблица 9 – Отклонения основных агрохимических показателей от исходных значений в среднем по двум полям в слое 0–30 см после третьей и четвертой культур севооборотов

Севообороты	Показатели						
	гумус, %	N нитр., мг/100 г	P_2O_5, мг/100 г	K_2O, мг/100 г	Nг, мг/100 г	pH	S осн., мг/экв./ 100 г
с чистым паром	0,29	0,03	1,97	5,85	0,36	-0,2	7,99
с сидеральным рапсовым паром	0,50	-0,22	2,79	3,56	-0,64	-0,1	8,47

Таблица 10 – Изменение динамики и конечного содержания гумуса в пахотном (0-30 см) слое почвы под влиянием запашки зелёной массы рапса на сидерат, %

Варианты	Сроки определения		
	исходный 1986 г.	конечный 1991 г.	разница
Чистый пар	6,30	6,78	0,48
Сидеральный рапсовый пар	6,35	7,12	0,77
отклонения	0,05	0,34	
$НСР_{05}$ – 0,16%, S x – 0,8%			

Из таблицы 9 видно, что агрохимические показатели плодородия почвы – содержание в ней гумуса, P_2O_5 и кислотности – под влиянием сидерации улучшалась.

Математическая обработка данных по содержанию гумуса в почве независимо от использования минеральных удобрений показала достоверность его повышения под влиянием сидерации рапсом (табл. 10).

На основании приведенных в таблице 9 и 10 данных можно заключить, что при ухудшении азотного питания растений при небобовой сидерации (значительную часть минерального азота в почве поглощают бактерии, разрушающие сидеральную массу). Сельскохозяйственные культуры при этом усиливают рост корневых масс относительно надземных и увеличивают количество оставляемого в почве органического вещества по отношению к отчуждаемым с полей надземным массам (общая закономерность, Бойко А.В., 1999). Поэтому можно предложить, что накоплению гумуса при небобовой сидерации способствует не только сидеральная культура, но последующие культуры, испытывающие недостаток азота, как и небобовые компоненты естественных травостоев.

Для улучшения эффективности сидеральных паров важное значение имеют погодные условия. При большем выпадении осадков после заделки сидератов в почву эффективность их бывает соответственно выше. Однако не меньшее значение имеет своевременность этой заделки с расчётом на достаточный период непосредственного парования поля, который примерно должен быть не менее 1 месяца. Важное значение имеет вид сидерального пара, если он бобовый – эффективность выше.

В зависимости от указанных условий и общая эффективность бывает разной. При проявлении и соблюдении этих условий в почве накапливается вода и доступный растениям азот.

В другом опыте, кроме выше показанного нами получены следующие результаты (табл. 11).

Таблица 11 – Эффективность замены занятых паров сидеральными под озимую рожь (в среднем за 1992-1993 гг.)

Варианты	Урожаи зерна на контроле и прибавки от сидерации			Содержание нитратного азота в слое 0–30 см, мг/100 г почвы
	1992 г.	1993 г.	в среднем	
Горох с овсом на сено (контроль)	20,7	22,9	21,8	0,28
Горох с овсом на сидерат	+1,8	+0,5	+1,1	1,33
Донник на сидерат	+0,1	+2,5	+1,3	0,74

Как видно из таблицы 11, горох с овсом и донник, используемые на сидерат, в среднем за два года дали одинаковый эффект, хотя нитратного азота в период уборки после гороха с овсом было больше, что, вероятно, связано с более быстрой минерализаций его массы.

Таким образом, своевременная полная сидерация бобовыми культурами или их смесями с небобовыми под посев озимых культур даёт положительный эффект

Исходя из конкретных целей и задач, могут применяться разные подходы в использовании сидерации. Если необходимо поднять производительность пашни для удовлетворения рынка в том или ином виде продукции при приемлемых ценах для производителя, использовать сидерацию бобовыми культурами. Улучшение обеспечения азотом за счёт сидеральных культур на фоне такой сидерации увеличивает общую биомассу растений и в итоге урожай. Однако соотношение отчуждаемого урожая к оставляемым растительным остаткам при этом возрастает на основе той же общей закономерности, что при значительном росте урожаев и недостаточном общем поступлении органического вещества в почву не может обеспечить не только его накопление, но и возврат его массы израсходованный на минерализацию (Бойко А.В., 1999).

Если ставятся задачи не только повышать урожаи отдельных культур и валовые сборы продукции, но и улучшать или сохранять потенциальное плодородие почв, целесообразно использовать сидерацию не только бобовыми, но и разными небобовыми культурами, способными с корневыми выделениями и с запахиваемой надземной массой или побочной продукцией пополнять различные элементы питания для последующих культур севооборота и свежее органическое вещество.

Небобовая сидерация целесообразна под чистые пары или под посевы бобовых культур. Поиски альтернативных решений ведут к целесообразности использования для сидерации смесей бобовых культур с небобовыми в паровых (сидеральных) полях под озимые культуры, а также для уплотнения севооборотов в виде послеуборочных (поукосных и пожнивных) посевов под яровые культуры (вставочная или промежуточная сидерация). Смеси сидеральных посевов называют уплотнённой или смешанной сидерацией.

Что касается биологического азота, получаемого за счёт отавной бобовой сидерации, напомним, что при её применении не требуется специальных затрат на обработку почвы, семена и посев сидеральной культуры. Это еще больше удешевляет получаемый азот за счёт запашки отавной массы по сравнению с полной сидерацией всей массой. Первый, наибольший по массе, укос целесообразно использовать как источник полноценных белковых кормов.

Эта работа выполняется в наименее напряжённое для полевых работ время (между основными посевными и уборочными работами). Сушить или перевозить менее урожайную зелёную массу второго и тем более третьего укоса – дело организационно более сложное. Поэтому проще и, очевидно, целесообразно её использовать для сидерации. Это подтверждается данными лаборатории кормовых культур (Епифанов В.С., 1978–1980).

———

УДК 551.583.2:631.559:633.1(470.40)

КЛИМАТ И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

С.П. Ломов, В.Г. Кривобочек

В работе рассматриваются данные по урожайности зерновых культур в с XIX века до начала XXI столетия в аспекте изменения климата, а также в периоды экономических кризисов. Даётся оценка влияния названных факторов на спады урожайности зерновых и перспективы динамики этих показателей в условиях цикличности климата Среднего Поволжья.

Хорошо известно, что первичный продукционный процесс биосферы и его конечный результат – нетто-продукция биомассы растений – в значительной степени зависят от сложных комплексов погодно-климатических факторов. Эти комплексы, в свою очередь, динамичны и характеризуются весьма резкой изменчивостью в многолетнем режиме. Последнее сильно сказывается на формировании ежегодной урожайности агробиоценозов, особенно однолетних зерновых культур [1].

В данном сообщении предпринимается попытка подойти к анализу проблемы подобной изменчивости на основе изучения флуктуации климата – его высокочастотных (в климатическом смысле) колебаний, имеющих циклическую природу. При этом сам климат как таковой или его отдельные элементы с обычных позиций не рассматриваются. Однако многолетние ряды первичной продуктивности (урожай зерновых) интерпретированы таким образом, что они заключают в себе информацию об интегральном влиянии совокупных погодно-климатических факторов, особенно экстремальных, на конечную ежегодную величину биопродукции в пределах Среднего Поволжья.

В этой совокупности факторов одно из слагаемых – атмосферное увлажнение – имеет первостепенное значение. Для многих зерновых районов этот фактор находится в минимуме, и его дефицит становится главной причиной недобора зерновых. Даже в условиях благоприятной в среднем влагообеспеченности он в значительной мере обусловливает дисперсию неурожайных лет. Поэтому мы уделили специальное внимание разработке новой климатической модели, параметризующей многолетнюю динамику циклического ряда, в той или иной мере определяющих уровень колебания урожайности зерновых.

Особенности климата Среднего Поволжья. Они характеризуются большой изменчивостью как во времени, так в пространстве. Следующие друг за другом годы могут сильно различаться между собой. Главной чертой межгодовых колебаний урожайности зерновых культур в этом регионе является наличие двухлетней цикличности величин урожаев, обусловленной соответствующими циклами климата. Эта цикличность урожайности зерновых определяется фазами квазидвухлетней изменчивости скорости ветра в нижней стратосфере [2]. Соответствующие фазы климата называют западная и восточная [3].

Наиболее существенным различием между названными фазами климата является перераспределение осадков в течение вегетационного периода. Для западной фазы характерна положительная аномалия осадков в летний период по сравнению со среднемноголетними данными. Подобная фаза не всегда благоприятна для роста и развития зерновых культур, поскольку некоторые не климатические факторы (например, влияние болезней растений и вредителей на урожайность, эффективность минерального питания и др.), включаемые в осреднённое значение, сами существенно зависят от погодно-климатических флуктуаций.

В восточную фазу климата происходит противоположное перераспределение осадков в течение вегетационного периода. В этот год отмечается преобладающее влияние сибирского антициклона над Средним Поволжьем. В результате для восточной фазы климата характерна положительная аномалия осадков весной и осенью и отрицательная аномалия летом по сравнению со среднемноголетними данными. Рост, развитие и урожайность зерновых культур в восточную фазу климата изучены недостаточно полно т.к. имеющиеся данные ещё не полностью обоснованы многолетней выборкой [4].

Подготовленный календарь цикличности климата для Среднего Поволжья с 1953 г., с указанием дат сбоев, предполагал возможность прогнозирования погоды, т.е. прогнозирование перераспределения осадков в течение вегетационного периода [5]. Учитывая

большой практический интерес к проблемам прогнозирования климата, нами был дополнен календарь цикличности за последние 20 лет [4]. Сбои двухлетней цикличности, по данным диагностики, с 1988 происходили с гораздо большими интервалами, что существенно затрудняло прямое прогнозирование циклов перераспределения осадков.

На фоне современного потепления атмосферы наметились некоторые климатические отклонения. В Среднем Поволжье стали более заметны мягкие зимы. Оказалось, что периодические потепления в зимний период создают условия развития негативных экологических последствий для перезимовки зерновых: выпревание посевов, появление снежной плесени, вымерзание посевов, снижение закалки растений и т.д. Ранее (до 1970 г.) такие явления были очень редки, а в последнее время они создают «фон» снижения урожайности озимых культур [4].

При этом климатические изменения за 100 лет показывают увеличение среднегодовых осадков на 145 мм. Основная масса прироста осадков приходится на зимнее время – 135 мм. Остальные 10 мм осадков перераспределились на период вегетации [6]. Повышение температуры, связанное с глобальным потеплением, также заметно для Пензенской области. В целом за прошедшие 100 лет среднегодовая температура повысилась на 1,5°С. Оказалось, что потепление произошло только в зимнее время. Подобные параметры изменения климата приведены Самарским НИИСХ для степного Заволжья [7], что подчёркивает общность погодно-климатических условий, характерных для Среднего Поволжья, и сходство тенденций их эволюции.

Сельскохозяйственное производство. В отличие от других отраслей, сельское хозяйство исключительно зависит от климатических ресурсов, т.к. они определяют возможность и экономическую целесообразность выращивания в том или ином районе определённых видов культур. Изменение урожайности, например, зерновых культур, можно рассматривать как результирующую двух основных факторов: культуры земледелия (агротехнология, селекция и т.д.), и погодно-климатических условий.

Культура земледелия зерновых культур определяется степенью развития систем земледелия, под которыми понимается комплекс взаимосвязанных агротехнических, мелиоративных и организационных мероприятий по использованию земли, воспроизводству плодородия почв. Откликом на улучшение одного из мероприятий систем земледелия, например, селекции или агротехнологии, является некоторое устойчивое увеличение средней урожайности пшеницы.

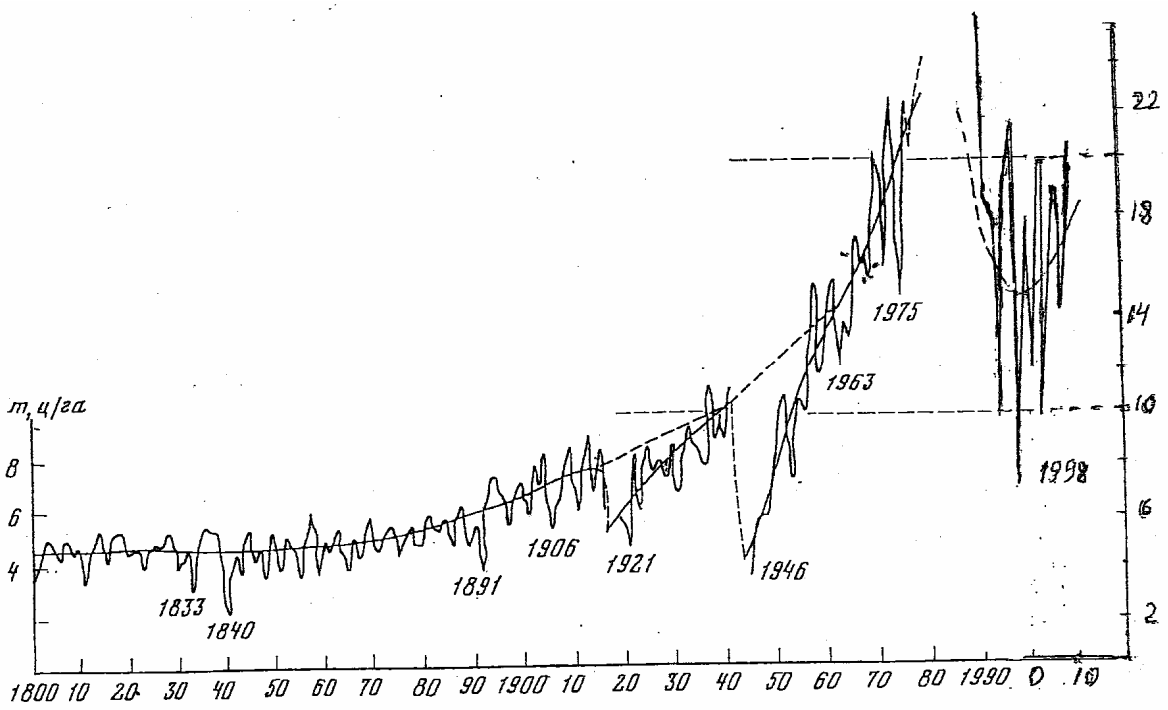


Рис. 1. Динамика урожайности зерновых культур на Европейской территории за XIX и XX вв. по Раунер (1981), с дополнениями по Пензенской области на начало XXI в.

Об этом свидетельствует динамика урожайности зерновых культур на Европейской части России за XIX–XX столетия (рис. 1), которая позволяет выделить основные характерные интервалы тренда за это время [1].

Дореформенный период XIX века, в течение которого средняя урожайность практически сохранялась на одном уровне – 4,5–5,0 ц/га.

Период медленного роста урожайности, начиная с 60-х гг. XIX века и до начала первой мировой войны, соответствовал совершенствованию агротехнологии. За это время средняя урожайность зерновых на территории Европейской части России удвоилась.

Период спада урожайности связанного с первой мировой и гражданской войнами, а также сильными засухами начала 1920-х гг.

Интенсификация зернового земледелия (работы по селекции, улучшение семеноводства и агротехнологии), особенно в период предвоенных пятилеток, в результате чего средняя урожайность превзошла уровень самого урожайного 1913 г.

Спад урожайности в конце Великой Отечественной войны и в первый послевоенный год, когда в Европейской части России была сильная засуха.

Крутой подъем урожайности в 1947–1976 гг. связанный с новыми сортами, улучшенным семеноводством, применением минеральных удобрений. Климат за это время изменялся незначитель-

но. В этот интервал времени средняя урожайность возросла на Европейской части России с 4 до 22 ц/га и более.

В перестроечный период рассматриваемый тренд урожайности зерновых был дополнен данными урожайности озимой пшеницы по Пензенской области.

В этот период тоже произошел спад урожайности до 14 ц/га из-за ухудшения экономического положения страны и кризиса в сельскохозяйственном производстве.

Как видно из приведённых материалов, на протяжении первой половины прошлого столетия дважды наблюдался спад тренда урожайности, и третий спад пришёлся на конец XX века. Эти три спада были обусловлены резкими нарушениями в развитии экономики страны. При этом второй спад, связанный с Великой Отечественной войной, превосходил первый. По существу, в 1946 г. – средняя урожайность снизилась до её уровня в 70-х гг. XIX века, т.е. последствия войны, выраженные условно во временной шкале, означили сдвиг тренда почти на 80 лет назад.

Последствия перестроечного спада, также выраженные условно во временной шкале, составили сдвиг тренда более чем на 30 лет назад.

Вместе с тем, статистические данные Министерства сельского хозяйства Пензенской области по урожайности озимой пшеницы, рассмотренные нами в разрезе двухлетней цикличности климата, показали следующие аномалии.

Снижение урожайности в отдельные годы было связано с негативными экологическими условиями перезимовки, отмеченными выше: выпревание, снежная плесень, вымерзание. Нормальные годы (без аномальных оттепелей отмеченные на рисунке символом н/г, рис. 2а) как в западную, так и в восточную фазы климата обеспечивали довольно высокую урожайность озимой пшеницы порядка 2,2–2,6 т/га. Уменьшение урожайности связанной с аномальными экологическими условиями перезимовки достигало 1,0–0,7 т/га. Хотя резкий спад урожайности в 1998 г. (0,7 т/га) прогнозировался воронежскими климатологами в силу повторяемости экстремальных погодно-климатических факторов, имеющих максимальный цикл порядка 22–24 года [8].

В целом урожайность озимой пшеницы не реагировала на смену фаз климата. Значительные колебания в величинах урожайности в большей степени определялись негативными экологическими условиями перезимовки зерновых культур, связанными с оттепелями и последующими затем резкими перепадами температур и общим спадом, обусловленным перестроечным процессом отмеченным выше.

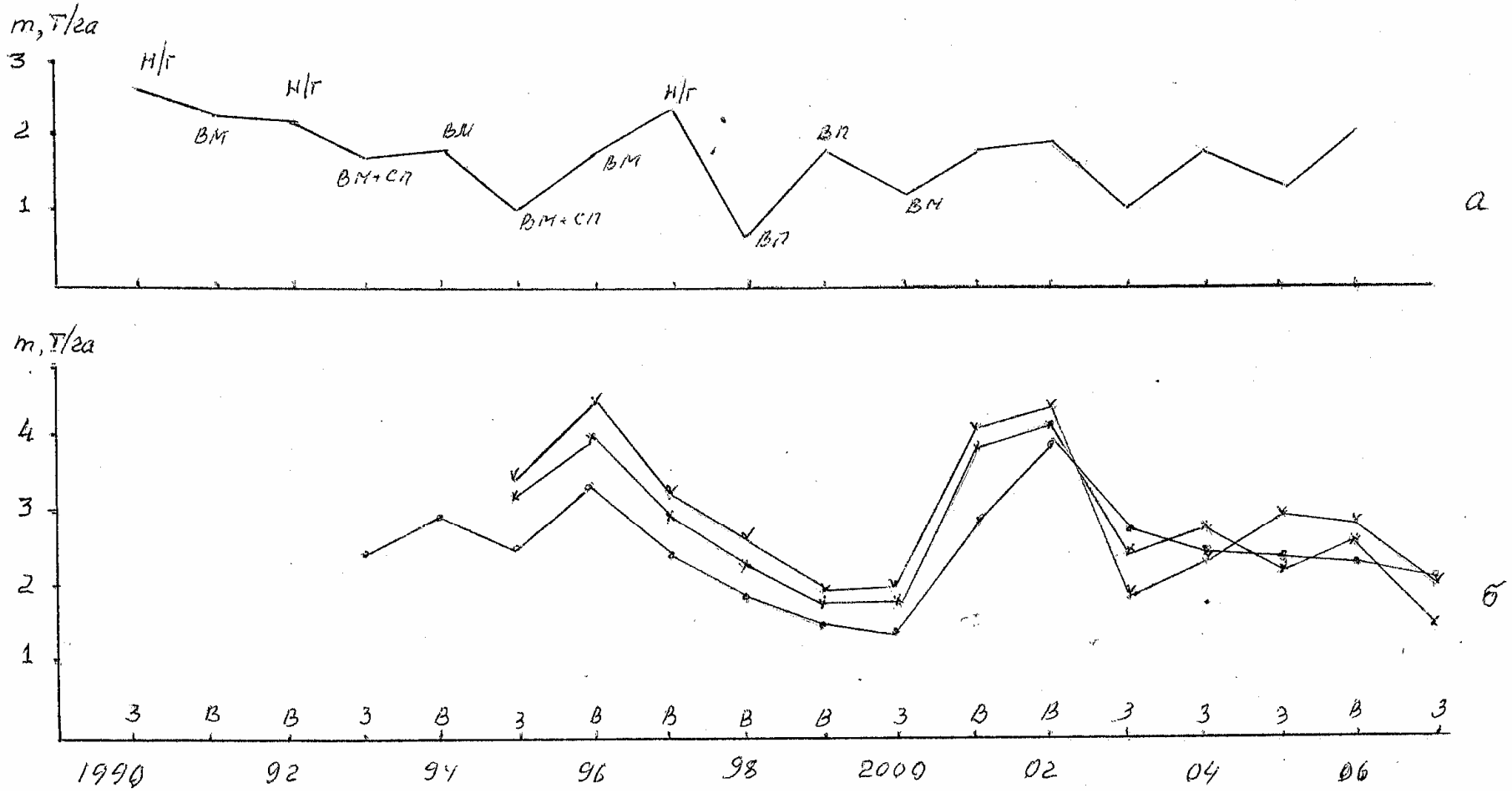


Рис. 2. Динамика урожайности озимой пшеницы (а) и новых сортов яровой пшеницы (б) в зависимости от фаз климата (н/г – нормальный год; вм – вымерзание; сп – снежная плесень):
–•– Воронежская 6 (стандарт); –×– Пирамида; –– Юлия*

Многолетний ряд урожайности зерновых культур в Пензенской области можно отнести к стохастической модели климата, т.к. в этом случае исключается цикличность. Вместе с тем, возможной причиной динамики снижения урожайности озимых является влияние возрастающего антропогенного воздействия на современный климат.

Другим подходом к прогнозным оценкам естественных колебаний климата является учёт многолетней цикличности, проявляющейся в основных климатических элементах и атмосферных явлениях.

Подборка данных по урожайности яровой пшеницы по отдельным сортам (стандарт Воронежская 6 и новые сорта Юлия и Пирамида), наоборот, показала дифференцированную отзывчивость на чередование климатических фаз. Более высокая урожайность яровой пшеницы, как стандарта, так и новых сортов соответствует восточной фазе климата. В западную фазу климата (при положительных аномалиях летних осадков) урожайность яровой пшеницы понижалась на 0,5 иногда на 1,0 т/га (рис. 2б). Однако эта закономерность нарушается при многолетних сбоях восточной фазы климата, как например в 1997, 1998 и 1999 гг. Для этого отрезка времени преобладал тренд падения урожайности яровой пшеницы, т.к. дефицит увлажнения почв в эти годы суммировался в такой степени, что даже зимние осадки не смогли его компенсировать. Следует заметить, что при восточной фазе климата зимние осадки обычно тоже находятся в минимуме по сравнению со среднемноголетними данными.

Вместе с тем, дублирование сбоев в западную фазу климата не показывает каких-либо изменений в урожайности яровой пшеницы, как например в 2003–04–05 гг. Величины урожайности находились в пределах от 2,0 до 3,0 т/га в зависимости от сортовых различий. В то время как урожайность этих же сортов в предыдущие годы восточной фазы (2001, 2002 гг.) составила величины от 3 до 4,5 т/га (рис. 2б).

Таким образом, яровая пшеница более эффективно использует зимне-весенние влагозапасы в почве (чернозёмы выщелоченные) и, даже в условиях дефицита осадков за вегетационный период восточной фазы климата, увеличивает первичную продукцию в 1,5, а иногда и в 2 раза по сравнению с западной фазой климата. При этом следует отметить также эффективное использование яровой пшеницей более благоприятных термических условий восточной фазы климата.

В итоге следует отметить, что прогноз смен фаз климата при выращивании яровой пшеницы имеет огромное значение, так как позволяет, например, расширить площади посева этой культуры в

восточную фазу и получить максимум продукции. В западную фазу климата зерновой клин яровых можно сократить, заменив их культурами, эффективно отзывающихся на положительную аномалию осадков, такими как картофель, свекла, корнеплоды, овощные и др. В этих условиях возникает необходимость проведения оперативной перестройки структуры посевных культур и их площадей, позволяющих эффективно использовать выявленные циклы климата.

Анализ двухсотлетней динамики урожайности зерновых культур свидетельствует о сложности и динамичности погодно-климатических факторов, характеризующихся к тому же резкой изменчивостью в многолетнем режиме, определяющих годы с повышенной продуктивностью и с экстремально-низкими спадами, имеющими стохастическую природу. В результате в условиях невысокой культуры земледелия средняя урожайность зерновых находилась на низком уровне на протяжении более чем полувека – 4,5–5,0 ц/га.

Наметившийся прогресс в технологии земледелия обусловил увеличение средней урожайности зерновых культур почти вдвое до 1914 г.

Второй этап совершенствования семеноводства и, главным образом, технологического процесса позволил повысить урожайность зерновых культур в период с 1921 по 1941 гг. выше уровня самого урожайного 1913 г.

Третий этап (интенсивный), который характеризовался созданием новых сортов пшеницы и применением сортовой технологии, внесением минеральных и органических удобрений, обусловил повышение средней урожайности зерновых культур с 4 до 22 ц/га и более за период с 1946 по 1976 гг.

Четвертый этап (индустриальный), связанный с изменением глобального температурного режима Земли – повышения тепла за счёт совокупного воздействия промышленной энергетики, в том числе и термоядерной, а также увеличивающихся выбросов в атмосферу различных примесей, особенно двуокиси углерода, обусловил наибольшую дисперсию урожайности озимой пшеницы. Урожайные годы сменялись экстремальными спадами, обусловленными как увеличением оттепелей, так и резкими перепадами температур. В этих новых условиях глобального потепления необходимы экологически адаптированные сорта и новые современные технологии, способные нейтрализовать негативные последствия изменения климата.

Нарушения в развитии экономики страны приводили к значительным спадам в урожайности зерновых культур, что обусловливало хронологический сдвиг тренда иногда до 80 лет назад.

Заключение

В условиях относительной неизменчивости основного тренда погодно-климатических условий на протяжении последних двухсотлетий повышение урожайности зерновых культур определялось главным образом уровнем культуры земледелия (агротехнология, селекция и семеноводство; мелиоративные и организационные мероприятия).

Разработанные в настоящее время прогнозы экстремального спада урожайности на основе статистического анализа стохастической модели климата с 85% вероятностью не нашли широкого отклика в практике сельскохозяйственных производителей из-за отсутствия последовательности мер способных снизить или избежать последствий возможного ущерба.

Современный процесс глобального потепления климата и резко обострившиеся территориальные и ситуационные аномалии за счёт антропогенных факторов требуют разностороннего учёта возможных изменений других компонентов природной среды, в том числе первичной продуктивности биосферы. Возрастание роли CO_2 в атмосфере является негативным феноменом, но в тоже время оно может положительно сказаться на глобальном фотосинтезе по А.А.Ничипоровичу [9] и увеличить прирост биомассы, особенно культурных растений. Другой аспект – потепление может привести к смещению термического оптимума культурной растительности и обусловить продвижение к северу границы возделывания основных зерновых культур. Последние окажутся в зоне малоплодородных почв, что, в конечном итоге, обусловит снижение продуктивности.

Циклический характер изменения современных погодно-климатических показателей, выявленный для Среднего Поволжья, позволяет объединить все виды климатических аномалий в две группы, названные западной и восточной фазами. Подобная генерализация всех климатических отклонений облегчает проблематику прогноза смен фаз климата. Изучение отзывчивости сельскохозяйственных культур на западную или восточную фазы климата позволяет планировать получение максимума продуктивности той или иной культуры в прогнозируемые годы. Однако в этом случае возникает необходимость оперативной перестройки структуры посевных культур и их площадей.

Литература

1. Раунер, Ю.Л. Климат и урожайность зерновых культур / Ю.Л. Раунер // М.: Наука, 1981. – 164 с.

2. Naujokat B. An update of the observed, Guasi niennial oscillation of the Stratospheric winds over the Trorics // J. Atmos. Sc. – V. 43. – № 17. – 1988.

3. Гледзер, Е.Б. Квазидвухлетняя цикличность как параметрическое явление в климатической системе / Е.Б. Гледзер, А.И. Обухов // Изд. АН СССР. Т 78, № 11, сер. геогр. – 1971. – № 4. – С. 59–67.

4. Ломов, С.П. Экологические аспекты урожайности пшеницы и картофеля в разрезе цикличности климата в Среднем Поволжье / С.П.Ломов. Ю.Н.Лысенко. В.Г. Кривобочек. Н.Ю. Лысенко // Материалы конференции ПГСХА. – Пенза, 2004. – С.127–131.

5. Золотокрылин, А.Н. Изменчивость урожайности пшеницы на ЕТС в условиях квазидвухлетней цикличности атмосферных процессов / А.Н. Золотокрылин. – М.: АН СССР, сер. геогр., 1985. – С. 59–67.

6. Ломов, С.П. Изменения климата в Среднем Поволжье за последние 100 лет / С.П. Ломов, А.А. Смирнов, И.И. Кривобочек // Нива Поволжья. – №1(2). – 2007. – С.11–14.

7. Корчагин, В.А. Основные тенденции изменения агрометеорологических показателей погодных условий в Среднем Поволжье за последние 100 лет (1904–2004 гг.) / В.А. Корчагин, О.И. Горянин. – Безенчук, 2005. – 75 с.

8. Загайталов, И.Б. Закономерность межгодовых колебаний урожайности на больших территориях / И.Б. Загайтанов. Яновский Л.П. // Доклады РАСХН, 2004. – № 6. – С. 8–10.

9. Ничипорович, А.А. Фотосинтетическая деятельность и первичная продуктивность фитоценозов на современном этапе эволюции биосферы / А.А.Ничипорович // Проблемы биологизации. – М.Наука, 1973.

———

УДК 551.583:[633.854.492+633.522]

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ НА ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МАКА МАСЛИЧНОГО И КОНОПЛИ ПОСЕВНОЙ

С.П. Ломов, А.А. Смирнов, Е.В. Барашкина

Мак масличный реагирует на дополнительное увлажнение вегетационного периода в западную фазу климата увеличением урожайности, снижением масличности семян и увеличением содержания морфина и суммы наркотически активных алкалоидов. Конопля характеризуется высокой «пластичностью» по отношению к межгодовым климатическим вариациям. Прогноз колебаний климата и хозяйственно-биологических показателей по годам может помочь в корректировке площадей, выборе технологии возделывания мака масличного и конопли посевной.

Факт нестабильности урожаев в связи с изменчивостью климатических условий сельскохозяйственной деятельности в Среднем Поволжье очевиден. Это относится ко всем районированным культурам и большинству регионов богарного земледелия незави-

симо от интенсивности сельскохозяйственного производства. Имеющиеся данные [1] свидетельствуют, что размах таких колебаний, выраженный в относительных величинах, со временем может сокращаться (под влиянием научно-технического прогресса), но в абсолютных значениях остается весьма существенным.

Так, урожайность яровой пшеницы разных сортов в западную фазу климата[1] составляла от 15 до 25 ц/га. В восточную фазу климата урожайность повышалась почти вдвое, до 30–45 ц/га [2]. Как видно из приведённых данных, на современном уровне научно-технического прогресса в сельскохозяйственном производстве межгодовые колебания урожайности яровой пшеницы, как в относительных, так и в абсолютных значениях пока остаются достаточно существенными. Это также находит подтверждение в нестабильности урожайности картофеля, ячменя, чечевицы и других сельскохозяйственных культур, однако их отзывчивость на фазы климата неодинакова.

В связи с этим представляют большой практический интерес данные по оценке урожайности и вещественного состава мака масличного в зависимости от смены фаз климата в Среднем Поволжье.

Межгодовые колебания урожая мака масличного. С целью выяснения влияния климатических условий на урожай и его качество, а также на накопление наркотически активных алкалоидов, проанализировали данные полевых опытов, полученные в течение пяти лет (2002–2006) на районированных сортах Заволжский (селекции ВИЛАР) и Парус (селекции ПензНИИСХ)[2]. Данные сорта характеризуются различным содержанием масла в семенах и наркотически активных алкалоидов в стенках коробочек. Опыты были заложены на выщелоченных чернозёмах тяжелосуглинистого состава с содержанием гумуса 6,36%.

Было проанализировано распределение данных в разные фазы климата по высоте растений, урожайности, масличности и вещественному составу мака. Данные по высоте растений мака в разрезе смен климатических фаз имеют следующую динамику. В годы восточной фазы климата высота растений мака составляла 80–100 см, в западную фазу климата растения оказывались выше примерно на 40 см, при этом сорт Заволжский доминировал по высоте по сравнению с сортом Парус на 10, 20 см (сортовые различия) (рис.1). В целом же изменчивость этого признака подчеркивает отзывчивость растений на положительную аномалию по осадкам в течение вегетационного периода западной фазы климата. Урожай-

[1] Западная фаза климата – положительная аномалия осадков летом по сравнению со среднемноголетними данными, Восточная фаза – наоборот

[2] Исследования лаборатории масличных культур ПензНИИСХ (2002–2006 гг.)

ность семян у сортов мака оказалась самой низкой в 2002 г. в восточную фазу климата и составила 0,46 т/га у сорта Заволжский и 0,77 т/га у сорта Парус. В западную фазу 2003 г. она удвоилась и составила соответственно 1,0 и 1,23 т/га. В 2004 г. (западная фаза) урожайность семян сортов мака тоже почти удвоилась и составила 1,74--2,53 т/га. В 2005 г. (тоже западная фаза климата) урожайность понизилась, но ненамного, до 1,70–2,32 т/га.

Таким образом, в восточную фазу климата была получена самая низкая урожайность семян (2002 г.), тогда как западная фаза климата (2003–2005 гг.) характеризовалась повышенными величинами урожайности (хотя с довольно широкими колебаниями по годам).

Данные по урожайности семян, полученные в 2003, 2004 и 2005 гг. Е.В. Барашкиной [3] на сорте Заволжский, в годы западной фазы климата оказались более близкими –1,54; 1,31 и 1,41 т/га соответственно. В опытах Е.В. Барашкиной густота стояния растений на гектар на 50 тыс. растений была ниже. Таким образом, сравнивая данные урожайности сорта Заволжский двух описываемых опытов, следует подчеркнуть близость величин для условий 2004 и 2005 гг. И только 2003 г. обусловил заметную разницу в 0,5 т/га, из-за низкой урожайности мака рассматриваемой выборки опытных данных 2002–2006 гг.

Анализ небольшой выборки данных урожайности мака масличного также подчеркивает реакцию на западную фазу климата. В связи с этим интересны данные качественного и количественного состава мака масличного, рассмотренных нами также в разрезе цикличности фаз климата.

Максимальное содержание масла (51,3–54,7%) в обоих сортах мака было получено в 2004 г. (западная фаза). Минимум содержания масла отмечен в 2005–2006 гг. (43,8–46,0%). Содержание масла в маке урожая 2002–2003 гг. занимает промежуточное положение, но более «масличным» (на 0,5–0,6%) мак оказался в 2002 г. (восточная фаза).

Связь урожайности и содержания масла в маке свидетельствует как о снижении процента масла при увеличении урожайности, так и о снижении содержания масла при повышении фона минерального питания мака [3].

Весьма интересны данные о содержании морфина в коробочках мака масличного изучаемых сортов (рис.1).

Сорт масличного направления использования Парус показывал более низкую морфийность, чем сорт двойного назначения Заволжский. Максимальное содержание морфина у обоих сортов получено в годы западной фазы климата (2003 и 2004 гг.), а минимальное обусловлено климатом восточной фазы (2002 г.).

Содержание морфина в маке сорта Заволжский, по данным Е.В. Барашкиной [3], также свидетельствует о высоком содержании его в 2003 и 2004 гг. – 0,30 и 0,28% соответственно, и чуть ниже в 2005 г. – 0,156%. Таким образом, параллельно проведённые в одни и те же годы полевые опыты и полученные данные по содержанию масла в семенах мака сорта Заволжский подчеркивают приуроченность его повышенных величин к западной фазе климата. Точно такое же распределение по фазам климата характерно для суммарного содержания наркотически активных алкалоидов. На основании анализа биохимического состава мака масличного и распределения величин содержания наркотически активных алкалоидов по фазам климата можно сделать предварительный вывод: мак масличный реагирует на дополнительное увлажнение вегетационного периода (западная фаза климата) снижением масличности семян и увеличением содержания морфина, а также суммы наркотически активных алкалоидов. Этот вывод опирается на объективные показатели вещественного состава мака масличного, в

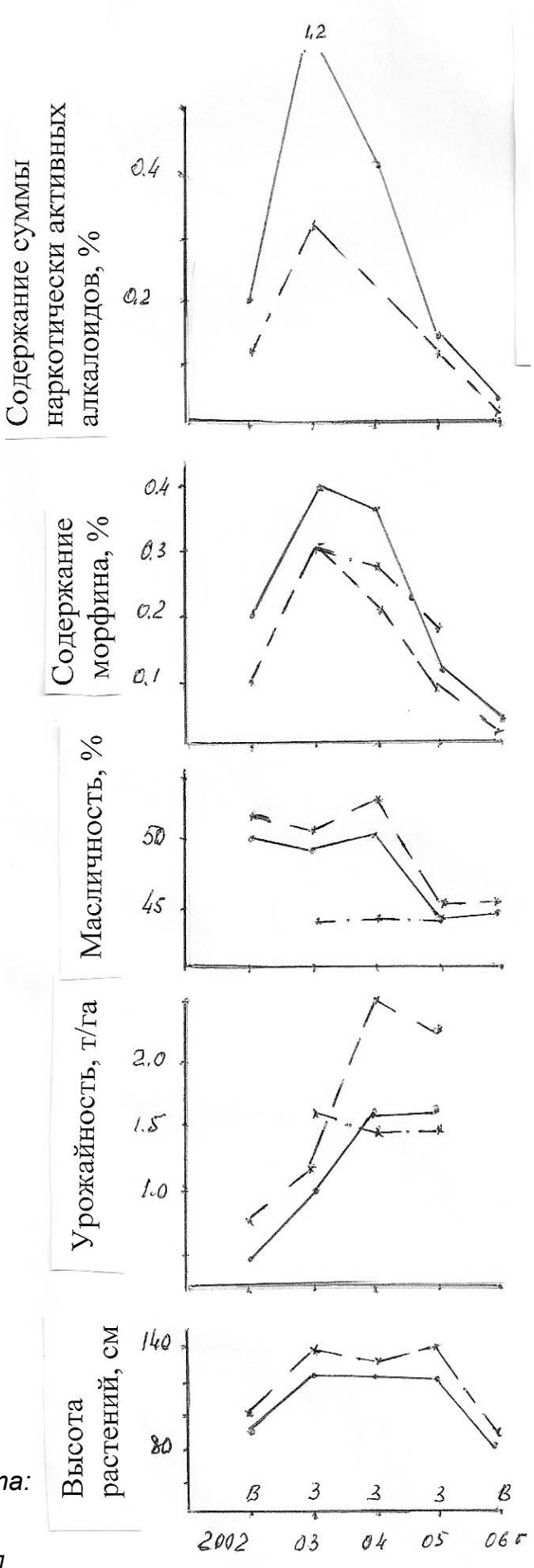


Рис. 1. Межгодовые показатели хозяйственно-биологических показателей мака масличного. Сорта:
—— Заволжский
– – – Парус
—·—· Заволжский по Е.В. Барашкиной [3]

частности, содержания морфина и суммы активных алкалоидов в коробочках. В то время как на величину урожайности могут повлиять природные или субъективные факторы.

Величины межгодовых вариаций урожайности семян мака масличного, содержание масла в семенах, наркотически активных алкалоидов в коробочках достаточно существенны как в абсолютных, так и в относительных показателях. Прогноз межгодовых колебаний хозяйственно-биологических показателей может помочь в корректировке посевных площадей, выборе технологии возделывания мака, страховой деятельности и т.д.

Межгодовые колебания урожая конопли. Для анализа межгодовых колебаний урожая конопли нами использовались данные по её продуктивности, полученные в коллекционных питомниках при испытании новых сортов и гибридов. Исследования проводились В.Э. Сустриной с 1949 г. в пределах опытной станции на чернозёмах выщелоченных естественном агротехническом фоне. Данные отбирались по сорту Старооскольская улучшенная (СОУ), который использовался тогда в качестве стандарта. В отборе данных учитывалась высота растений конопли, урожайность соломки и семян. Следует отметить, что диагностика климата в период с 1949 по 1962 г. показала преобладание восточной фазы климата. Группировка по фазам климата подчеркивает, что из 14 лет (годы с 1949 по 1962) только 4 года можно отнести к западной фазе климата – 1952, 1954, 1956 и 1962. Остальные годы были характерны для восточной фазы, т.е. с отрицательной аномалией осадков в вегетационный период с мая по август месяц включительно, по сравнению со среднемноголетними данными.

Динамика роста конопли по фазам климата свидетельствует о больших колебаниях её высоты даже в пределах восточной фазы климата – от 80 до 162 см. Для западной фазы климата эти колебания были меньше: 122–140 см. Хотя выборка данных была очень ограничена, было заметно, что эти параметры высоты не выходили за пределы, полученные в восточную фазу.

Значительный разброс по урожайности соломки позволяет выделить пределы варьирования для восточной фазы климата – от 2,9 до 9,9 т/га. Для западной фазы климата урожайность соломки конопли составляла 5,6–9,0 т/га. Таким образом, урожайность соломки конопли даже во влажные вегетационные сезоны не выходила за пределы её урожайности во время восточной фазы климата.

Урожайность семян конопли также имела большой разброс в годы восточной фазы климата – 0,25–1,48 т/га, при этом урожайность семян в западную фазу климата составила 0,6–1,0 т/га. Следовательно, при большем увлажнении вегетационного периода за-

падной фазы климата пределы урожайности семян не выходили за рамки колебаний продуктивности восточной фазы.

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о высокой «пластичности» культуры конопли по отношению к межгодовым климатическим изменениям. Недостаток влаги весной в ранние стадии развития сдерживает её рост, но конопля хорошо использует осадки второй половины лета. Обильные осадки весной, сопровождающиеся невысокими температурами воздуха, также затормаживают рост и развитие конопли. Более тёплая вторая половина лета позволяет восстановить её рост и продуктивность.

Более современные исследования культуры конопли, кроме отмеченных показателей (рост растений, урожай соломки и семян), увеличили набор данных по массе 1000 семян, содержанию волокна и масла, а также величины каннабиноидов [4]. Исследования проводились с 2001–2003 гг., довольно контрастных по климату. В 2001 г. – восточная фаза климата, высота растений сорта Сурская была 249 см, на фоне стандарта ЮСО-31 – 240 см. В 2002 г. – тоже восточная фаза климата, высота растений сорта Сурская – 248 см, на фоне стандарта ЮСО-31 – 235 см. В 2003 г. – западная фаза климата, высота того же сорта – 243 см, на фоне стандарта – 235 см. Судя по приведённым данным, сорта конопли по высоте растений почти не реагировали ни на острый дефицит влаги летом 2001 и 2002 гг., ни на положительную аномалию осадков (150%) по сравнению со среднемноголетними данными 2003 г.

Урожайность семян находилась на уровне 0,64–1,03 т/га в 2002 и 2001 гг., соответственно в восточную фазу климата а в 2003 г. она составила 0,68–0,78 т/га, т.е. не выходила за пределы колебаний предыдущих лет (таблица).

Сравнительные данные по питомнику конкурсного сортоиспытания конопли за 2003–2001 гг.

Год	Сорт	Высота растений, см	Урожайность, т/га		Масса 1000 семян, г	Содержание, %	
			семян	соломки		масла	волокна
2003	ЮСО-31	235	0,68	8,16	19,2	28,1	29,5
	Сурская	243	0,78	8,50	19,5	30,5	28,3
2002	ЮСО-31	235	0,64	6,56	16,5	30,1	28,2
	Сурская	248	0,71	6,86	17,2	31,1	29,4
2001	ЮСО-31	240	0,89	9,00	16,8	30,9	28,7
	Сурская	249	1,03	10,33	17,1	32,9	30,9

Урожайность соломки находилась в пределах 6,56–10,33 т/га в 2002 и 2001 гг. соответственно, а в 2003 г. – 8,16–8,5 т/га, т.е. также не превышала пределы колебаний урожайности в годы восточной фазы климата. Выход волокна в 2001–2002 гг. имел пределы коле-

баний 30,9–29,4% (сорт Сурская), а в 2003 г. он понизился до 28,3%. По сорту ЮСО-31 (стандарт) эти показатели имели другую направленность – 28,2–28,7% в 2001–2002 гг. и 29,5% в 2003 г., что свидетельствует о сортовых различиях.

Масса 1000 семян в 2001 и 2002 гг. была очень близка 16,5–17,2 г, а в 2003 г. (западная фаза) она возросла до 19,5 г. Таким образом, в массе семян появилась корреляционная зависимость от положительной аномалии осадков за вегетацию у обоих сортов. По содержанию масла в семенах сорта конопли показали тенденцию увеличения масличности в восточную фазу климата (28,1–30,5% в 2003 г. и 31,1–32,9% в 2002 и 2001 гг.). Следует подчеркнуть, что выводы по высоте растений, урожайности семян и соломки, а также выходу волокна, сделанные на основании анализа данных за 2001–2003 гг., подтверждают те же закономерности, которые были получены по материалам В.Э. Сустриной (1949–1962 гг.). Значительно больше пределы варьирования рассмотренных показателей в восточную фазу климата, за рамки которых обычно не выходят изучаемые величины, характеризующие западную фазу климата. Таким образом, внешние морфометрические показатели и даже урожайность семян и соломки конопли характеризуют её как культуру, весьма «пластичную» по отношению к циклам климатических изменений.

Однако данные по массе 1000 семян и содержанию в них масла имеют корреляционную зависимость от цикличности влагообеспеченности. Так, масса 1000 семян в западную фазу климата увеличилась на 14% по сравнению с восточной фазой, а масличность семян уменьшилось почти на 8%. Таким образом, наиболее «масличным» оказывается урожай восточной фазы климата, как это наблюдается и у мака. В восточную фазу климата у большей части образцов содержание каннабиноидов было выше, чем в западную фазу, как и их снижение, может происходить при повышении доз минеральных удобрений, имеющих достоверные различия [4].

Заключение

1. Мак масличный отзывается на смену фаз климата морфометрическими показателями роста и развития, урожайностью и масличностью семян, наркотичностью. Высота растений максимальна в западную фазу растений. Урожайность семян также выше в западную фазу климата – на 226% по сравнению с восточной. Масличность выше в восточную фазу климата. А вот содержание морфина и других алкалоидов в стенках коробочек оказалось выше в западную фазу климата. В этом случае прогноз смены фаз климата гарантирует получение планируемой урожайности, содержания масла и другой необходимой побочной продукции.

2. Конопля посевная по морфометрическим показателям роста и развития, урожайности семян, соломки, выходу волокна не отзывается на смену фаз климата. Недостаток влаги весной замедляет ранние стадии роста и развития, но конопля эффективно использует осадки второй половины вегетационного периода. Обильные осадки весной и пониженные температуры также затормаживают рост и развитие конопли, более тёплая вторая половина вегетационного периода позволяет восстановить её рост и продуктивность. Однако масса 1000 семян и содержание в них масла зависят от циклов влагообеспеченности. Масса 1000 семян в западную фазу климата увеличилась на 14% по сравнению с восточной фазой, а содержание масла в них уменьшилось почти на 8%.

Литература

1. Загайталов, И.Б. Закономерности межгодовых колебаний урожаев на больших территориях / И.Б. Загайталов, Л.П. Яновский // Вестник РАСХН, 2004. – С. 8–10.

2. Ломов, С.П. Экологические аспекты урожайности пшеницы и картофеля в разрезе двухлетней цикличности климата в Среднем Поволжье / С.П. Ломов, Ю.Н. Лысенко, В.Г. Кривобочек // Селекция и семеноводство, экология: Сб. материалов конф. посвящ. 50-летию кафедры селекции и семеноводства ПГСХА и памяти акад. Г.В. Гуляева – Пенза, 2004. – С. 127–131.

3. Барашкина, Е.В. Приёмы возделывания мака масличного в условиях лесостепи Поволжья / Автореф. дисс. … канд. с.-х. наук. – Пенза, 2006. – 20 с.

4. Зеленина, О.Н. Агроэкологическая оценка исходного материала конопли для создания безнаркотических сортов в условиях лесостепи Поволжья / О.Н. Зеленина // Автореф. дисс. … канд. с.-х. наук. – Пенза, 2004. – 21 с.

II. НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОТРАСЛИ КАРТОФЕЛЕВОДСТВА

УДК 63:338.43:631.15:635.21

РОЛЬ ГНУ ПЕНЗНИИСХ В РАЗВИТИИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В КАРТОФЕЛЕПРОДУКТОВОМ ПОДКОМПЛЕКСЕ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Кабунин, И.В. Кабунина

Определены роль и значение ГНУ ПензНИИСХ в развитии инновационных процессов в картофелепродуктовом подкомплексе Пензенской области и прилегающих регионов, обозначены приоритетные направления активизации инновационной деятельности, показаны перспективы развития картофелеводства в регионе и его научного обеспечения.

В мире по производству картофеля Россия занимает второе место. Системный кризис, поразивший страну в конце XX века, резко отрицательно сказался на состоянии отрасли. Производство картофеля из крупных сельскохозяйственных предприятий с преобладанием индустриальных технологий трансформировалось в мелкотоварные и личные подсобные хозяйства, характеризующиеся низким технологическим уровнем и высокими затратами. Разрушена система семеноводства, нарастает ресурсная деградация производства. Урожайность картофеля в России остаётся на одну треть ниже мирового уровня и в последние годы составляет 12,1–12,8 т/га. Большинство производственников в рыночных условиях работать не умеют [2].

Необходимость постоянного повышения конкурентоспособности продукции и эффективности производства требует активизации инновационных процессов в предприятиях картофелепродуктового подкомплекса.

В мировой экономической литературе инновационный процесс интерпретируется как единый непрерывный поток превращения конкретных технических или технологических идей на основе научных разработок в новые технологии или их отдельные составные части, доведение их до использования непосредственно в производстве с целью получения качественно новой продукции [1].

В агропромышленном секторе экономики основные функциональные участки и этапы инновационных процессов представляют собой исследования, научно-технические разработки, организацию

производства, собственно производство, хранение, переработку и реализацию продукции.

Картофелепродуктовый подкомплекс (КПП) Пензенской области – это территориально-производственный комплекс по производству и переработке картофеля со свойственной ему специализацией в межрегиональном разделении труда и сложившимися производственно-экономическими связями.

Многие его проблемы, особенности инновационных процессов типичны и для других регионов страны: зависимость технологий производства от природных и погодных условий; узость ассортимента возделываемых сортов, не всегда отвечающих потребностям производства и рынка; многоукладность отрасли картофелеводства и существенная разница в технологиях производства; отсталость технических средств и материально-технической базы; территориальная разобщенность картофелеводческих хозяйств; слабое развитие переработки; несовершенство организационно-экономического механизма передачи достижений науки сельскохозяйственным товаропроизводителям; разный профессиональный и социально-культурный уровень работников; обособленность сельскохозяйственных товаропроизводителей (на всех уровнях) от организаций, производящих научно-техническую продукцию; множественность различных форм и связей сельскохозяйственных товаропроизводителей с инновационными формированиями. Следствие этих проблем – низкая экономическая эффективность отрасли. Вытекающий отсюда дефицит средств ведёт к существенному отставанию отрасли по освоению инноваций в производстве.

В отличие от других отраслей сельского хозяйства, в производственной сфере КПП Пензенской области мелкотоварный сектор занимает ведущее положение. В хозяйствах населения области, как и в России, производится большая часть продукции картофелеводства. Доля картофеля, выращенного в них, в 2000 г. составляла 99%, в 2007 г. – 96% [4].

Особенности производства в этом секторе – ориентация производства, главным образом, на самообеспечение, примитивные технологии с низким уровнем механизации, ограниченность земельных участков и длительное бессменное возделывание картофеля на них, низкое качество используемого семенного материала, низкий уровень профессиональной подготовки владельцев личных подсобных хозяйств (ЛПХ). В ходе инновационной работы это требует особого внимания.

Рыночная сфера КПП области представлена, в основном, частными предпринимателями, осуществляющими посредническую деятельность в закупке и реализации продукции картофелеводства, перерабатывающими цехами с малыми объёмами производства.

Важную роль в составе КПП играют также предприятия, осуществляющие научное, проектно-технологическое, кадровое обеспечение производственных процессов в картофелеводстве, общие для АПК предприятия и организации транспорта и связи, агрохимического, мелиоративного, ремонтного и технического, энергетического, дорожного обслуживания и др.

Основу инновационной инфраструктуры Пензенского региона, осуществляющей научно-техническую политику в АПК и КПП, составляют ГНУ Пензенский НИИСХ Россельхозакадемии, ФГУ ВПО Пензенская ГСХА.

Основным источником инноваций для картофелепродуктового подкомплекса Пензенской области является ГНУ Пензенский НИИСХ. Институт обладает многолетним опытом эффективной исследовательской и инновационной деятельности. Коллективом учёных здесь выполнен целый ряд разработок селекционного и технологического направлений, освоение которых позволяет вывести картофелеводство на качественно новый уровень.

Известно, что наибольшую эффективность картофелеводства могут обеспечить сорта, выведенные непосредственно в почвенно-климатических условиях этого региона.

Активная работа по селекции новых сортов картофеля учёными ГНУ ПензНИИСХ в сотрудничестве с учёными ВНИИКХ проводится с 1989 г. В 1993 г. в Пензенском НИИСХ была создана лаборатория селекции картофеля. Эффективность её работы, адаптивные подходы в создании новых сортов картофеля для Средневолжского региона обеспечиваются соблюдением следующих принципов:

1. Использование исходного материала, полученного с участием возможно более широкого набора родительских форм (селекционных сортов, синтетических гибридов, диких видов и т.д.), несущих максимально возможное генетическое разнообразие.

2. Оценка и отбор селекционных образцов в местных условиях на среднем, типичном для региона агрофоне, начиная с самых ранних этапов селекции, экологическая оценка образцов в условиях различных агроклиматических зон региона.

3. Постоянный контроль за агроэкологической обстановкой и её изменениями, исключение жёсткого отбора при возникновении нетипичных для региона условий.

4. Отбор селекционных образцов, сочетающих необходимый комплекс хозяйственно-ценных признаков с признаками, обеспечивающими расширение адаптивности (комплексная устойчивость к патогенам, высокая засухоустойчивость, устойчивость к израстанию клубней и др.) и компенсаторных способностей (раннее интенсивное клубнеобразование, быстрая регенерация ботвы после повре-

ждения колорадским жуком и т.д.), и имеющих, на этой основе, высокую стабильность продуктивности при колебаниях условий среды.

Результатом активной творческой работы стали новые сорта картофеля, защищённые Патентами на селекционные достижения и включенные сегодня в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию.

Это раннеспелый сорт Утёнок, характеризующийся высокой адаптивностью, прекрасными товарными и вкусовыми качествами, известный сегодня многим специалистам и картофелеводам-любителям во многих регионах России. Среднеранний сорт Рамзай, обладает высокой жаро- и засухоустойчивостью и высокими вкусовыми качествами. Даже специалистами признан за прекрасные вкусовые качества раннеспелый сорт Дарёнка. Среднеранний сорт Русский сувенир отличается высокой устойчивостью ботвы к фитофторозу. Нематодоустойчивый среднеспелый сорт Батя имеет повышенную выносливость ботвы к колорадскому жуку и высокую крахмалистость клубней.

Эти новые сорта уже заслужили высокие оценки специалистов и осваивают всё новые площади в различных регионах страны. Сорта обладают высокой адаптивностью к колебаниям условий выращивания, хорошо приспосабливаются к различным местным условиям, имеют высокую и повышенную устойчивость к болезням. Их потенциальная урожайность составляет 45-60 т/га. Клубни хорошо хранятся, имеют высокие товарные и кулинарные качества. Они способны обеспечить среднюю прибавку урожая в размере 15-20%. Таким образом, только за счёт внедрения в производство новых сортов, картофелеводство Пензенской области может ежегодно дополнительно получать до 80,0-100,0 тыс. тонн продукции при существенном повышении её качества и потребительской ценности.

Сегодня государственное испытание проходят и новые сорта. Среднеранний сорта Тёща характеризуется высокой стабильной урожайностью и длительным периодом покоя клубней, отличающихся повышенной крахмалистостью и пригодных к переработке. Новый среднеранний сорт Матушка имеет повышенную засухоустойчивость, высокую крахмалистость клубней (даже при ранней уборке) и отличные вкусовые качества.

Залог успеха работы – творческое сотрудничество с коллегами из Всероссийского НИИ картофельного хозяйства. На сегодняшний день в Пензенский НИИСХ из этого научного центра для продолжения селекции поставлено уже более 50000 гибридных образцов картофеля.

В творческом активе селекционеров лаборатории – целый ряд новых перспективных селекционных образцов.

Для стабильного поступательного развития картофелепродуктового подкомплекса региона важнейшее значение имеет уровень семеноводческой работы с этой культурой. Основу системы семеноводства картофеля составляет высококачественный семенной материал высших репродукций. Посадка высококачественными семенами может обеспечить увеличение валового сбора картофеля до 20% и более.

ГНУ ПензНИИСХ осуществляет оригинальное семеноводство и ежегодно производит около 500 т элитных семян 12 районированных и перспективных сортов картофеля, составляющих основу системы семеноводства этой культуры в регионе. Значительная часть элитных семян вывозится в другие регионы России, ведь сорта, выведенные в условиях Пензенской области, и выращенный здесь семенной материал хорошо приспособлены для выращивания в жарких и засушливых южных регионах.

Важным условием высокоэффективного функционирования и развития картофелеводства является необходимость использования ресурсо- и энергосберегающих, экологически безопасных технологий.

Опыт работы специалистов ГНУ ПензНИИСХ показывает, что эти задачи могут быть решены на основе принципов биологизации аграрного производства. Разработанные в соответствии с ними современные высокоэффективные зональные технологии, обеспечивающие высокую продуктивность культуры, экономию средств и ресурсов позволяют наращивать производство картофеля и повысить его эффективность.

Стержнем технологии выращивания картофеля является севооборот. Известно, что в зернопаропропашном севообороте с одним полем картофеля для бездефицитного баланса гумуса необходимо вносить 6-8 т в среднем на гектар в год навоза, но в современных условиях это затруднительно.

Результаты многолетних полевых экспериментов, проведённых специалистами ГНУ ПензНИИСХ позволили успешно решать задачи формирования специализированных севооборотов для возделывания картофеля, в которых эффективно используются другие источники пополнения почвы органическими веществами: посевы многолетних трав, сидераты, измельченная солома. Так доказано, что замена чистого пара с внесением 50 т навоза на сидеральный с редькой масличной или на клеверный полупар, при обязательной заделке в почву измельченной соломы, в четырёхпольных севооборотах с одним полем картофеля стабилизирует содержание гумуса в почве.

Учитывая, что более 90% картофеля в России выращивается в личных подсобных хозяйствах граждан, особое значение имеют разработки учёных ГНУ ПензНИИСХ для этой категории хозяйств.

Ограниченные земельные участки в мелких хозяйствах приводят к вынужденному многолетнему возделыванию картофеля в монокультуре. Это приводит к одностороннему истощению почвы, накоплению болезней и вредителей, деградации гумуса, общему снижению плодородия, и, как следствие, значительному снижению продуктивности и качества продукции.

До настоящего времени введение полноценных севооборотов в условиях приусадебного или небольшого фермерского хозяйства не представлялось возможным из-за ограниченности площади участка, недостаточного набора сортов картофеля и отсутствия подходящих промежуточных культур. Для применения в личных подсобных хозяйствах разработана оригинальная технология возделывания картофеля, позволяющая практически ликвидировать отрицательные последствия монокультуры, ежегодно получая стабильные и высокие урожаи клубней. Технология защищена Патентом РФ на изобретение «Способ бессменного возделывания картофеля» RU № 2212123 C 2 с датой приоритета 04.04.2001 г.

В основе новой технологии лежит комплексное использование всех её взаимосвязанных элементов – адаптивных сортов картофеля различных групп спелости, специальных картофельных севооборотов с высоким (75-100%) насыщением основной культурой, специально подобранных сидеральных культур и их смесей в промежуточных (пожнивных и поукосных) посевах, применение биопрепаратов (бактериальных удобрений, биостимуляторов, биоинсектицидов и др.).

Технология предполагает использование не менее трёх сортов картофеля различных групп спелости и назначения использования. Предлагаемые севообороты предусматривают наиболее рациональное и эффективное для условий Пензенской области процентное соотношение сортов различных групп спелости – 33-50% раннеспелых, 25-33% среднеранних, 25-33% среднеспелых и среднепоздних. Такая структура картофельных посадок значительно повышает адаптивность производства и стабильность продуктивности, позволяет использовать средообразующие функции сортов картофеля, обеспечивает саму возможность использования предлагаемой технологии

За счёт использования различных сроков посадки и уборки таких раннеспелых сортов, как Утёнок, Жуковский ранний и др., появилась возможность после уборки или запашки озимой смеси провести на участке летнюю (до 15-16 июня) посадку картофеля и довести ежегодное насыщение участка картофелем до 100 %. Для

формирования специальных севооборотов использован и целый комплекс свойств специально подобранных промежуточных культур, используемых на сидераты и кормовые цели.

Разработаны оригинальные узкоспециализированные картофельные севообороты с ограниченным набором культур и 75% и даже 100 % насыщением картофелем, которые легко могут быть внедрены и освоены на небольших участках [6].

Пример севооборота с 75 % насыщением картофелем:

1. Картофель среднеранний + озимая смесь (рожь + вика мохнатая) пожнивно;

2. Озимая смесь на зелёный корм или зелёное удобрение + поукосный посев редьки масличной на зелёное удобрение (сидеральный пар);

3. Картофель ранний + пожнивный посев горчицы белой на сидерат (запашка осенью);

4. Картофель (среднеспелый или среднепоздний).

Севооборот со 100 % насыщением картофелем:

1. Картофель среднеранний + озимая смесь (рожь + вика мохнатая) пожнивно;

2. Озимая смесь на зелёный корм или зелёное удобрение + летняя посадка раннеспелых сортов картофеля (Утёнок, Жуковский ранний или др.);

3. Картофель ранний + пожнивный посев горчицы белой на сидерат (запашка осенью);

4. Картофель (среднеспелый или среднепоздний).

Сидеральные крестоцветные культуры (редька масличная, горчица белая) и сидеральные смеси на их основе (вика с рожью – озимая, вика с редькой – яровая) в предлагаемой технологии также решают целый комплекс задач. За счёт своих биохимических свойств промежуточные сидеральные культуры улучшают фитосанитарное состояние картофельных плантаций, помогают бороться с накоплением в почве различных инфекций, могут выполнять почвозащитные функции на эрозионно-опасных участках. Являясь источником органического вещества, обеспечивают повышение плодородия и оптимизацию структуры почвы. Они способны усваивать из минеральной части почвы различные минералы и микроэлементы, недоступные другим культурным растениям, переводя их в органические соединения. Введение в состав сидеральных смесей бобовых культур и использование бактериальных удобрений на основе микоризных микроорганизмов обеспечивает естественное накопление доступных растениям соединений азота, что существенно снижает необходимость внесения искусственных азотных удобрений.

Кроме того, эти культуры хорошо поедаются сельскохозяйственными животными и помогут с решением проблемы кормов, особенно в ранневесенний и позднеосенний периоды.

В исследованиях ПензНИИСХ при посеве 10 августа (после уборки раннего картофеля сорта Утёнок) горчица белая в 2000 г. обеспечивала урожай зелёной массы 28 т/га, а в среднем за 2000-2003 гг. – 20 т/га. Такого количества заделанного в почву органического вещества достаточно для полного обеспечения элементами питания урожая картофеля до 150 ц/га. Внесением дополнительного количества минеральных удобрений или перепревшего навоза урожайность картофеля можно значительно повысить.

Редька масличная и горчица белая относятся к семейству капустных. В период появления всходов эти культуры влаголюбивы, но при вегетации они имеют значительную засухоустойчивость. Они легко переносят заморозки до 2-3^{o}С и вегетируют до глубокой осени. Нормы посева сидеральных культур невелики – 20-30 кг/га. Семена сидеральных культур доступны всем потенциальным потребителям. Пензенский НИИСХ сам производит и реализует эту продукцию, себестоимость 1 кг семян сегодня находится в пределах 12-15 руб.

Важной частью разработанных в институте биологизированных технологий выращивания картофеля является интегрированная биологизированная система защиты растений, основанная на использовании сортов с повышенной и высокой устойчивостью к болезням и вредителям, фитосанитарных свойств сидеральных культур. Её важный элемент – использование бактериальных препаратов для обработки посадочных клубней на основе симбиотических и ассоциативных микроорганизмов (удобрений, биостимуляторов и биоинсектицидов и др.). Например, мезарина, который производят в Пензенской области.

Такая система защиты, в сравнении с химической, обеспечивает снижение себестоимости продукции до 24,83 % – на сорте Русский сувенир, на сорте Дарёнка – 21,71 %. Увеличение прибыли с 1 га на сорте Дарёнка составляет 32222 руб./га, на сорте Русский сувенир – 47768 руб./га. Показатели рентабельности производства новых сортов увеличиваются на сорте Дарёнка на 45,2%, на сорте Русский сувенир – на 78,6% [8].

Улучшение фитосанитарного режима картофельных плантаций, обеспечиваемое приёмами биологизации, позволяет снизить пестицидную и химическую нагрузку, рационально использовать средства химизации, обеспечить экологическую и санитарную безопасность технологии и получаемой продукции.

Комплексное решение целого ряда проблем мелкотоварного картофелеводства, обеспечиваемое внедрением адаптивно-

биологизированной технологии картофелеводства в мелкотоварных хозяйствах позволяет преодолеть сложившиеся экстенсивные условия производства и значительно повысить его продуктивность и эффективность. По данным исследований, в среднем за 2000-2005 гг. эта технология обеспечивала получение урожая картофеля на 1 га севооборотной площади от 12,5 т (50% насыщение) до 19,9 т (100% насыщение) [6].

Главный результат использования приёмов биологизации – существенная экономия затрат энергии и ресурсов на выращивание продукции картофелеводства, снижение её себестоимости и повышение эффективности отрасли.

Не осталось без внимания учёных ГНУ ПензНИИСХ и картофелеводство в крупных предприятиях. В исследованиях специалистов института доказана высокая эффективность использования под картофель на тяжёлых суглинистых почвах глубокой чизельной обработки, обеспечивающей благоприятный агрегатный состав почвы для выращивания и, особенно, для механизированной уборки клубней. Показана высокая эффективность использования осенней нарезки гребней, обеспечивающая возможность проведения более ранней (до 14 дней) посадки.

В результате проведённых исследований обоснованы специальные короткоротационные севообороты для промышленного картофелеводства, которые также предусматривают использование сидеральных культур и их смесей, в том числе в пожнивных и поукосных посевах. При одинаковом агрономическом эффекте использование сидеральных культур в 13-16 раз дешевле внесения навоза и других органических удобрений.

Разработанная на основе результатов многолетних комплексных исследований адаптивно-биологизированная технология возделывания картофеля для крупных специализированных предприятий обеспечивает получение урожая этой культуры на уровне 25-35 т/га с товарностью клубней не ниже 80%. Различные варианты гибкой технологии применимы как в промышленном производстве картофеля, так и в мелких хозяйствах. В сравнении с ранее распространёнными в России технологиями возделывания картофеля сокращено количество междурядных обработок посадок – с трёх-четырёх до одной, основанной на использовании машин с активными рабочими органами.

Комплексное применение разработанных специалистами ГНУ ПензНИИСХ приёмов обеспечивает создание оптимального агрегатного состава почвы на картофельных плантациях и возможность использования механизированной уборки клубней при уровне механизации всех работ не менее 75%.

Использование разработанной в институте технологии возделывания картофеля обеспечивает снижение трудозатрат на производство одной тонны продукции с 23,4 чел.-час до 6,2 чел.-час [9].

Преимущества разработанных ПензНИИСХ новых и усовершенствованных технологий картофелеводства проявляется ещё и в том, что для их реализации возможно использование как имеющихся, морально устаревших, так и современных технических средств.

С началом реализации в стране приоритетного национального проекта «Развитие АПК» повысилась доступность кредитных ресурсов для сельскохозяйственных товаропроизводителей всех уровней. Появились новые финансовые возможности для инновационного развития всего КПП, создались предпосылки для перехода мелкотоварных хозяйств в разряд субъектов агробизнеса.

Вопросы экономики картофелепродуктового подкомплекса региона, разработки и освоения передовых методов организации производства также являются важной сферой интересов учёных и специалистов ГНУ ПензНИИСХ.

Важным элементом цивилизованных рыночных отношений в любых сферах экономики являются вопросы охраны и использования объектов интеллектуальной собственности. Учёными ПензНИИСХ на примере новых выведенных в институте сортов картофеля проведены исследования по разработке критериев и методов экономической оценки этих главных средств производства, как объектов интеллектуальной собственности.

Необходимость экономической оценки сорта, как объекта интеллектуальной собственности связана с актуальностью проблем оценки прав на использование селекционного достижения при вовлечении его в хозяйственный оборот: определении цен при купле-продаже семян, продаже или передаче прав, установлении размеров вознаграждений авторам сортов, при оценке ущерба, нанесённого нарушением исключительных прав владельца селекционного достижения, определении стоимости интеллектуальной собственности, вносимой в уставной капитал, при поиске инвесторов и др. Объектом коммерческой сделки на рынке может выступать как сам объект интеллектуальной собственности, так и право на его использование.

При оценке сорта как объекта интеллектуальной собственности выполнены следующие практические задачи: учтены затраты на его создание, определена цена предложения оригинальных семян, удельные затраты на производство 1 тонны оригинальных семян, экономически обоснованы «конкурентные преимущества» нового сорта, выполнена оценка рыночной стоимости прав на селекционное достижение, рассчитана цена лицензии, ставка роялти, определены сроки окупаемости сорта, как средства производства [3].

По мнению учёных института, объектами инновационной деятельности в картофелепродуктовом подкомплексе региона на сегодняшнем этапе должны стать в первую очередь производственные картофелеводческие структуры. Основной акцент необходимо сделать на развитие специализированных хозяйств независимо от их масштабов и сбалансированное развитие всех остальных сфер картофелепродуктового подкомплекса.

При этом малый и средний бизнес в КПП остро нуждается в построении системы снабжения, обслуживания, финансирования, сбыта продукции, учитывающей специфику его потребностей. Эти проблемы могут быть успешно решены путём построения кооперативных отношений.

Сельскохозяйственная потребительская кооперация заключает в себе значительный потенциал роста производительных сил КПП. Являясь связующим звеном между различными сферами АПК, она, кроме прочего, обеспечивает возможности экономического и социального развития села. Кооперация, как один из наиболее надёжных путей укрепления сельского хозяйства, имеет ряд организационных и экономических преимуществ перед другими формами хозяйствования. Механизм деятельности кооперативов имеет более гибкий характер и позволяет выстроить взаимодействие разрозненных мелких производителей картофеля, легче адаптироваться к условиям рыночной экономики и новым экономическим отношениям.

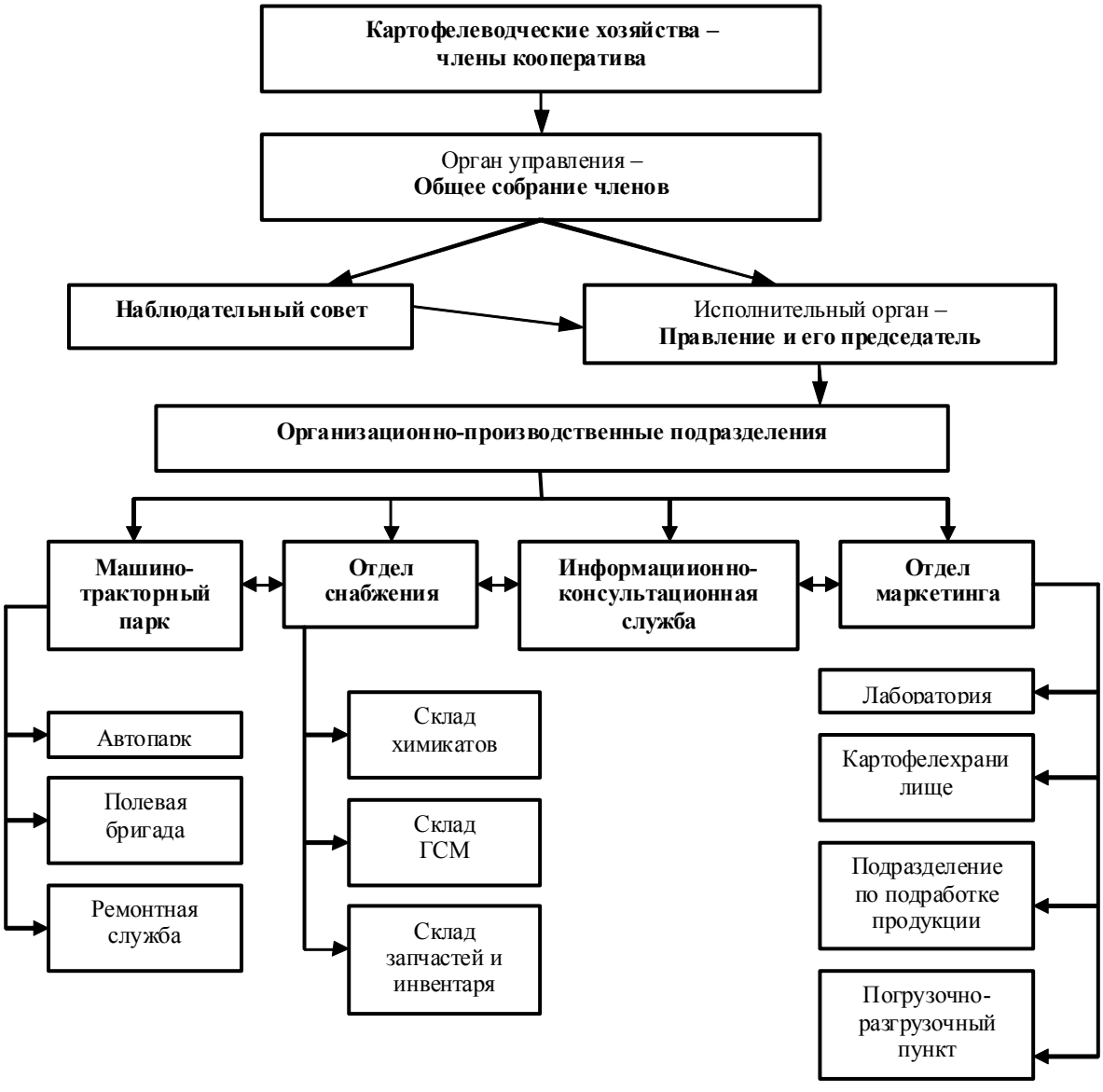
Деятельность кооператива направлена на удовлетворение потребностей членов кооператива и носит некоммерческий характер. В настоящее время кооперативы регистрируются как «сельскохозяйственный потребительский кооператив», т.е. как «сельскохозяйственный» он может привлекать в свои основные члены сельхозтоваропроизводителей (как физических, так и юридических лиц), как «потребительский» – удовлетворять потребности своих членов [5].

В соответствии с положениями Гражданского Кодекса и Федеральных законов РФ «О сельскохозяйственной кооперации» и «О потребительской кооперации (потребительских обществах, их союзах) в Российской Федерации» кооператив не ущемляет прав самостоятельного владельца хозяйства. Он позволяет организовать совместную деятельность так, чтобы его члены могли удовлетворять насущные потребности, не теряя деловой, экономической и юридической независимости. Кооператив является как бы обслуживающим дополнением к самостоятельному сельхозтоваропроизводителю. Смысл существования кооператива – в развитии эффективного сельхозпроизводства во входящих в его члены хозяйствах.

Формирование кооперативной формы организации производственных отношений само по себе инновация, активно способст-

вующая развитию КПП и повышению его эффективности. Она создаёт условия для активизации инновационной деятельности и быстрого освоения всеми членами кооператива инноваций, апробированных в одном из хозяйств, превращения инновационных процессов в КПП в системную производительную силу.

Примером потребительского кооператива первого уровня может служить сельскохозяйственный специализированный многоцелевой потребительский кооператив (ССМК), который объединит мелких производителей картофеля отдельного района области (рисунок).



Модель организационной структуры сельскохозяйственного специализированного многоцелевого потребительского кооператива

Функции такого кооператива заключаются в том, чтобы способствовать улучшению экономического и социального благосос-

тояния его членов путём организации эффективного централизованного снабжения членов кооператива необходимой техникой и материалами (семена, ГСМ, средства химизации) на лучших условиях и по наиболее приемлемым ценам; приобретения необходимой техники и других средств производства по лизингу и в кредит; оказания технологических услуг хозяйствам – членам кооператива; формирования крупных партий продукции членов кооператива, организации подработки и хранения картофеля, услуг по выгодному сбыту.

Кооперация улучшает перспективы для эффективной инновационной деятельности: для распространения новых технологий и ноу-хау в хозяйствах – членах кооператива, внедрения новых продуктов и необходимых членам кооперативов услуг (строительство хранилищ и цехов по переработке продукции, ремонтные работы, лизинг и т.д.), для развития переработки продукции, для формирования, защиты и продвижения самостоятельных товарных марок, расширения и повышения эффективности маркетинговой деятельности, развития контрактации производства.

Примером может стать предлагаемое учёными института создание специализированного многоцелевого потребительского кооператива в Лунинском районе Пензенской области, где располагается ГНУ ПензНИИСХ. В районе, кроме института действуют целый ряд крестьянских (фермерских) хозяйств, специализирующихся на производстве как товарного, так и семенного картофеля.

ГНУ Пензенский НИИСХ для хозяйств и предприятий этого кооператива станет научно-методическим и инновационным центром, источником передового опыта, технологических, экономических и организационных инноваций. Кроме оказания услуг хозяйствам, вступившим в кооператив, ССМК может выступить объединяющим началом для массы ведущих картофелеводство личных подсобных и других мелкотоварных хозяйств, стать для них своеобразным мостом для выхода на широкий рынок продукции картофелеводства.

Уже сегодня в рамках КПП Пензенской области формируется кооператив второго уровня – некоммерческое объединение производителей картофеля Пензенской области «Пензенский союз картофелеводов». Его учредителями будут ГНУ Пензенский НИИСХ, ООО «Пензасемкартофель», ОАО «Сура», СХКП «Родина Радищева», СХП «Гигант», целый ряд крестьянских (фермерских) хозяйств. В дальнейшем предполагается вхождение в состав областного объединения и районных картофелеводческих кооперативов.

Главные задачи объединения – обеспечение выхода продукции пензенского картофелеводства на рынки других регионов России, налаживание контрактации и устойчивых связей с перерабаты-

вающими предприятиями, освоение современных эффективных технологий картофелеводства, распространение передового опыта в хозяйствах – членах объединения, организация оптовых поставок для членов объединения специализированных средств химизации и защиты растений, налаживание связей с производителями специализированной техники и оборудования, юридическая и информационно-консультационная помощь, рекламно-выставочная деятельность. В дальнейшем, по мере развития и укрепления объединения, предполагается предоставление членам объединения услуг по гарантиям кредитования и лизинга техники.

Участие сельхозтоваропроизводителей в кооперативах практически полностью устраняет зависимость результатов их деятельности от размеров хозяйств, поскольку позволяет беспрепятственно пользоваться преимуществами оптовых продаж и закупок, осуществлять переработку сельскохозяйственной продукции на современном оборудовании [5].

Сельскохозяйственные потребительские кооперативы разных уровней существенно расширяют для отдельных их членов возможности получения достоверной информации о ситуации на рынке. Они позволяют точнее увязать производственные возможности хозяйств с потребностями рынка, требованиями общества к качеству продукции. Одновременно у государства появляются профессиональные партнеры, с которыми можно более эффективно, чем с каждым хозяйством в отдельности, решать стратегические задачи аграрного сектора.

В результате участия в кооперативах повышается эффективность использования земельных угодий, снижаются издержки при производстве продукции. На этой основе создаются объективные условия для роста урожайности картофеля, возрастает фондоотдача основных производственных фондов (техники, зданий и сооружений), повышается производительность труда.

Таким образом, научная и организационно-методическая деятельность ГНУ Пензенский НИИСХ, являющегося центром научного обеспечения, главным источником и инициатором инноваций, уже объективно стала стержнем инновационных процессов, протекающих в картофелепродуктовом подкомплексе региона. Активизация и повышение эффективности инновационных процессов во всех его сферах – залог успешного развития этого важнейшего продовольственного подкомплекса, важное условие дальнейшего экономического развития всей Пензенской области.

Литература

1. Санду, И.С. Организационно-экономические основы инновационных процессов в сельском хозяйстве / И.С. Санду. – М.:ВНИЭСХ, 1998. –198 с.

2. Силаева, Л.П. Проблемы развития картофелеводства в Российской Федерации / Л.П. Силаева. – М.: 1999, – 233 с.

3. Кабунина, И.В. Проблемы оценки сортов картофеля. / И.В. Кабунина // Современные проблемы перспективы развития экономики, организации и управления предприятиями, отраслями и комплексами народного хозяйства: Матер. I Всерос. науч.-практ. конф. Пенза, 2007. – С 9-12.

Кабунина, И.В. Проблемы развития регионального картофелепродуктового подкомплекса // И.В. Кабунина, А.А. Кабунин // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий, 2007. – № 12. – С.33-36.

5. Кузнецова, Н.А. Сельскохозяйственные потребительские кооперативы: планирование и опыт работы / Н.А. Кузнецова. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2002. – 164 с.

6. Лысенко, Ю.Н. Оптимизация продукционного процесса картофеля в лесостепи Среднего Поволжья: Дисс. докт. с.-х наук: 06.01.09 /Ю.Н. Лысенко. – Пенза, 2006. – 372 с.)

7. Методика экономической оценки селекционного достижения / Г.А. Полунин, И.С. Санду, Е.С. Оглоблин, Г.С. Прокопьев, И.Н. Масленков, В.А. Бондарев, Л.И. Мурая. – М.: ГНУ ВНИИЭСХ, – 2004. – 41 с.

8. Плужникова, И.И. Продуктивность сортов картофеля в зависимости от проращивания клубней и систем защиты от болезней в лесостепи Среднего Поволжья: Дисс. канд. с.-х наук: 06.01.09 / И.И. Плужникова. – Пенза, 2006. – 178 с.)

9. Смирнов, А.А. Адаптивная технология возделывания картофеля в лесостепи Среднего Поволжья / А.А. Смирнов. – Пенза:Инфо-Союз, 2002.-183 с.

———

УДК 63:338.43:631.15:635.21

РАЗВИВАТЬ КАРТОФЕЛЕВОДСТВО КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ АГРОБИЗНЕС

И.В. Кабунина, А.А. Кабунин

Рассмотрены вопросы инвестиционной привлекательности и развития картофелеводства, как эффективного аграрного бизнеса. Рассмотрены объективные факторы способствующие повышению коммерческого интереса к развитию отрасли картофелеводства.

Картофель – одна из стратегически важных и наиболее продуктивных сельскохозяйственных культур. Относительная его неприхотливость к почвенно-климатическим условиям, энергетическая эффективность возделывания и высокая питательная ценность вы-

годно отличают его от многих других сельскохозяйственных культур, обусловливают широкий ареал его возделывания.

В структуре продукции растениеводства Российской Федерации, по данным 2006 г., картофель стоит на первом месте, его доля составляет 27,5 %, тогда как доля зерновых и зернобобовых – 25,8%.

В рационе питания жителей России картофель традиционно занимает прочные позиции, он – важная часть кормовой базы животноводства, отличное сырье для производства крахмала, спирта, биоэтанола.

В условиях экономического кризиса с 1990 по 2002 г., его потребление в расчёте на душу населения возросло со 106 кг до 122 кг. В этот период пониженное потребление продуктов животноводства и сахара, связанное с падением реальных доходов населения, в определённой мере возмещалось картофелем. В последние годы, когда экономическая ситуация в России начала выравниваться, рост потребления картофеля продолжается и его среднедушевое потребление в 2006 г. достигло 137 кг – наибольшего показателя за последние 20 лет.

По объёмам производства картофеля Россия занимает второе, после Китая, место в мире. При численности населения 2,5 % от мировой на её долю приходится около 17% посевных площадей картофеля, 11 % мирового валового сбора. В 2006 г. эта цифра составила 38,5 млн. т. клубней при площади посадки в хозяйствах всех категорий – 2976 тыс. га. Значительное количество картофеля в Россию импортируется, например в 2005-2006 гг. – 350-393 тыс. тонн.

Всё это говорит о том, что потребности рынка картофеля в нашей стране велики и стабильны. Кроме того, свежий картофель, который у нас традиционно потребляется, не может храниться длительное время, его ресурсы требуют постоянного ежегодного обновления. Развитие производств по переработке картофеля на полуфабрикаты и готовые продукты, вероятнее всего, не снимет эту проблему, а наоборот стабилизирует спрос на него – предприятия должны работать не только сезонно, но и круглый год.

Агроклиматические условия основных регионов России, возделывающих картофель, хоть и отличаются по составу и плодородию почв, количеству осадков, сумме эффективных температур и т.д., в целом благоприятны для выращивания этой культуры.

Законы экономики говорят о том, что сложившиеся стабильные потребности рынка – лучший стимул для развития производства. Зарубежный опыт развития картофелеводства, как надёжного и выгодного агробизнеса, это подтверждает. В нашей стране предпринимательство в отрасли находится пока на начальном уровне.

Кризис, поразивший экономику страны в 90-е годы XX века, серьёзно затронул и сельскохозяйственное производство. Даже крупные хозяйства стали отказываться от выращивания картофеля.

Так в 1975 г. доля сельхозпредприятий в валовом производстве картофеля составляла 41%. В настоящее время производство картофеля повсеместно базируется, в основном, на личных подсобных хозяйствах населения, где выращивается 89,2 % всего урожая. СХП производят лишь 7,5 % картофеля, доля крестьянских (фермерских) хозяйств – 3,3 %.

При значительной роли ЛПХ в выращивании картофеля, такой способ производства не эффективен. В условиях низкого уровня доходов основной массы населения страны, картофелеводство в ЛПХ, вынужденное занятие, не являющееся основным для их владельцев – элемент натурального хозяйства. Оно служит, главным образом, удовлетворению личных потребностей, на рынок попадают лишь излишки продукции (менее 10%). Труд, затраченный при производстве картофеля для самообеспечения и основанный на примитивных технологиях, практически не учитывается в цене товара, т.е. не имеет реальной стоимости. В условиях социальной апатии населения, стоящего перед необходимостью выживания, отсутствует стимуляция к повышению эффективности производства продукции, его технологического уровня, увеличению объёмов производства, улучшению качества продукции.

В последние годы произошло повышение реальных доходов населения, обусловленное укреплением экономики страны и ростом экономической стабильности. Появился определённый слой потребителей, отказавшихся от самостоятельного производства картофеля для собственных нужд. Наметилась устойчивая тенденция к сокращению посевных площадей картофеля в ЛПХ. Так, например, в Пензенской области в период 2002–2007 гг. они уменьшились с 51,7 до 35,4 тыс. га. Соответственно, сократился и валовой сбор – с 525,3 до 409,8 тыс. тонн. В 2007 г. по сравнению с 2006 г. в целом по России во всех федеральных округах произошло сокращение площадей под картофелем (на 3,8%). Основная причина этого – уменьшение посевов в хозяйствах населения, где площадь посадки составила 2616 тыс. га или 95% к уровню 2006 г. В 2008 г. эта тенденция сохранилась. Снижение объёмов производства и рост платежеспособного спроса создали на рынке некоторый дефицит картофеля. Рынок на это отреагировал ростом цен. Так, например, осенью 2008 г. цена картофеля даже на мелкооптовых рынках Пензенской области доходила до 12 руб./кг. Сложилась благоприятная ситуация для коммерциализации картофелеводства.

Известно, что для достижения высокой эффективности производства необходимы его концентрация и специализация. Однако

сезонность производства, его высокая фондоёмкость, трудоёмкость и значительные производственные издержки сдерживают создание и развитие крупных картофелеводческих хозяйств. Инвестиции в этот бизнес по силам только крупным компаниям.

Предпринимательская инициатива мелких собственников, более восприимчивых к открывающимся на рынке возможностям, проявилась в увеличении числа картофелеводческих фермерских хозяйств и росте в них площадей под посадками картофеля. В масштабах страны крестьянские (фермерские) хозяйства расширили посадки картофеля на 9 тыс. га. Доля этой категории хозяйств в структуре посевных площадей картофеля увеличилась с 2,4% в 2006 г. до 3% в 2007 г. Заслуживает внимания пример Астраханской области, где к 2006 г., несмотря на отсутствие традиций картофелеводства и сложные природно-климатические условия, благодаря фермерам посадочные площади картофеля значительно увеличились (до 9000 га), а валовой сбор достиг 150 тыс. тонн клубней. В Пензенской области за период 2002–2006 гг. площади, занятые картофелем в КФХ выросли в 6 раз – со 100 до 600 га, а валовой сбор – с 500 до 6400 тонн.

Картофелеводческие КФХ – хозяйства чаще всего специализированные, что обеспечивает им более выгодные условия существования в рыночной среде. Постепенно их роль в развитии экономики картофелеводства возрастает.

Введение в действие приоритетного национального проекта «Развитие АПК» создало предпосылки для перехода мелкотоварных хозяйств в разряд субъектов агробизнеса наряду с крупными предприятиями и открыло для них новые перспективы развития. Принятый Федеральный закон «О развитии сельского хозяйства» от 2.12.2006 г. и целый ряд Постановлений Правительства РФ, таких, как Постановление № 72 от 4 февраля 2006 г. «О предоставлении из федерального бюджета субсидий бюджетам субъектов Российской Федерации на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным гражданами, ведущими личное подсобное хозяйство, в российских кредитных организациях в 2006 году на срок до 5 лет», Постановление № 832 от 29 декабря 2006 г. «О предоставлении в 2007 году из федерального бюджета субсидий бюджетам субъектов Российской Федерации на осуществление государственной поддержки в сфере агропромышленного комплекса» и др., создали благоприятные условия для активизации организационно-хозяйственной деятельности в мелкотоварном секторе.

Развитие льготного кредитования на приобретение техники, семян, запчастей, ГСМ, строительство или реконструкцию хранилищ способствовало росту числа и размеров мелкотоварных картофелеводческих хозяйств, увеличению объёмов производства в

них. Так, например, в 2006 г. в крестьянских (фермерских) хозяйствах России было собрано 1,1 млн. т. клубней, что в 2,8 раза выше уровня 2001 г.

Однако ряд нерешенных проблем создаёт серьёзные препятствия на пути дальнейшей активизации деятельности мелкотоварных хозяйств. Незначительный размер земельных участков, слабая материально-техническая база, недостаток оборотных средств, зачастую низкая квалификация владельцев КФХ и, как следствие, упрощенные технологии производства препятствуют повышению эффективности производства, его развитию и укрупнению.

На существующей стадии развития, многие КФХ не могут использовать все возможности повышения доходности своего бизнеса. Мелким производителям трудно ориентироваться в рыночной конъюнктуре. Имеющаяся на рынке современная техника рассчитана на применение на больших площадях. Её высокая стоимость недоступна владельцам небольших хозяйств, так же, как и строительство соответствующих современным требованиям хранилищ и т.д.

Эти проблемы могут быть успешно решены путём построения и развития кооперативных отношений. Организационно-экономический механизм деятельности кооперативов позволяет выстроить взаимодействие разрозненных мелких производителей картофеля, помогает им легче адаптироваться к условиям рыночной экономики и новым экономическим отношениям.

В соответствии с положениями Гражданского Кодекса и Федеральных законов РФ «О сельскохозяйственной кооперации» и «О потребительской кооперации (потребительских обществах, их союзах) в Российской Федерации» кооператив не ущемляет прав самостоятельного владельца хозяйства. Он позволяет организовать совместную деятельность так, чтобы его члены могли удовлетворять насущные потребности, не теряя деловой, экономической и юридической независимости.

Объединяясь в кооперативе, владельцы картофелеводческих хозяйств получают возможность максимально использовать знания, идеи, способности, энергию, влияние друг друга и могут достичь результатов, которых не смогли бы достичь по отдельности. Такая синергия взаимодействия мелких производителей позволяет им более эффективно направлять и использовать финансовые ресурсы, преимущества крупного хозяйства, научной организации труда, передовых техники и технологий, других инноваций.

Первым значимым эффектом создания кооператива является концентрация ресурсов, в первую очередь финансовых. Укрупнение производства обеспечивает и проявление, так называемого, «эффекта масштаба». Масштаб деятельности существенно влияет на обстановку на рынке финансовых услуг: от него в значительной

степени зависят возможность получения крупных долгосрочных кредитов, тарифы на страхование предпринимательской деятельности. Кооператив даёт возможность формировать и реализовывать крупные партии продукции, что влияет на уровень цен на рынках, способствует занятию определённых крупных рыночных ниш. Увеличение масштабов производства повышает его информированность, конкурентоспособность, юридическую защищенность. Происходит оптимизация управленческих расходов. Создаются более благоприятные условия для диверсификации производства – расширения ассортимента продукции и услуг, разветвления сети и рынков сбыта, значительно снижающей степень рисков в сельском хозяйстве.

Важным потенциальным преимуществом сельскохозяйственного потребительского кооператива (СПоК) является создание условий для углубления специализации хозяйств – членов кооператива. Например, при организации СПоК по производству продукции картофелеводства его члены могут распределить между собой различные функции. Так, одни хозяйства-члены СПоК могут заниматься производством семенного картофеля, обеспечивая при этом другие хозяйства семенным материалом. Другие хозяйства-члены кооператива – производить ранний картофель, третьи – картофель для производства полуфабрикатов. Члены кооператива могут специализироваться и на оказании услуг (технологических, ремонтных, маркетинговых, консультационных и др.) другим хозяйствам-партнёрам. Такой подход к распределению функций рационален и с точки зрения снижения конкуренции членов кооператива между собой. Углубление специализации производства заставляет мелких производителей картофеля постоянно совершенствовать организацию и технологию производственного процесса, вовлекать в него самые новые и эффективные агротехнические приёмы, сорта, машины и механизмы, средства химизации, повышать свою профессиональную квалификацию. А инновации – самый действенный инструмент повышения эффективности производства и его конкурентоспособности.

Кооперация мелких производителей картофеля несёт в себе и ещё одно преимущество. Для небольших хозяйств риск от рыночной деятельности очень велик. Возможная недобросовестность партнёров, информационный обман, несовершенство рынка услуг, большой разброс цен на товары и услуги производственного назначения, различие условий кредитования требуют от мелкотоварных производителей значительных затрат труда, времени и финансов на предотвращение возможных финансовых потерь. В итоге эти затраты полностью ложатся на себестоимость производимой продукции, снижая её рентабельность.

Кооператив в значительной степени освобождает ЛПХ и КФХ от значительной доли затрат, связанных с процессом поиска информации о рынке, ведением переговоров, оценкой качества товаров и услуг, заключением сделок, обслуживанием и выполнением их условий, поддержанием необходимого уровня знаний, юридическим обеспечением и др., т.к. основную часть задач по трансакции он принимает на себя.

Мировой опыт развития картофелеводства показывает, что наиболее эффективный способ координации производства и сбыта в картофелеводстве – контрактация. Так объединяющим стержнем единой картофелепродуктовой системы США, сложившейся со временем из многочисленных и в большинстве своем мелких фермерских картофелеводческих хозяйств, транспортных, перерабатывающих и торговых фирм стали договорные отношения. Массовое применение контрактов обусловлено высокой капиталоёмкостью отрасли, уровнем концентрации и специализации производства. Контракт служит надёжным источником получения кредита, защищает рынок продукции от резких колебаний цен. Все звенья технологической линии связаны соглашениями, определяющими объёмы производства картофеля, качество продукции, сроки её поставки, цены и т.д. Эти условия способствуют целенаправленному контролю и регулированию конъюнктуры рынка картофеля. Контрактация не предусматривает ни слияния, ни изменения права собственности. Чёткое выполнение договорных обязательств обеспечивает стабильную и эффективную работу отрасли картофелеводства.

Уже сегодня в России реализуется «Федеральная целевая программа по развитию сельскохозяйственной потребительской кооперации, крестьянских (фермерских) хозяйств и малого предпринимательства на 2003-2010 гг.». Формирование многоуровневой системы потребительских кооперативов на региональном и федеральном уровнях будет служить дальнейшему повышению эффективности бизнеса в картофелеводстве.

Таким образом, практика зарубежных стран, опыт передовых регионов России доказывают, что картофелеводство может быть эффективной высокодоходной отраслью агробизнеса. Его развитие, как одной из частей многоукладной экономики России, будет реально способствовать укреплению финансовой стабильности, решению актуальных экономических и социальных проблем.

Литература

1. Гражданский кодекс РФ.

2. Федеральный закон от 8 декабря 1995 г. № 193-ФЗ «О сельскохозяйственной кооперации» (с изменениями от 7 марта 1997 г., 18 февраля 1999 г., 21 марта 2002 г., 10 января, 11 июня 2003 г.).

3. Кузнецова, Н.А. Развитие системы сельскохозяйственных потребительских кооперативов. – Саратов: СГСЭУ, 2006.

4. Методические рекомендации по организации и практической деятельности сельскохозяйственных потребительских кооперативов (СПоК)/ И.В. Палаткин, В.Б. Моисеев, Г.М. Антонов и др. – Пенза, 2006.

5. Статистические материалы и результаты исследований развития АПК России. //Сб. материалов. – М.: Россельхозакадемия, 2007. – 28 с.

6. Производство картофеля в Российской Федерации в 2007 г. / Б.В. Анисимов, В.С. Чугунов, О.Н. Шатилова, Л.Б. Ускова // Полевое хозяйство. – 2008. – №1. – С. 3-7.

———

УДК 631.582:635.21

СЕВООБОРОТ – АГРОНОМИЧЕСКАЯ ОСНОВА ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ

А.А. Смирнов

Интенсификация картофелеводства биологическими приёмами, в основе которых лежат совершенствование севооборотов путём клеверосеяния, запашки соломы и сидеральной массы промежуточных культур при использовании умеренных доз навоза и минеральных удобрений, позволяет обеспечить эффективность картофелеводства, ресурсосбережение и экологическую безопасность.

Увеличение содержания органического вещества в почвах при выращивании картофеля является важнейшим фактором повышения их плодородия в лесостепи Среднего Поволжья. Исследованиями установлено, что в зернопаропропашном севообороте с одним полем картофеля для бездефицитного баланса гумуса необходимо вносить 6–8 т в среднем на гектар в год навоза. Безусловно, в современных условиях это практически невозможно. В связи с этим целесообразно использовать и другие источники пополнения почвы органическими веществами: посевы многолетних трав, сидераты, измельченную солому.

Для изучения влияния различных севооборотов с картофелем и биологических мелиорантов в них на основе почвенные показатели и продуктивность культур нами в 1990–2000 гг. была проведена серия опытов в ОПХ Михайловское.

Опыт 1. Эффективность картофельных севооборотов с различными видами паров и использованием соломы в качестве биологического мелиоранта почвы.

Исследования проводили в трёх севооборотах с различными предшественниками озимой пшеницы: 1 севооборот: пар чистый +

50 т/га навоза, озимая пшеница, картофель, яровая пшеница; 2 севооборот: пар сидеральный (редька масличная), озимая пшеница, картофель, яровая пшеница; 3 севооборот: клеверный полупар, озимая пшеница, картофель, яровая пшеница с подсевом клевера.

Опыт 2. Продуктивность различных сидеральных пожнивных культур в качестве биологического материала в севообороте с картофелем.

Исследования проводили в севообороте: 1. яровая пшеница + клевер, картофель ранний + сидерат, картофель поздний. В опыте изучались сидеральные промежуточные культуры: редька масличная, рапс яровой, горчица белая фацелия.

Опыт 3. Продуктивность севооборотов картофельной специализации с различным насыщением их основной культурой.

В опыте изучалось три севооборота: 1. яровая пшеница + клевер, клевер, озимая пшеница, картофель (среднеспелый); 2. яровая пшеница + клевер, клевер, картофель (ранний) + сидерат, картофель (среднепоздний); 3. озимая пшеница + сидерат, картофель (среднепоздний), просо, картофель (ранний). В качестве абсолютного контроля использовалась бессменная посадка картофеля.

В наших исследованиях урожайность зелёной массы редьки масличной в сидеральном пару достигла 26,8 т/га (среднее 1992–1995 гг.). В совокупности на каждый гектар почвы поступило 8,3 т абсолютно сухого органического вещества, содержащего 118 кг азота, 40 кг фосфора, 157 кг калия.

С отавой клевера в почву ежегодно в среднем поступало 6,4 т/га зелёной массы, которая содержала 40 кг азота, 6 кг фосфора, 14 кг калия.

Внесение измельчённой соломы озимой и яровой пшеницы увеличило поступление массы сухого органического вещества в севообороте с чистым паром на 5,9 т/га, сидеральным – на 5,4 т/га, с клеверным полупаром – на 5,6 т/га.

Наибольшую урожайность озимой пшеницы обеспечил чистый (чёрный) пар – 2,72 т/га, что выше урожая по сидеральному пару на 0,47 и клеверному полупару – на 0,18 т/га.

Урожайность картофеля, следующего за озимой пшеницей, имела незначительные колебания в зависимости от вида пара и внесения измельченной соломы. Однако, наибольшие её значения (28,3 т/га) были получены по клеверному полупару.

Выход общей продукции с 1 га севооборотной площади в севообороте с чистым паром составил 39,8 ц.к.ед./га; в севообороте с сидеральным паром он оказался выше на 5,1 ц.к.ед./га. Наиболее продуктивным был севооборот с клеверным полупаром (49,4 ц к.ед./га).

Таблица 1 – Эффективность картофельных севооборотов с различными видами паров (в среднем за 1992–1995 гг.)

Вид пара	Урожайность, т/га			на 1 га севооборотной пашни			Биоэнергетическая эффективность севооборота
	озимая пшеница	картофель	яровая пшеница	сбор ц.к. ед. с учётом сидерата	выход валовой энергии, ГДж	затраты совокупной энергии, ГДж	
Пар чистый + 50т навоза (контроль)	2,72	27,6	2,34	39,8	80,1	40,6	1,97
Пар чистый + 50т навоза + солома	2,72	27,1	2,35	39,5	79,7	36,8	2,17
Сидеральный с редькой масличной	2,25	27,3	2,31	44,9	94,7	24,8	3,81
Сидеральный с редькой масличной + солома	2,25	27,0	2,32	44,7	94,4	21,1	4,47
Клеверный полупар	2,54	28,3	2,38	49,4	96,9	24,6	3,93
Клеверный полупар + солома	2,53	27,9	2,36	49,0	96,3	20,8	4,62
$НСР_{0,05}$	0,11-0,18	0,8-1,1	0,12-0,15				

Изучаемые севообороты имели разные затраты совокупной энергии. Если затраты энергии на 1 га севооборотной площади в севообороте с редькой масличной и клеверным полупаром составили 21,1 и 20,8 ГДж соответственно, то в севообороте с чистым паром 36,8 ГДж (при измельчении соломы). Энергоёмкость уборки соломы составляет 3,8 ГДж/га. Применение измельченной соломы потребовало минимальных затрат энергии. Очень велики затраты совокупной энергии на внесение навоза и обработку чистого пара – 65,0 ГДж/га.

Наибольший выход валовой энергии имел севооборот с клеверным полупаром – 96,3–966,9 ГДж/га, его биоэнергетическая эффективность составила 3,93–4,62, против 1,97–2,17 севооборота с чистым паром.

Результаты исследований показали, что внесение 50 т навоза в четырёхпольном севообороте с одним полем картофеля стабилизирует процент содержания гумуса в почве (+0,03%). Дополнительное внесение соломы увеличило содержание органического вещества на 0,09%. Замена чистого пара сидеральным несколько снизило содержание гумуса (-0,01%), однако сочетание сидерации с внесением измельченной соломы привело к его увеличению на 0,05%. Клеверный полупар увеличил содержание органического вещества на 0,02. Внесение измельчённой соломы в севообороте с клеверным полупаром привело к увеличению содержания гумуса на 0,07% к исходному показателю.

Таким образом, замена чистого пара с внесением 50 т навоза на сидеральный с редькой масличной или на клеверный полупар, но при обязательном внесении измельченной соломы, стабилизирует содержание гумуса в почве в четырёхпольных севооборотах с одним полем картофеля.

В своих исследованиях по разработке эффективных картофельных севооборотов мы учитывали экономическую ситуацию сегодняшнего дня и концептуально разработанные приёмы интенсификации картофелеводства преимущественно биологическими способами.

Выявлено, что по количеству органического вещества, синтезированного за период вегетации культуры севооборотов имеют значительные различия. Наибольшее количество органических остатков оставляет после себя клевер. В среднем за четыре года исследований, при относительно невысокой урожайности зелёной массы (11,5–11,9 т/га) он оставил после себя в почве 5,20–5,28 т/га абсолютно сухой массы корневых остатков. Дополнительно, после уборки клевера, в качестве пожнивных остатков в почву поступало еще 1,25–1,27 т/га органического вещества (табл. 2).

Таблица 2 – Количество и структура биомассы синтезированной культурами севооборотов (среднее 1996–1999 гг.)

№ п/п	Севооборот, культура	Урожай, т/га	Сухая масса, т/га			
			зерно, клубни	солома, сено	пожнивные остатки	корневые остатки
Севооборот I						
1	Яровая пшеница + клевер	2,2	1,90	3,34	1,02	2,31
2	Клевер	11,9	-	3,57	1,27	5,28
3	Озимая пшеница	2,7	2,32	4,26	1,12	2,76
4	Картофель среднепоздний	19,1	4,77	-	1,24	0,25
Севооборот II						
1	Озимая пшеница +	2,6	2,24	4,02	1,10	2,52
	Горчица	18,0	-	3,25	-	1,08
2	Картофель ср. поздний	19,2	4,80	-	1,25	0,25
3	Просо	2,9	2,49	4,48	1,14	3,05
4	Картофель ранний	17,7	3,72	-	1,10	0,21
Севооборот III						
1	Яровая пшеница + клевер	2,1	1,81	3,75	0,98	2,30
2	Клевер	11,5	-	3,45	1,25	5,20
3	Картофель ранний +	19,0	3,99	-	1,24	0,24
	Горчица	18,4	-	3,30	-	1,11
4	Картофель ср. поздний	19,8	4,95	-	1,27	0,26
Бессменная посадка						
	Картофель ср. поздний	16,8	4,20	-	1,06	0,20

В результате сложившихся в годы исследований погодных условий наибольшее количество абсолютно сухого органического вещества, из зерновых культур, синтезировало засухоустойчивое просо. Просо оставило после себя в качестве корневых – 3,05 т/га, пожнивных – 1,14 т/га остатков и 4,48 т/га соломы. В общей сложности после проса под картофель поступило 8,67 т/га абсолютно сухого вещества. Это больше, чем после озимой пшеницы на 0,78 и яровой пшеницы 1,87 т/га.

Наименьшее количество пожнивных и корневых остатков синтезирует картофель. Учитывая то, что основная масса ботвы в результате применяемой технологии при скашивании перед уборкой вывозилась с поля, в почву после картофеля поступило только 1,31–1,53 т/га органики.

Ценность растительных остатков в формировании плодородия почвы определяется не только их массой, но и химическим составом. Анализы показали, что пожнивные и корневые остатки, а также солома отдельных культур существенно различаются между собой по содержанию основных элементов питания (табл. 3).

Таблица 3 – Содержание основных питательных веществ в органах растений по абсолютно сухому веществу, % (среднее 1996–1999 гг.)

Культура	Органы растений	N	P_2O_5	K_2O
Пшеница озимая	стебли	0,96	0,25	1,33
	корни	0,83	0,22	0,65
Пшеница яровая	стебли	0,98	0,21	1,47
	корни	0,72	0,18	0,84
Просо	стебли	1,09	0,59	2,24
	корни	0,83	0,44	1,84
Клевер	стебли	2,09	0,50	2,91
	корни	1,17	0,31	1,98
Картофель	стебли	1,77	0,48	3,14
	корни	0,78	0,24	2,69

Более богаты содержанием азота растительные остатки и солома клевера – 2,09%, картофеля – 1,77%, проса – 1,09%; меньше остатки яровой – 0,98% и озимой пшеницы – 0,96%. Содержание фосфора также было выше у проса, клевера и картофеля (0,59; 0,50; 0,48%) соответственно. Более 3% K_2O содержалось в растительных остатках картофеля, более 2% – проса и клевера.

Более богаты содержанием азота растительные остатки и солома клевера – 2,09%, картофеля – 1,77%, проса – 1,09%; меньше остатки яровой – 0,98% и озимой пшеницы – 0,96%. Содержание фосфора также было выше у проса, клевера и картофеля (0,59; 0,50; 0,48%) соответственно. Более 3% K_2O содержалось в растительных остатках картофеля, более 2% – проса и клевера.

Содержание азота в корнях, как правило, было меньше, чем в стерневых остатках и соломе. Его содержание было аналогичным распределению по культурам в пожнивных остатках. Это в полной мере относится и к содержанию фосфора и калия в корнях изучаемых растений. Следует отметить, что по содержанию фосфора в корнях заметно выделялось просо – 0,44%, а по содержанию калия – картофель –2,69%.

По запасу NPK в растительных остатках и соломе и интенсивности вовлечения их в биологический круговорот, по предложенной схеме использования культуры располагались в следующем убывающем порядке: просо, клевер, озимая и яровая пшеница, картофель. Так просо оставляло в среднем за год 8,67 т/га абсолютно сухого вещества, в котором содержалось N – 85, P_2O_5 – 46, K_2O – 174 кг. С растительными остатками клевера в почву в совокупности поступило N – 88, P_2O_5 – 23, K_2O – 142 кг питательных веществ.

Наименьшее количество органического вещества и элементов питания поступило в почву на бессменных посадках картофеля.

Испытанные нами промежуточные сидеральные культуры по урожайности зелёной массы расположились в убывающем порядке

следующим образом: горчица белая, редька масличная, фацелия, рапс (табл. 4).

Таблица 4 – Урожай зелёной массы промежуточных культур

Культура	1996	1997	1998	1999	Среднее
Рапс	8,3	11,0	6,3	17,0	10,8
Редька масличная	10,8	19,0	7,0	28,0	16,2
Горчица белая	10,0	21,0	8,8	34,0	18,4
Фацелия	9,1	13,0	6,5	21,5	12,5
$НСР_{05}$	1,18	1,00	0,82	1,2	

Наибольшей устойчивостью к изменениям погодных условий отличалась горчица белая. В среднем за четыре года наблюдений её посевы смогли сформировать урожай зелёной массы 18,4 т/га.

По урожаю зелёной массы горчица белая превышала рапс на 41,3%, редьку масличную – 12,0%, фацелию – 32,1%. Наивысшая урожайность горчицы белой в пожнивном посеве была в 1999 г. – 34,0 т/га.

В среднем за четыре года горчица белая синтезировала 23,9 т/га сырой массы органического вещества или 4,4 т/га абсолютно сухих органических остатков. Это больше, чем у рапса в 2,0; редьки масличной – 1,6; фацелии – 1,8 раза. Сложившиеся различия обуславливались, помимо большей урожайности горчицы белой, также содержанием влаги в растениях сидеральных культур. Перед запашкой сидератов влажность биомассы рапса была 84,4%, редьки масличной – 87,0%, горчицы белой – 81,5%, фацелии – 84,7% (в совокупности). В надземной массе сидератов содержалось сухого вещества: у рапса – 15,0; редьки масличной – 12,2; горчицы белой – 17,9; фацелии – 14,1%. При этом содержание сухого вещества в корнях изменялось незначительно и было на уровне 16,3-18,0%.

У всех изучаемых культур биомасса надземной части превышала биомассу корней.

Ценность растительных остатков в формировании плодородия почвы определяется не только их массой, но и химическим составом. Анализы показали, что корневые остатки, а также надземная масса отдельных сидеральных культур существенно различаются между собой по содержанию основных элементов питания (табл. 5).

Более богата содержанием азота надземная масса горчицы белой – 3,27, фацелии – 3,08%, менее – рапса ярового – 1,68 и редьки масличной – 1,97%. Содержание калия в стеблях также было выше у горчицы белой (2,29%) и фацелии (3,05%), против рапса ярового (1,99%) и редьки масличной (2,21%).

Таблица 5 – Содержание основных питательных веществ в урожае пожнивных сидератов (среднее 1996–1999 гг.)

Культура	Органы растений	N, %	P_2O_5, %	K_2O, %
Рапс яровой	Стебли	1,68	0,46	1,99
	Корни	0,90	0,29	1,49
Редька масличная	Стебли	1,97	0,59	2,21
	Корни	0,87	0,39	1,57
Горчица белая	Стебли	3,27	0,47	2,29
	Корни	1,49	0,31	1,63
Фацелия	Стебли	3,08	0,51	3,05
	Корни	1,53	0,33	1,92

По содержанию фосфора в надземной массе заметно выделялась редька масличная – 0,59%, неплохим был этот показатель у фацелии – 0,51%, несколько меньше были эти величины у рапса ярового – 0,46% и горчицы белой – 0,47%.

Содержание азота в корнях было меньше, чем в надземной массе. В корнях горчицы белой его содержалось – 1,49, редька масличной – 0,87, рапса – 0,90%. Наибольшее количество азота накапливали корни фацелии – 1,53%. Содержание фосфора в подземной массе по культурам изменялось незначительно (0,29–0,39%). Максимальное количество калия в корнях имели растения фацелии – 1,92; горчицы белой – 1,63; редьки масличной – 1,57; рапса – 1,49%.

Таким образом, наибольшей устойчивостью к изменениям погодных условий отличалась горчица белая. В среднем за четыре года её пожнивные посевы в совокупности синтезировали 4,41 т/га абсолютно сухого органического вещества. В отдельные годы общее количество синтезированной этим пожнивным сидератом органической массы достигало 8,14 т/га. С 1 ц абсолютно сухой органической массы горчицы белой при использовании её на зелёное удобрение в почву поступает в среднем 2,38 кг азота, 0,40 кг фосфора, 1,96 кг калия.

Севооборот с чередованием культур: яровая пшеница + клевер, клевер, озимая пшеница, картофель – является универсальным севооборотом для хозяйств зернового направления с развитым животноводством. В этом севообороте минеральные удобрения вносятся только под картофель в рекомендуемых дозах для выщелоченных чернозёмов (N_{90} P_{120} K_{90}) и вся солома озимой и яровой пшеницы заделывается в почву. Все культуры в севообороте размещены по лучшим для них предшественникам (табл. 6).

В среднем за четыре года с гектара севооборотной пашни получено 35,1 ц к.ед., 4,8 т/га картофеля и 55,2 ГДж обменной энергии. В этом севообороте невысокие затраты совокупной энергии (19,5 ГДж/га) и достаточно высокий биоэнергетический коэффици-

ент – 2,83. Особенно ценным результатом следует признать увеличение содержания гумуса на 0,10% за счёт поступления большого количества растительных остатков – 3,8 т/га и внесения соломы 7,6 т/га за ротацию.

Таблица 6 – Урожайность культур в севооборотах (т/га)

№ поля	Севооборот, культура	1996	1997	1998	1999	Среднее
Севооборот I						
1	Яровая пшеница + клевер	2,0	2,5	2,1	2,2	2,2
2	Клевер	9,8	13,4	11,7	12,8	11,9
3	Озимая пшеница	2,4	2,9	2,5	3,0	2,7
4	Картофель среднепоздний	13,0	24,5	21,6	17,3	19,1
Севооборот II						
1	Озимая пшеница + сидерат	2,2	2,8	2,4	2,8	2,6
2	Картофель ср. поздний	13,5	24,6	21,6	17,0	19,2
3	Просо	2,8	2,9	2,6	3,1	2,9
4	Картофель ранний	18,6	21,0	18,1	13,2	17,7
Севооборот III						
1	Яровая пшеница + клевер	2,0	2,4	2,0	2,1	2,1
2	Клевер	9,8	12,7	11,5	12,1	11,5
3	Картофель ранний + сидерат	20,1	21,2	19,7	15,0	19,0
4	Картофель ср. поздний	14,6	24,7	21,8	18,0	19,8
Бессменная посадка						
Картофель ср. поздний		12,7	23,0	18,5	13,1	16,8

Во втором севообороте вместо поля озимой пшеницы введено поле раннего картофеля. Это позволило довести насыщенность севооборота картофелем до 50% и поднять его продуктивность до 41,4 ц к.ед./га. Получено 65,4 ГДж/га обменной энергии при относительно невысоких затратах совокупной энергии (22,9 ГДж/га). Минеральные удобрения в этом севообороте вносились только под картофель в количестве, необходимом для получения запланированного урожая в 30 т/га.

Наличие в севообороте поля многолетних трав (клевер) и внесение соломы яровой пшеницы в качестве удобрения позволило стабилизировать содержание гумуса (+ 0,01%). Введение в севооборот после раннего картофеля пожнивного сидерата (горчицы белой) улучшило показатели продуктивности севооборота и повысило содержание гумуса к исходному показателю на + 0,04%.

Третий севооборот с чередованием культур: озимая пшеница + сидерат, картофель среднепоздний, просо, картофель ранний – можно вводить в хозяйствах не имеющих животноводства. Введение в севооборот засухоустойчивой крупяной культуры (проса), в условиях Среднего Поволжья, делает его устойчивым по продук-

тивности. При средней урожайности зерна 2,9 т/га с одного гектара получено 34,2 ц к.ед., 52,2 ГДж валовой энергии при относительно невысоких затратах энергии совокупной – 18,3 ГДж, что дало биоэнергетический коэффициент возделывания проса 2,85.

Продуктивность пашни в этом севообороте за счёт двух полей картофеля, проса и озимой пшеницы довольно высокая. Без применения минеральных удобрений, сидератов с 1 га получили 43,9 ц к.ед., 8,9 т картофеля, 68,1 ГДж обменной энергии. Совокупные затраты на гектар не превысили 24,7 ГДж, что позволило иметь биоэнергетический коэффициент 2,76.

Исключение из севооборота поля многолетних трав, даже при внесении в почву значительного количества соломы (8,3 т/га), снизило содержание гумуса от исходного на –0,01%.

Введение в севооборот после озимой пшеницы пожнивного сидерата (горчицы белой) подняло продуктивность севооборота на 0,8 ц к.ед., 1,3 ГДж обменной энергии, но что очень важно, удалось стабилизировать содержание гумуса в почве (+0,02%).

Дополнительное внесение минеральных удобрений повысило продуктивность по кормовым единицам на 6,1%, по урожайности картофеля на 1 га севооборотной площади – 6,6%, обменной энергии – на 1,9%, хотя при этом возросли затраты совокупной энергии на 2,5%. За счёт большего количества растительных остатков – 3,0 т/га отмечен положительный баланс гумуса (+0,03%).

Исключение из севооборота пожнивной сидеральной культуры и внесение 20 т/га навоза несколько улучшило показатели продуктивности и содержание гумуса в почве (+0,04%). Но при этом отмечено снижение поступления в почву растительных остатков (-0,2 т/га) и резкое возрастание затрат совокупной энергии (+5,9 ГДж/га), что снизило биоэнергетический коэффициент севооборота до 2,15.

Изучение бессменной посадки картофеля в течении четырёх лет показало, что урожайность картофеля с гектара севооборотной площади составила 16,8 т, что выше, чем в севообороте с 50% насыщением картофелем на 67%, продуктивность гектара достигла 50,4 ц к.ед., получено обменной энергии 78,9 ГДж при затратах 30,7 ГДж.

Однако, сократилось поступление в почву растительных остатков. В среднем за год оно составило 1,2 т/га. Это привело к резкому снижению содержания гумуса – 0,16% от исходного за четыре года. За 8 лет бессменного возделывания картофеля потери гумуса составили – 0,44%. Урожайность картофеля при бессменном его возделывании без внесения удобрений на второй год снизилась на 6,1, третий – 14,0, четвертый – на 24,0%.

Результаты учёта болезней в опыте приведены на среднепозднем сорте Лорх после завершения ротации севооборота.

Следует отметить, что семена в опыте ежегодно обновляли, проводили профилактические обработки против фитофторы, ботву картофеля перед уборкой скашивали. В подобных условиях высокой агротехники поражённость фитофторой не имела четкой зависимости от севооборота и была в пределах 0,5-1% на всех вариантах севооборотов, системам удобрений в них и бессменной посадке. Поражённость ризоктонией была наибольшей на бессменной посадке и достигала 3,5% против 0,5–1,0% в севооборотах, паршой картофель на бессменной посадке поражался в 3 раза больше, чем в севообороте (1,5% против 0,5%).

Показатели продуктивности и совокупных затрат подтвердили возможность интенсификации картофелеводства биологическими приёмами, в основе которых лежат совершенствование севооборотов путём клеверосеяния, запашки соломы и сидеральной массы промежуточных культур при использовании умеренных доз навоза и минеральных удобрений.

Все вышеперечисленное при системном подходе позволяет и в сложной экономической ситуации обеспечить эффективность картофелеводства, ресурсосбережения и экологическую безопасность.

Литература

1. Беляк, В.Б. Концепция развития биологического земледелия в Пензенской области / В.Б. Беляк. – Пенза, 1994. – С.11–12.

2. Бойко, А.В. Элементы биологизации растениеводства в лесостепи Поволжья / А.В. Бойко // Корнеплодство. – 1998. – № 9. – С.12–15.

3. Коршунов, А.В. Специализированные севообороты с картофелем / А.В. Коршунов. – М.: Колос. – 1984. – 11 с.

УДК 631.5:635.21

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСА АГРОПРИЁМОВ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ, ЗАСОРЁННОСТЬ И УРОЖАЙНОСТЬ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

А.А. Смирнов

В статье дана сравнительная оценка различных технологий возделывания картофеля в Среднем Поволжье. Показано влияние комплекса агроприёмов (обработка почвы, высота окучивания, применение гербицидов) на агрофизические свойства почвы, засоренность, урожай и качество клубней картофеля. Предложены агротехнические приёмы, позволяющие получать устойчивые урожаи картофеля даже без применения гербицидов.

Картофель очень требователен к физическому состоянию почвы. Почва должна быть рыхлой, хорошо проницаемой для воды, воздуха и тепла, так как в ней формируются не только корневая система и столоны, но и клубни.

В сильно уплотнённых суглинистых почвах корневая система развивается плохо, так как в них мало проникает воздух; жизнедеятельность микрофлоры здесь замедлена. Поры почвы в таких условиях небольшие и молекулы воды оказываются в зоне воздействия поверхностных физических сил почвенных частиц. В результате вода переходит в малодоступную для растений форму.

Слишком рыхлые почвы не всегда благоприятны для растений. При наступлении засушливых периодов они теряют много влаги из-за диффузии и конвекции водяных паров и не обеспечивают корневую систему водой, кроме того, очень сильно подвержены ветровой и водным эрозиям.

Главным показателем агрофизического состояния является плотность сложения, выражающаяся через объёмную массу или общую пористость и структурность. Плотность и структурность обуславливают водный, воздушный, тепловой режимы почвы.

Для чернозёмов плотность почвы, наиболее оптимальная для картофеля, находится в пределах 0,9–1,1 г/см^3 [1,2].

Современное земледелие располагает большим арсеналом специальных мероприятий по урегулированию агрофизических свойств почвы. Это введение в севооборот многолетних трав, сидеральных культур, внесение в почву соломы и навоза. Но наиболее радикальными являются способы обработки почвы. Выбор способов и глубины обработки почвы под картофель должен осуществляться на основе знаний агрофизического состояния пахотного слоя, при котором с одной стороны происходят наименьшие потери

воды на испарение, а с другой – создаются благоприятные условия для роста и развития корней, столонов и клубней картофеля.

Существующая подготовка почвы непосредственно под картофель складывается из зяблевой и предпосадочной обработок. Первая чаще всего состоит из двух частей – лущения и вспашки или безотвального рыхления, в зависимости от предшественника, механического состава почв и метеорологических условий.

На основе многолетних наблюдений и научных опытов подтверждалась необходимость глубокой отвальной вспашки. В России с давних пор глубокая вспашка считалась признаком культурного ведения хозяйства [3,4].

Значительный интерес осенней обработки почвы собственно под картофель представляет чизельная обработка почвы. При чизельной обработке поверхность поля уменьшается за счёт отсутствия глыб и гребней, а почва верхнего слоя в определённой степени покрывается своеобразной мульчой из пожнивных остатков как при использовании лущения стерни, так и без неё. При чизельной обработке в сочетании с предварительным лущением наиболее интенсивно разрыхляются два слоя обрабатываемого горизонта. Верхнему слою дисковым орудием придается состояние, при котором в значительной степени разрушены капилляры, благодаря чему снижается испарение воды из нижележащих слоев. Кроме того, при дисковании уничтожается значительное количество сорняков.

Рыхление самого нижнего слоя происходит наиболее интенсивно с помощью соответствующих насадок. Это позволяет обрабатывать почву на значительную глубину и без выворачивания материнской породы, разрушать образовавшуюся плужную подошву. В результате такой обработки в почве увеличивается накопление воды по всему обрабатываемому горизонту и снижается её испарение. В результате, по сравнению со вспашкой, формируются наиболее высокие урожаи [5,6]. При этом себестоимость продукции с 1 га снижается, а условно-чистый доход увеличивается на 8–10% по отношению к отвальной вспашке [7].

Почва, подготовленная под посадку картофеля, лучше всего отвечает агротехническим требованиям, если осенью на участке будут нарезаны гребни. Исследования, проведённые в Германии в течении 20 лет (П. Шуман, И. Ценкер, 1990), по осенней нарезке гребней под картофель показали, что в результате исключения предпосадочной обработки почвы боронами и культиваторами весной, значительно снизило содержание земли в ворохе при уборке, повысило урожайность клубней, снизило энергозатраты.

В условиях Восточной Европы осенние гребни позволяют производить посадку на 14 дней раньше и получать прибавку урожая (W. Hunnius, 1979).

Посадка картофеля в предварительно нарезанные гребни существенно облегчает организацию труда в весенний период и позволяет более гибко применять агротехнические приёмы. В зависимости от состояния почвы, назначения картофеля и сорта можно приступать к посадке картофеля в любой части поля. Качественная нарезка гребней осенью значительно облегчает работу картофелеуборочной техники.

Даже сухая почва, собранная в гребни, является хорошим защитным слоем от испарения. Чем сильнее нагревается гребень, тем больше испаряется воды внутри него, тем быстрее поступает вода по капиллярам снизу вверх. Ночью при охлаждении гребня вода конденсируется, опускаясь к его основанию, к корням. Снабжение куста водой здесь происходит равномерно, в т. ч. в жаркую солнечную погоду, когда наиболее интенсивно идет фотосинтез.

Предпосадочная обработка почвы является наиболее важным приёмом в формировании объёмной массы почвы и её структурного состояния. Она должна обеспечить мелкокомковатую структуру в слое 10–15 см. Весной мелкокомковатый измельченный морозом слой почвы нельзя заделывать глубоко, в то же время влажные комки почвы нельзя выносить на поверхность, так как высохнув, они могут стать причиной повреждения клубней. Весеннюю обработку не проводят слишком рано: в этом случае в мягком, влажном слое под поверхностью почвы могут образоваться уплотнения. На тяжёлых почвах нередко применяют послойную обработку, что также исключает образование комков.

Посадка картофеля в оптимально ранние сроки – одно из условий интенсивного образования клубней и получения качественного урожая. Известно, что почки на клубнях большинства сортов картофеля после прохождения периода покоя медленно пробуждаются при 3–5ºС, а корневая система начинает расти при 6–8ºС и выше. Следовательно, к посадке картофеля можно приступать, когда почва на глубине 6–10 см прогреется до 3–5ºС. Однако, помимо температуры, необходимо учитывать пахотную пригодность почвы. При наступлении пахотной спелости она хорошо крошится, объёмная масса её при весенней обработке значительно снижается, что очень важно для снабжения прорастающих клубней кислородом воздуха.

По данным 126 полевых опытов, проведённых в различных регионах России в течении 15 лет, запоздание с посадкой до 5, 10 и 20 дней ведёт к снижению урожая на 5-6%, 9–24% и 16–46% соответственно [8].

Уход за посадками картофеля – важнейший агротехнический комплекс мероприятий, направленный на создание оптимальных условий роста и развития растений, а также на уничтожение сорня-

ков, разрушение комков почвы и поддержание почвы в гребнях и междурядьях в рыхлом состоянии.

Именно уход за посадками является ядром той или иной технологии возделывания картофеля. Каждая технология имеет свой набор приёмов ухода.

В почвенном покрове Пензенской области преобладают чернозёмы (78% площади сельхозугодий) и серые лесные почвы (18%). Среди них ведущее положение занимают глинистые и суглинистые мощные и выщелоченные чернозёмы. По гранулометрическому составу почвы области представлены в следующем порядке:

Глинистые тяжелосуглинистые	66,0%
Среднесуглинистые	18,4%
Легкосуглинистые	8,0%
Суглинистые	6,8%
Песчаные	0,8%

Наличие такого количества почв тяжёлых по механическому составу накладывает значительные трудности на производство картофеля, предпочитающего легкие почвы. Особенно осложняется его механизированная уборка.

В своих исследованиях мы пытались смоделировать возможные варианты технологий производства картофеля с учётом изменяющегося набора орудий и механизмов.

Опыт 1. Сравнительная эффективность технологий возделывания картофеля в Среднем Поволжье.

Мы стремились получить данные по оценке способов осенней и предпосадочной обработки почвы; способов посадки: по нарезанным гребням осенью и весной, а также с гребнями, сформированными в процессе ухода за междурядьями (табл. 1).

В опыте использованы элементы различных технологий, разработанных научными учреждениями и применяемых в настоящее время в производстве. Так, в вариантах 1 и 2 используются агротехнические приёмы традиционные для региона Среднего Поволжья. В 3-м, 4-м и 5-м вариантах используются элементы заворовской и голландской технологий. В 6-м, 7-м и 8-м вариантах – голландской технологии с учётом местных условий. Площадь опытной делянки: общая – 268 м^2; учётная – 100 м^2. Повторность в опыте четырёхкратная.

Опыт 2. Влияние комплекса агроприёмов на агрофизические свойства почвы, засоренность, урожай и качество клубней картофеля.

Предшественник – озимая пшеница, размещенная по клеверному полупару. Схема опыта (2 х 2 х 3) х 3.

Фактор А – гербициды: 1. без гербицидов; 2. гербициды.

Таблица 1 – Схема опыта

	Осень	Весна		Лето
	Основные способы обработки почвы	Предпосадочные обработки почвы	Способы посадки	Система ухода
1	Лущение стерни в два следа. Вспашка отвальная на 25-27 см.	Боронование зяби. Культивация КП7-3,8 на 14-16 см	Гладкая на 10-12 см	Боронование до и после появления всходов, культивация, окучивание
2	Лущение стерни в два следа. Вспашка отвальная на 25-27 см.	Боронование зяби. Безотвальное рыхление на 20-22 см.	Гладкая на 10-12 см	Боронование до и после появления всходов, культивация, окучивание
3	Лущение стерни в два следа. Вспашка отвальная на 25-27 см. Нарезка гребней	Без оправки гребней	Посадка по гребням на 6-8 см	Боронование до и после появления всходов, культивация, окучивание
4	Лущение стерни в два следа. Вспашка отвальная на 25-27 см Нарезка гребней	Без оправки гребней	Посадка по гребням на 6-8 см	Обработка КФК-2,8; затем зенкером
5	Лущение стерни в два следа Вспашка отвальная на 25-27 см	Боронование зяби. Нарезка гребней без предварительной культивации	Посадка по гребням на 6-8 см	Гребнеобразование КФК-2,8, обработка зенкером
6	Лущение стерни в два следа Чизельная обработка на 40 см	Боронование зяби. Культивация КФК-2,8 на 14-16 см	Посадка полугребневая на 6-8 см	Гребнеобразование КФК-2,8, обработка зенкером
7	Лущение стерни в два следа Чизельная обработка на 40 см Культивация КПЭ-3,8	Боронование зяби. Культивация КФК-2,8 на 14-16 см	Посадка полугребневая на 6-8 см	Гребнеобразование КФК-2,8, обработка зенкером
8	Лущение стерни в два следа Вспашка отвальная нв 25-27 см	Боронование зяби. Культивация КФК-2,8 на 14-16 см	Посадка полугребневая на 6-8 см	Гребнеобразование КФК-2,8, обработка зенкером

Фактор Б – осенняя обработка: 1. пахота отвальная; 2. безотвальная обработка на 40 см.

Фактор С – высота объёмного окучивания: 1. – 20 см; 2. – 25 см; 3. – 30 см.

Площадь делянки: общая – 186 м^2; учётная – 100 м^2. Под картофель вносили единую дозу минеральных удобрений N_{90} P_{120} $K_{90.}$ Под озимую пшеницу N_{30} в подкормку.

Работа выполнена на землях Пензенского НИИСХ в ОПХ «Михайловское». Почва опытных участков – выщелоченный, тяжелосуглинистый, среднемощный чернозём. Содержание гумуса в пахотном слое 8,16–8,23% (по Тюрину); pH сол. – 5,3–5,5; P_2O_5 – 28,5–30,06; K_2O – 18,11–20,19 (по Чирикову). Сумма поглощенных оснований 44,6–47,2 мг/экв на 100 г почвы.

Территория ОПХ «Михайловское», где проводились исследования, находится в первом агроклиматическом районе Пензенской области. За годы проведения исследований (1990–2000 гг.) здесь наблюдалось значительное колебание условий увлажнения и температурного режима. Так, количество осадков за вегетационный период менялось от 155 мм в 1996 г. до 383 мм в 1993 г.

Основной показатель степени увлажнения – гидротермический коэффициент – был в пределах от 0,58 в 1998 г. до 2,2 в 1993 г. Среднесуточная температура за май – сентябрь менялась от 13,4ºС в 1993 г. до 16,8ºС в 1996 г.

Такая большая амплитуда изменений основных агроклиматических условий не является отклонением от нормы, а быстрее всего отражает закономерность и характеризует неустойчивость агроклиматических условий региона как по годам, так и по сезонам, что необходимо учитывать при разработке и использовании агротехнических приёмов. Естественно, что приведенные показатели являются обобщенными из подробных наблюдений, проведённых по межфазным периодам роста и развития растений картофеля, данные которых в ряде случаев приводятся при изложении результатов исследований.

Картофель – культура требовательная к влажности почвы. повышенная требовательность к влаге определяется более высоким по сравнению с другими растениями выходом биомассы сухого вещества с единицы площади, достигающим при урожае клубней в 30 т/га до 10 т и более (С.Н. Карманов, 1983). Самые благоприятные условия, обеспечивающие клубнеобразование, рост и развитие, создаются при влажности почвы в зоне распространения корней 80–85% от ППВ.

Одним из главных факторов, влияющих на содержание влаги в почве, является количество выпавших осадков. Агроприёмы также оказывают влияние на изменение влажности почвы (табл. 2).

Таблица 2 – Динамика влажности почвы в зависимости от технологий возделывания, горизонт 0-30 см (% от ППВ)

№ п/п	Варианты	1992			1993			1994			Среднее		
		всходы	цветение	перед уборкой	всходы	цветение	перед уборкой	всходы	цветение	перед уборкой	всходы	цветение	перед уборкой
1	Культивация КПЭ-3,8 на 14-16 см (контроль)	54,3	58,3	86,3	61,3	68,8	91,1	57,6	70,3	62,4	57,7	65,8	79,9
2	Безотвальное рыхление на 20-22 см	51,7	55,2	84,3	57,2	68,6	90,7	57,3	70,4	62,5	55,7	64,7	79,6
3	Гребни с осени, уход по Заворовской технологии	56,2	58,1	86,5	62,9	68,8	90,8	58,8	70,2	62,5	58,9	65,7	79,9
4	Гребни с осени, уход с фрезерованием КФК-2,8	57,8	61,2	86,7	63,4	69,5	91,1	58,6	70,9	66,8	59,9	67,2	81,5
5	Гребни весной, уход с фрезерованием КФК-2,8	51,2	57,4	86,4	58,1	68,1	91,1	56,3	70,1	66,4	55,2	65,2	81,3
6	Чизелевание, уход по голландской технологии	58,8	62,2	88,8	64,2	69,9	90,8	60,2	70,8	66,7	61,1	67,6	82,1
7	Чизелевание, осенний полупар, уход по голландской технологии	58,6	62,2	87,5	63,8	68,8	90,6	60,0	70,6	66,9	60,8	67,2	81,7
8	Голландская технология	56,1	60,1	86,7	61,8	68,8	91,1	58,3	70,7	66,7	58,7	66,5	81,5

В 1992 г. умеренно-засушливом (166 мм осадков за вегетацию, или 61,9% от среднемноголетней нормы), наиболее высокой, в период полных всходов, оказалась влажность в вариантах с чизельной осенней обработкой (вар. 6, 7) – 58,6–58,8% от ППВ, что на 4,3–4,5% выше, чем в контроле. Значительно превысил контроль также вариант с осенней нарезкой гребней и обработкой фрезерным культиватором – гребнеобразователем (+3,5%) к контролю (вар.4). Проведение весенней перепашки на 20–22 см (вар.2) и весенняя нарезка гребней (вар.5) способствовали сильному иссушению почвы. Именно в этих вариантах влажность почвы в момент полных всходов была наименьшей 51,2–51,7 против 54,3% на контроле. Варианты с заворовской технологией и элементами голландской (вар.3 и 8) имели практически равные показатели по влажности (56,1–56,2%).

Прошедшие дожди несколько повысили влажность почвы в период цветения, но соотношение её между вариантами различных технологий сохранилось.

Во 2 и 3-й декадах августа выпало 24,5–27,4 мм осадков. В результате влажность во всех вариантах достигла оптимальных значений и даже превзошла их (84,3–88,8% ППВ).

В условиях дождливого 1993 г. соотношение влагообеспеченности по вариантам сохранились в той же последовательности, что и в 1992 г. Выпавшие в июле обильные осадки и не прекращавшиеся до уборки дожди довели влажность в слое почвы 0–30 см до 90% ППВ и выше.

Умеренный по осадкам 1994 г. подтвердил закономерность увеличения влажности почвы в вариантах с чизельной осенней обработкой почвы, а также в вариантах с меньшим числом междурядных и предпосадочных обработок. Следует отметить лучшую сохранность влаги в объёмных гребнях, образованных культиватором КФК-2,8, по сравнению с КНО-2,8.

Известно мнение учёных и практиков о положительном влиянии глубоких обработок почвы на накопление в ней влаги. Это подтверждалось и нашими предшествующими работами. Как показали исследования динамики влажности почвы в период вегетации картофеля в зависимости от основных обработок и высоты объёмного окучивания почвы, действительно отмечалось повышение её влажности в слое 0–30 см после глубокой безотвальной обработки на 40 см, по сравнению с отвальной на 25–27 см, но только в период всходов (+0,7–1,1%). К началу цветения растений картофеля существенной разницы в запасах влаги в почве уже не было, независимо от приёмов осенней обработки. Следует отметить, что показатели по влажности в 1998 и 1999 гг. были аналогичны показателям 1997 г.

Не нашли подтверждения опасения, что с увеличением высоты гребня, возможно более сильное иссушение почвы за счёт увеличения площади испарения. Объёмные гребни образованные культиватором КФК-2,8 хорошо удерживают влагу и особых различий по влажности почвы в зависимости от высоты объёмного окучивания не зафиксировано.

Таким образом, безотвальная глубокая осенняя обработка почвы способствует большему накоплению влаги, чем вспашка отвальная на глубину 25–27 см.

Исследования показали, что плотность почвы зависит от её увлажнения. Так, если в засушливом 1992 г. плотность почвы на контроле в слое 0–30 см в период цветения была 1,05 г/см^3, перед уборкой 1,25 г/см^3, то в холодном и влажном 1993 г. она имела тенденцию к увеличению,составив 1,07–1,26 г/см^3 соответственно. Но наиболее важное значение для формирования плотности почвы имеет её обработка.

По окончанию междурядных обработок оказалось, что плотность почвы в рядке между растениями заметно различалась по вариантам технологий. Так, в фазу цветения в горизонте 0–30 см наиболее высокая плотность почвы отмечена в контроле (вариант с гладкой посадкой) – 1,05 г/см^3 (вар.1). Замена в системе предпосадочной обработки почвы культивации КПЭ-3,8 (14–16 см), на безотвальное рыхление (20–22 см) снизила показатель плотности на 0,02 г/см^3 (вар.2).

Нарезка гребней весной приводила к снижению плотности почвы – 0,99 г/см^3 (вар.5). Однако наименьших значений плотность почвы достигала при осеннем чизелевании в сочетании с фрезерной весенней обработкой (вар.6, 7) – 0,95 г/см^3. Отмечено хорошее сложение почвы в вариантах с применением голландской технологии – 0,99 г/см^3 (вар.8), а также при осенней нарезке гребней в сочетании с уходом фрезерным культиватором – 1,01 г/см^3 (вар.4).

В предуборочный период плотность почвы по всем вариантам технологий повысилась. Но её значения были аналогичны показателям плотности на период цветения. Наименьшая плотность почвы наблюдалась на вариантах проведения осеннего чизелевания на 40 см с весенним фрезерованием и формированием объёмного гребня культиватором КФК-2,8 (вар.6–7). В среднем за годы исследований величина плотности в слое 0–30 см в этих вариантах, на период уборки, имела оптимальные значения (1,11–1,12 г/см^3). Таких показателей плотности удалось достичь за счёт резкого снижения её величины в горизонте 20–30 см. Если на всех вариантах предпосадочной обработки почвы, сроках нарезки гребней, посадки и способах ухода за растениями картофеля показатель плотности

почвы в слое 20–30 см был 1,29–1,35 г/см^3, то при чизелевании всего 1,20–1,22 г/см^3 (вар.6-7).

Таким образом, используя различные приёмы осенней подготовки почвы и способы ухода за посадками картофеля, с применением современных почвообрабатывающих орудий, представляется возможным поддерживать плотность почв, тяжёлых по механическому составу, в оптимальном состоянии для роста и развития растений картофеля, а также для проведения комбайновой уборки.

Наблюдения за динамикой плотности почвы в гребнях в зависимости от видов основных обработок и высоты объёмного окучивания в слое 0–30 см показали, что глубина и вид обработки влияют на плотность сложения пахотного слоя. Так в среднем за три года наблюдений плотность почвы в варианте с безотвальной обработкой на 40 см была ниже по сравнению с отвальной на 25–27 см в период цветения на 0,04–0,05 г/см^3 (табл. 3).

Таблица 3 – Динамика влажности почвы в период вегетации в зависимости от основных обработок и высоты объёмного окучивания почвы 1997г., (%)

Высота гребня при окучивании	Горизонт, см	всходы 9.06.		цветение 16.07.		перед уборкой 28.08.	
		отвальная 25–27 см	безотвальная 40см	отвальная 25–27	безотвальная 40 см	отвальная 25–27 см	безотвальная 40 см
20	0–10	17,5	17,9	15,2	15,7	16,9	17,0
	10–20	22,0	24,6	17,5	18,3	19,6	19,8
	20–30	26,4	26,7	23,7	24,8	22,0	23,1
	0–30	22,0	23,1	18,8	19,6	19,5	20,0
25	0–10	18,5	17,7	15,7	15,6	17,5	17,9
	10–20	22,5	26,5	18,7	19,1	19,1	19,8
	20–30	27,6	26,8	24,0	24,6	22,5	23,5
	0–30	22,9	23,7	19,5	19,8	19,7	20,4
30	0–10	18,5	17,6	15,6	16,0	17,6	17,7
	10–20	23,1	26,7	18,7	18,8	19,8	20,0
	20–30	26,4	26,9	24,2	25,3	22,9	23,7
	0–30	22,7	23,7	19,5	20,0	20,1	20,5

Увеличение высоты объёмного окучивания приводило к снижению объёмной массы почвы в слое 0–30 см (0,02–0,03 г/см^3).

Наибольших значений плотность почвы достигала в горизонте 20–30 см в вариантах с отвальной обработкой и она имела тенденцию к уменьшению с возрастанием высоты гребня. Так, при высоте гребня 20 см плотность почвы была 1.32, 25 см – 1.29, 30 см – 1,25 г/см^3. При безотвальной обработке на глубину 40 см объёмная масса почвы в горизонте 20–30 см была ниже по сравнению с отваль-

ной обработкой на 0,11–0,14 г/см^3. Основные обработки почвы и высота объёмного окучивания не оказали заметного влияния на плотность почвы в горизонтах 0–10, 10–20 см, при этом объёмная масса почвы в горизонте 0–10 см была ниже на 0,08–0,11 г/см^3, чем в горизонте 10–20 см.

Оптимальных значений плотность почвы в слое 0–30 см достигала в сочетании безотвальной обработки на 40 см с высотой гребня 30 см. Перед уборкой плотность почвы возросла на всех сочетаниях обработок с высотой гребня. При этом различия между вариантами были аналогичны показателям плотности на период цветения.

Таким образом, различные приёмы обработки и применяемые при этом типы машин и механизмов оказывают заметное влияние на строение почвы в слое 0–20 см.

За годы исследований четко прослеживается зависимость содержания крупноглыбистых структурных агрегатов (более 10 мм) от способов обработки почвы в период ухода. Наибольшее их количество (27,3–28,00%) отмечено в вариантах с гладкой посадкой. При заворовской технологии этот показатель снизился до 19,4%. В вариантах с фрезерной обработкой почвы при формировании объёмных гребней количество крупноглыбистых агрегатов достигло уровня 14,2–15,7%.

Отмечено увеличение количества пылеватых частиц при фрезерной обработке почвы (в 2,4–2,8 раза), особенно в вариантах с применением на предпосадочной подготовке почвы вертикально-фрезерного культиватора (КВФ-2,8) – 7,7–7,9% (вар.6–8). Наименьшее количество пылеватых частиц в опыте зафиксировано в вариантах с гладкой посадкой и при уходе по заворовской технологии – 2,4-2,8% (вар.1–3).

Наибольшее количество агрономически ценных почвенных агрегатов размером частиц 10–0,25 мм перед уборкой отмечено при осенней нарезке гребней, посадке в неоправленные гребни и уходе по голландской технологии 78,4% (вар.4).

Структурность считается одним из ведущих факторов, регулирующих физическое состояние почвы. Однако в литературе встречаются различные точки зрения о влиянии способов основной обработки почвы на агрегатный состав пахотного слоя. Снижение плодородия почвы при интенсивной её обработке ослабляет прочность почвенных агрегатов, а увеличение органического вещества в верхнем горизонте при безотвальной обработке способствует улучшению структуры почвы. Такое утверждение в полной мере можно отнести к возделыванию культур сплошного сева.

При возделывании же картофеля с применением при уходе машин фрезерного типа, различные системы основной обработки

не оказали заметного влияния на агрегатный состав почвы в слое 0–20 см.

Несколько большее воздействие на агрегатный состав оказала высота объёмного окучивания. Так, при высоте гребня в 20 см количество крупноглыбистых структурных агрегатов было: 8,7–8,9; при 25 см – 5,3–6,2; при 30 см – 5,0–5,9%. Причём основная масса агрегатов более 10 мм находилась в горизонте 10–20 см.

Количество пылеватых частиц не изменялось от вида основной обработки почвы и высоты объёмного окучивания, а также их сочетаний. При этом, структурных агрегатов менее 0,25 мм в слое почвы 0–10 см было в 1,8–2,0 раза больше, чем в слое 10–20 см.

Наиболее стабильным фактором, отрицательно влияющим на продуктивность посадок картофеля, является засоренность полей. Поэтому борьба с сорняками была и остается важнейшей задачей любой технологии при выращивании высоких урожаев картофеля.

Видовой состав сорных растений в посадках картофеля на опытном поле был относительно постоянным. Наиболее вредоносными и чаще встречаемыми за годы исследований были такие сорняки, как осот полевой, бодяк полевой, вьюнок полевой, марь белая, лебеда, щирица. Давление сорняков на растения картофеля сильно зависело от погодных условий, а также от технологий возделывания картофеля (таблица 4).

В 1993 г. в условиях большего, чем в другие годы, увлажнения, общее количество сорняков в период цветения на контроле (вар. 1) достигло – 14,3 шт/м^2, при их массе 65,8 г/м^2. В умеренно-засушливые 1992 и 1994 гг. количество сорняков на посадках картофеля уменьшилось в 1,6 и 2,0 раза соответственно. При этом произошло снижение их массы до 40,4 и 38,3 г/см^3.

Различные приёмы осенней, предпосадочной подготовки почвы в неодинаковой степени очищали посадки картофеля от сорняков перед всходами. Наиболее высокая засоренность в опыте наблюдалась в варианте с осенней нарезкой гребней и посадкой в неоправленные гребни (вар.4) – 43,6 шт/м^2, (3,0 шт/м^2 многолетних и 40,6 шт/м^2 малолетних сорняков). Это в 2,0; 1,7; 2,1 раза больше, чем в контрольном варианте соответственно.

Наименьшее количество сорняков перед всходами было в вариантах с гладкой посадкой – 21,2–21,6 шт/м^2 (вар.1,2) и при осенней нарезке гребней с дальнейшим уходом по заворовской технологии (вар. 3) – 24,5 шт/м^2. Это обусловлено проведением одного боронования с целью уничтожения сорняков в вариантах этих технологий. Следует отметить, что увеличение количества предпосадочных обработок также приводит к снижению засоренности посадок картофеля.

Таблица 4 – Засоренность посадок картофеля в зависимости от технологий возделывания (среднее 1992–1994 гг.)

№ п/п	Варианты	Перед всходами			Цветением			
		количество сорняков, шт/м^2			количество сорняков, шт/м^2			масса сорняков, г/м^2
		многолетних	малолетних	всего	многолетних	малолетних	всего	
1	Культивация КПЭ-3,8 на 14-16 см (контроль)	1,8	19,8	21,6	1,6	8,7	10,3	48,2
2	Безотвальное рыхление на 20-22 см	1,7	19,5	21,2	1,5	8,6	10,1	47,7
3	Гребни с осени, уход по Заворовской технологии	2,2	22,3	24,5	2,1	10,5	12,6	65,5
4	Гребни с осени, уход с фрезерованием КФК-2,8	3,0	40,6	43,6	2,2	10,9	13,1	50,8
5	Гребни весной, уход с фрезерованием КФК-2,8	2,3	35,9	38,2	1,8	9,5	11,3	47,2
6	Чизелевание, уход по голландской технологии	2,8	37,2	40,0	2,2	10,0	12,2	48,7
7	Чизелевание, осенний полупар, уход по голландской технологии	2,6	36,6	39,2	2,0	9,8	11,8	48,1
8	Голландская технология	2,7	37,0	39,7	2,0	9,8	11,8	48,4
$НСР_{05}$		0,35 – 0,97	4,83 – 6,61	4,91 – 7,83	0,50 – 0,61	0,85 – 0,91	1,10 – 1,83	2,85 – 3,17

После завершения всех междурядных обработок и внесения гербицидов согласно схеме опыта количество сорняков на единицу площади по вариантам снизилось и выровнялось. Однако этот показатель был выше в вариантах с осенними гребнями – 10,5–10,9 шт/м^2 (вар.3,4). При этом сорняки в основном были в рядках между растениями картофеля.

Наиболее объективный показатель вредности сорняков – их масса, которая значительно возрастает по мере улучшения среды обитания. В посадках картофеля наиболее засоренным по массе сорняков оказался вариант с уходом по заворовской технологии +17,3 г/м^2 к контролю (вар.3). Причём, увеличение массы сорняков в этом варианте происходило за счёт единичных экземпляров осота, которые смогли еще до смыкания ботвы подняться над растениями картофеля и не подавлялись его листовой поверхностью.

Применение гербицида зенкор в довсходовый период приводило к уменьшению засоренности, однако к фазе цветения количество сорняков по вариантам выравнивалось. При этом масса сорняков в вариантах, обработанных гербицидами, снижалась.

Таким образом изучаемые в опыте технологии при соблюдении всех приёмов по борьбе с сорняками, рекомендуемых в них, позволяют в условиях лесостепи Среднего Поволжья достигать сходных результатов по очищению посадок картофеля от сорной растительности.

Нами исследовано влияние трёх факторов (гербициды, основная обработка почвы, высота объёмного окучивания) и их сочетаний на засоренность посадок картофеля в севообороте: яровая пшеница + клевер, клевер, озимая пшеница, картофель (табл. 5).

В опыте изучено два варианта основной обработки: отвальная вспашка на 25–27 см; безотвальное рыхление 40 см; высота объёмного окучивания – 20, 25, 30 см. Гербицид (зенкор) применяли в соответствии с рекомендациями его внесения на чернозёмных почвах (750 г/га). Учёт сорняков проводили на постоянных делянках по методике ВНИИКХ (1967).

Результаты исследований свидетельствуют о том, что при безотвальной обработке почвы, по сравнению с отвальной, основная масса сорняков концентрируется в верхней части пахотного слоя, и весной, перед посадкой картофеля, их прорастает больше, чем при глубокой вспашке (+12,3 шт/м^2). При посадке картофеля проросшие сорняки практически полностью уничтожаются рабочими органами сажалки, за исключением единичных растений осота.

В зависимости от складывающихся условий, между посадкой и проведением формирования объёмных гребней, проходит 16–20 дней. За это время успевает прорасти значительное количество сорняков. Перед гребнеобразованием число сорняков в варианте с

безотвальной обработкой составило 88,7 шт/м^2, что на 22,4% больше, чем при глубокой вспашке.

После проведения объёмного окучивания и внесения гербицидов значительная часть сорняков уничтожается и к периоду цветения особых различий в засоренности между вариантами основных обработок почвы не зафиксировано. В результате применения гербицидов показатель засоренности в среднем по вариантам обработок и высоте объёмного окучивания снизился на 28%. При этом, к периоду цветения, наиболее засоренными были посадки картофеля при высоте гребня 20 см.

Таблица 5 –Влияние комплекса агроприёмов на динамику засоренности посадок картофеля (среднее 1997–1999 гг.)

Гербициды	Варианты основной обработки почвы	Высота гребня, см	Перед гребнеобразованием, шт./м^2	Перед цветением, шт./м^2	Перед скашиванием ботвы	
					шт./м^2	масса, г/см^2
Без гербицидов	отвальная 25–27 см	20	66,6	19,1	20,0	75,4
		25	68,7	11,5	12,3	34,0
		30	68,0	9,8	10,6	30,4
	безотвальная 40 см	20	88,3	20,2	22,0	76,5
		25	88,5	13,2	13,5	38,3
		30	88,8	9,3	10,7	30,6
Гербициды	отвальная 25–27 см	20	67,7	15,0	16,4	42,9
		25	69,6	8,0	9,1	25,5
		30	68,9	7,4	9,0	24,5
	безотвальная 40 см	20	89,2	14,9	18,0	45,7
		25	89,1	8,5	9,9	28,4
		30	88,7	7,7	9,0	24,9
$НСР_{05}$ для: частных различий			5,15–13,25	3,23–3,72	2,86–4,13	3,13–4,33
гербицидов			–	1,61–1,85	1,32–2,06	1,60–5,66
обработок			5,15–13,25	1,31–1,51	1,07–1,68	1,27–4,62
высоты гребня			–	1,36–2,28	1,20–1,38	2,12–6,54

Увеличение высоты объёмного окучивания приводило к резкому снижению засоренности. В варианте с высотой гребня 30 см и внесением гербицидов зафиксировано наименьшее количество сорняков (7,4–7,7 шт/м^2), против (14,9–15,0 шт/м^2) при высоте гребня 20 см. Следует отметить незначительную засоренность посадок картофеля на гребнях высотой 30 см и без применения гербицидов (9,3–9,8 шт/м^2).

Наиболее объективный показатель вредоносности сорных растений – их сухая масса, которая значительно возрастает по мере улучшения условий среды обитания. В посадках картофеля наи-

более засоренными по массе и численности сорняков перед скашиванием ботвы оказались варианты с высотой объёмного окучивания 20 см и без внесения гербицидов (75,4–76,5 г/см^2). В вариантах с внесением гербицидов этот показатель снизился в 1,7–1,8 раза. Увеличение сухой массы сорняков в варианте с высотой гребня 20 см происходило за счёт единичных экземпляров осота и бодяка, которые смогли еще до смыкания ботвы подняться над растениями картофеля и не подавлялись его листовой поверхностью. Увеличение высоты гребня до 30 см способствовало снижению массы сорняков на 56–60%.

Таким образом, результаты исследований показали, что возделывание картофеля по глубокому безотвальному рыхлению и увеличение высоты объёмного окучивания до 30 см позволяет более эффективно вести борьбу с сорняками даже без применения гербицидов.

Анализ данных по урожайности картофеля в зависимости от технологий возделывание показывает, что использование при предпосадочной обработке почвы культивации на глубину 14–16 см или безотвального рыхления на 20–22 см (вар.1 и 2) обеспечило получение одинакового урожая – 18,8–18,7 т/га. Включение же весенней нарезки гребней в сочетании с фрезерной обработкой междурядий и применение гербицида зенкор (вар.5) привело к росту урожая на 2,0 т/га (+11,2% к контролю) (табл. 6).

Таблица 6 –Урожайность картофеля в зависимости от технологий возделывания, т/га (фон жнивье)

№ п/п	Варианты	1992 г	1993 г	1994 г	1995 г	Среднее
1	Культивация КПЭ-3,8 на 14-16 см (контроль)	22,8	13,8	15,7	22,9	18,8
2	Безотвальное рыхление на 20-22 см	22,9	13,8	15,6	22,5	18,7
3	Гребни с осени, уход по заворовской технологии	28,0	21,5	24,4	28,5	25,6
4	Гребни с осени, уход с фрезерованием КФК-2,8	30,8	23,9	25,1	30,6	27,6
5	Гребни весной, уход с фрезерованием КФК-2,8	25,7	15,6	16,8	25,1	20,8
6	Чизелевание, уход по голландской технологии	27,5	17,9	19,3	27,3	23,0
7	Чизелевание, осенний полупар, уход по голландской технологии	27,3	17,9	19,2	27,6	23,0
8	Голландская технология	26,3	16,9	18,1	27,1	22,1
$НСР_{05}$		1,48	1,42	3,30	1,32	

Возделывание картофеля с использованием элементов голландской технологии (вар.8) обеспечило несколько больший прирост урожая +3,3 т/га (17,6%). Сочетание приёмов голландской технологии с проведением глубокого чизелевания на 40 см (вар.6) и системой чизель + осенний полупар (вар.7) обеспечило рост урожая +0,9 т/га по сравнению с голландской технологией или 4,2% (вар.8).

Наивысший результат по урожайности получен при осенней нарезке гребней и без оправки их весной. Причём, если при уходе использовали набор рабочих органов и проводимых операций по Заворовской технологии (вар.3), то прирост урожая составил 6,8 т/га (или 36,1%). Сочетание же осенней нарезки гребней с системой ухода, взятой из голландской технологии, обеспечило наивысший прирост урожайности +8,8 т/га или 46,8% к контролю (вар.4).

Различные комплексы агроприёмов оказали заметное влияние на величину урожайности картофеля. Наибольшая урожайность в опыте получена в сочетании: безотвальное рыхление на 40 см, без гербицидов, высота объёмного окучивания 30 см – 24,7 т/га (+12,8% к контролю). Увеличение высоты объёмного окучивания до 25 см приводило к росту урожайности в вариантах с обработками и гербицидами на 1,3–6,4%. При этом, все прибавки в урожайности от увеличения высоты гребня с 20 до 30 см – достоверны (табл. 7).

Таблица 7 –Урожайность картофеля в зависимости от сочетания агроприёмов, т/га

Гербициды	Варианты основных обработок почвы	Высота гребня, см	1997 г	1998 г	1999 г	Среднее	± к контролю
Без гербицидов	отвальная 25-27 см	20*	24,5	20,3	20,9	21,9	0
		25	26,3	21,6	22,1	23,3	+1,4
		30	26,4	23,0	23,2	24,2	+2,3
	безотвальная 40 см	20	25,0	21,0	21,4	22,4	+0,5
		25	26,8	21,9	22,4	23,7	+1,8
		30	26,7	23,6	23,8	24,7	+2,8
Гербициды	отвальная 25-27 см	20	25,4	21,2	21,8	22,8	+0,9
		25	25,4	21,5	21,8	22,9	+1,0
		30	25,8	22,9	22,9	23,7	+1,8
	безотвальная 40 см	20	24,8	20,8	21,8	22,8	+0,9
		25	26,1	21,3	21,9	23,1	+1,2
		30	26,0	23,1	23,5	24,2	+2,3
$НСР_{05}$ для: частных различий			1,73	1,39	1,78		
гербицидов			1,36	0,94	1,30		
обработок			1,11	1,33	1,29		
высота гребня			1,16	1,03	1,51		

** – контроль*

Отмечено возрастание урожайности от применения гербицидов в вариантах с высотой гребня 20 см (+4,1%). В вариантах с высотой объёмного окучивания 25–30 см наблюдалась незначительная тенденция к снижению урожайности картофеля.

Замена отвальной вспашки 25–27 см на безотвальное глубокое рыхление – 40 см приводило к росту урожайности (+2,3%).

Таким образом, возделывание картофеля по глубокому безотвальному рыхлению и увеличение высоты объёмного окучивания до 30 см позволяет получать устойчивые урожаи картофеля даже без применения гербицидов.

Литература

1. Писарев Б.А. К вопросу методики изучения агрофизических свойств почвы в полевых опытах с картофелем: Научные труды НИИКХ. – Москва, 1976, вып.27. – С.110-116.

2. Ревут Н.Б. Физика почв. – Л.: Колос, 1972. – 364 с.

3. Болотов А.Г. Избранные сочинения. М., 1952. – 523 с.

4. Костычев П.А. Почвы чернозёмной области России, их происхождение, состав и свойства. СПб, 1886. М.: Сельхозгиз, 1949. – 239 с.

5. Кащеев А.И. Зяблевая обработка почвы, в севообороте (Рекомендации для хозяйств Пензенской области). – Пенза, 1989. – 16 с.

6. Бойко А.В. Элементы биологизации растениеводства в лесостепи Поволжья // Кормопроизводство. – 1998. – № 9. – С.12-15.

7. Кирасиров З.А. Различные системы обработки чернозёмов выщелоченных и их влияние на плодородие почвы и продуктивность культур // Вопросы интенсификации с.-х. производства в исследованиях Пенз.НИИСХ. – Пенза, 1999. – С.100-107.

8. Молявко А.А. Экологически безопасное удобрение картофеля и пригодность клубней для картофелепродуктов. – Брянск, 1997. – 29 с.

УДК 632.931.1:635.21

АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИЁМЫ КАК ФАКТОРЫ ЗАЩИТЫ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ РАЗНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ ОТ БОЛЕЗНЕЙ

И.И. Плужникова, Ю.Н. Лысенко, Н. Ю. Лысенко

Дана оценка эффективности агротехнических приёмов в подавлении клубневой инфекции. Использование озимой смеси ржи с викой мохнатой и горчицы белой на зелёное удобрений обеспечивает снижение клубневой инфекции в 1,9–4,3 раза. Применение бактериального удобрения мизорин (1200 г на гектарную норму семенных клубней) позволяет снизить заражённость клубней в 1,5 раза. Световое проращивание семенного материала обеспечивает снижение распространённости заболеваний на клубнях в 1,1–2,6 раза.

Введение. Картофель – универсальная сельскохозяйственная культура, используемая для продовольственных и кормовых целей, являющаяся хорошим сырьем для перерабатывающей промышленности. Сортовой потенциал этой культуры на практике, реализуется не в полном объёме, как по урожайности, так и по качеству клубней [1].

Повышение продуктивности сортов картофеля и улучшение показателей его качества невозможно без совершенствования структуры картофельного поля и сортовой агротехники. Это относится к применению сидеральных культур, внесению минеральных и бактериальных удобрений, проращиванию семенного материала.

Современная интегрированная система защиты растений от вредных организмов должна базироваться на таких принципах, как агроэкологическая адаптивность, интегрированность, многовариантность, экологичность и экономичность [4-7].

В связи с этим в условиях Среднего Поволжья представляется актуальной оценка влияния комплекса минеральных и бактериального удобрений, сидеральных культур, приёма проращивания семенного материала на уровень поражения основными болезнями различных сортов картофеля. Особый интерес в этом свете представляет изучение новых сортов, выведенных в ПензНИИСХ совместно с ВНИИКХ.

Методика и материал исследований. Исследования проводились в 2002–2005 гг. на опытных полях ГНУ Пензенского НИИСХ. Почва опытного участка – чернозём выщелоченный тяжёлосуглинистый, имела следующие агрохимические показатели: содержание гумуса в пахотном слое – 5,2–6,2%; $pH_{сол.}$ – 5,1; содержание подвижного фосфора – 110,0–161,5 и обменного калия – 94,6–174,3 мг

в 1 кг почвы. Сумма поглощённых оснований 32,79–35,73 мг/экв на 100 г почвы.

Объектом исследования в опыте являлись сорта картофеля разных групп спелости.

Исследования влияния комплекса минеральных и бактериального удобрений, промежуточных сидеральных культур, приёма проращивания семенных клубней на поражённость картофеля болезнями проводились в специализированном четырёхпольном севообороте.

Схема севооборота: 1 – картофель (среднеранние сорта – Рамзай, Русский сувенир, Свитанок киевский) + пожнивно озимая смесь (рожь + вика мохнатая); 2 – озимая рожь + озимая вика мохнатая на зелёное удобрение + поукосно картофель (ранние сорта – Баритон, Дарёнка, Жуковский ранний) летняя посадка; 3 – картофель (ранние сорта – Баритон, Дарёнка, Жуковский ранний) + пожнивно горчица на зелёное удобрение; 4 – картофель (сорта разных групп спелости Дарёнка, Русский сувенир, Луговской).

Бессменно – картофель (сорта ранние, среднеранние, среднеспелый, изучаемые в севообороте).

Учёты, наблюдения и анализы проводились по общепринятым методикам. Поражённость картофеля болезнями по методике ВАСХНИЛ (1991), ВНИИКХ (1995).

Результаты исследований и их обсуждение. На развитие болезней сортов картофеля разной спелости, возделываемого в специализированном севообороте, влияли погодные условия, устойчивость к тому или иному заболеванию, сидеральные культуры, приём проращивания семенных клубней и применение бактериального и бактериального + минеральных удобрений.

В период вегетации растений 2002 г. ботва картофеля подвергалась фузариозному увяданию. Распространённость болезни хотя и была невысокой (на ранних сортах в среднем 1,0%, на среднеранних сортах Русский сувенир, Свитанок киевский – 0,2–0,3%, Рамзай – 5,0%, на среднеспелом сорте Луговской – 3,2%), но в целом ухудшала условия развития растений.

Обильные дожди, выпадавшие во второй половине вегетации растений в 2003–2005 гг., способствовали проявлению фитофтороза на ботве. В 2003 г. появление болезни зафиксировано в первой декаде августа, в 2004–2005 гг. – в третьей декаде июля. Устойчивость к заболеванию отмечена у раннего сорта Дарёнка (интенсивность (R) – 7,8 балла, распространённость (P) – 7,5% в контрольном варианте) (табл. 1).

Среднеранние сорта Русский сувенир, Свитанок киевский и среднеспелый сорт Луговской поражались болезнью примерно оди-

наково (R – 7,9 балла; Р – 35,9–48,5-20,5% в контрольном варианте) (табл. 2).

Таблица 1 – Поражённость болезнями ботвы картофеля среднеранней и среднеспелой групп спелости

Варианты опыта	Свитанок киевский		Рамзай		Русский сувенир	Луговской	
	фитофтороз, 2003–2004 гг.	макроспориоз, 2005 г.	фитофтороз, 2003–2004 гг.	макроспориоз, 2003–2005 гг.	фитофтороз, 2003–2004 гг.	фитофтороз, 2003–2004 гг.	макроспориоз, 2005 г.
Контроль (без удобрений)	7,9 / 48,5	7,6 / 65,0	7,8 / 40,0	6,2 / 97,5	7,9 / 35,9	7,9 / 20,5	7,0 / 100
Бактериальное удобрение	7,5 / 52,5	7,5 / 70,0	6,3 / 45,0	6,1 / 95,0	7,9 / 36,7	8,0 / 35,0	7,1 / 85,0
Бактериальное + минеральные удобрения	5,9 / 71,7	7,8 / 75,0	4,7 / 50,0	7,4 / 42,1	6,1 / 68,4	8,4 / 62,2	7,5 / 85,0

Примечание: числитель – интенсивность (R), балл; знаменатель – распространённость (Р), %.

Таблица 2 – Поражённость болезнями ботвы картофеля ранней группы спелости при весенней посадке, 2003–2004 гг.

Варианты опыта	Жуковский ранний				Дарёнка				Баритон			
	фитофтороз, 2003–2004 гг.		макроспориоз, 2005 г.		фитофтороз, 2003–2004 гг.		макроспориоз, 2005 г.		фитофтороз, 2003–2004 гг.		макроспориоз, 2005 г.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Контроль (без удобрений)	7,6 / 59,2	7,9 / 38,4	7,0 / 95,0	7,4 / 80,0	7,8 / 7,5	8,3 / 7,5	5,5 / 98,8	6,1 / 87,5	7,8 / 55,9	8,1 / 46,7	7,1 / 80,0	6,8 / 90,0
Бактериальное удобрение	7,5 / 78,4	7,3 / 65,0	7,4 / 75,0	7,2 / 60,0	7,4 / 20,0	8,0 / 15,0	6,3 / 95,0	6,6 / 90	7,8 / 56,7	8,0 / 48,4	7,4 / 70,0	7,5 / 55,0
Бактериальное + минер. удобрения	7,5 / 85,0	7,8 / 65,0	7,9 / 25,0	7,6 / 75,0	4,6 / 35,0	7,3 / 32,5	7,0 / 80,9	7,0 / 76,3	7,5 / 79,2	7,7 / 48,4	7,9 / 30,0	8,0 / 25,0

Примечание: числитель – интенсивность (R), балл; знаменатель – распространённость (Р), %; 1 – непророщенные клубни; 2 – пророщенные клубни

На фоне бактериального и бактериального + минеральных удобрений увеличение массы ботвы приводило к созданию благоприятного микроклимата для развития заболевания. Из изучаемых сортов на фоне бактериального + минеральных удобрений по своей устойчивости к фитофторозу выделяется среднеранний сорт Рамзай (R – 4,7 балла, P – 50%).

Кроме фитофтороза в 2003–2004 гг. отмечено развитие на ботве сортов Дарёнка и Рамзай ранней сухой пятнистости (альтернариоз, макроспориоз) (R – 5,5–6,2 балла; P – 98,8–97,5%). В 2005 г. данное заболевание зафиксировано у растений ранних сортов картофеля Жуковский ранний и Баритон (R –7,0–7,1 балла, P – 95,0–80,0%), среднеспелого сорта Луговской (R – 7,0 балла, P – 100%).

Погодные условия периода проведения исследований благоприятствовали развитию на клубнях сухой гнили, ризоктониоза, парши обыкновенной, парши серебристой (табл. 3).

Таблица 3 – Поражённость болезнями клубней картофеля разных групп спелости, 2002–2005 гг.

Заболевание	Поражённость болезнями, %					
	контроль		бактериальное удобрение		бактер. удобрение +NPK	
	проросшенные	непроросшенные	проросшенные	непроросшенные	проросшенные	непроросшенные
Ранние сорта (в среднем по 3 сортам)						
Сухая гниль*	2,4	1,5	1,3	1,4	1,2	1,0
Ризоктониоз**	6,5 / 7,0	6,7 / 5,5	6,6 / 3,5	6,7 / 3,4	7,0 / 1,2	6,7 / 0,9
Парша обыкновенная**	6,4 / 5,3	6,5 / 3,2	6,2 / 4,2	6,4 / 3,1	6,8 / 2,3	6,6 / 2,3
Общая распространённость болезней	14,2	10,1	9,0	7,4	4,7	4,1
Среднеранние сорта (в среднем по 3 сортам)						
Сухая гниль*	2,7		1,7		1,6	
Ризоктониоз**	6,7 / 3,0		6,8 / 3,8		6,7 / 1,1	
Парша обыкновенная**	6,4 / 4,8		6,3 / 3,4		6,5 / 3,0	
Общая распространённость болезней	11,0		7,7		5,6	

** – распространённость болезни; ** – числитель – интенсивность (R), балл; знаменатель – распространённость (P), %.*

Установлено, что из ранних сортов наибольшей устойчивостью к болезням обладал новый сорт селекции ПензНИИСХ Дарёнка. Количество больных клубней (от семян непророщенных, пророщенных), поражённых сухой гнилью, ризоктониозом, паршой обыкновенной, составляло в среднем 6,9–6,3%, что в 2,1–1,5 раза меньше чем у сорта Жуковский ранний и в 3,2–2,3 раза – у сорта Баритон.

Снижению развития заболеваний также способствовали агроприёмы, изучаемые в четырёхпольном севообороте. Применение в севообороте с высокой насыщенностью картофелем промежуточных культур озимой ржи с викой мохнатой на зелёное удобрение обеспечивало на клубнях ранних сортов картофеля снижение болезней в среднем в 1,2–2,6 раза по сравнению с бессменным возделыванием культуры. При выращивании среднеранних сортов картофеля в севообороте, после запашки сидератов (последействие) горчицы белой и озимой смеси ржи с викой мохнатой, количество больных клубней понижалось в 2,2–4,3 раза.

Для успешной защиты картофеля от болезней определённое значение имеет питание растений. Одним из природных механизмов подавления почвенных возбудителей болезней является фунгистазис почвы [3].

В результате исследований установлено, что внесение бактериального (мизорин 1200 г на гектарную норму семенных клубней) и бактериального + минеральных удобрений (NPK) повышают биологическую активность почвы в 1,8–2,2 раза и снижают развитие болезней картофеля. Так, при возделывании сортов Дарёнка и Рамзай комплексное применение бактериального и минеральных удобрений в сравнении с контролем обеспечивало снижение распространённости ранней сухой пятнистости (РСП) на 17,9 и 55,4 %.

Для РСП картофеля характерно то, что ко времени бутонизации–цветения в воздухе посадок картофеля всегда имеется некоторое количество инфекции, поэтому независимо от того, какие условия складываются в течение вегетационного периода, болезнь наблюдается ежегодно. Установлено, что оптимальным сроком проведения первой обработки картофеля фунгицидами против РСП является появление первых признаков болезни на листьях, что обычно совпадает с фазой смыкания ботвы в рядках. Обработки же, осуществление которых начинается через две недели после появления заболевания при уровне его развития 6–15%, не оказывают заметного влияния на скорость развития болезней и продуктивность растений [4].

В наших исследованиях обработки картофеля против РСП сортов Дарёнка и Рамзай (акробатом МЦ – 2 кг/га и полирамом – 2 кг/га) в период бутонизации – цветения растений не подавляли ин-

фекцию. Интенсивность заболевания, отмеченная к моменту первой обработки 7,5–5,8 балла (одно-два пятна на кусту и поражённость около 1/10 поверхности ботвы – 10% развития болезни), в дальнейшем увеличивалось до 5,5 балла (поражено около ¼ поверхности куста – 25% развития болезни), распространённость с 60% по мере старения растений увеличивалась до 100%.

Однако на фоне бактериального + минеральных удобрений распространённость РСП за три года исследований в фазу бутонизации – цветения достигала всего 42,1–80,9%, интенсивность – 7,4–7,0 балла, хотя распространённость к концу вегетации также увеличивалась до 100%. Совместное применение бактериального и минеральных удобрений позволило обеспечить в период бутонизации – цветения, когда у картофеля начинается усиленный отток ассимилянтов в формирующиеся клубни, снижение в среднем в 1,8 раза распространённости РСП и на 1 балл уменьшить его интенсивность. Таким образом, при внесении бактериального + минеральных удобрений возможен отказ от опрыскивания картофеля против ранней сухой пятнистости в фазу смыкания ботвы в рядках.

Выращивание ранних сортов картофеля с применением бактериального удобрения способствовало снижению поражённости клубней сухой гнилью, ризоктониозом, паршой обыкновенной в среднем в 1,6–1,4 раза, бактериального + минеральных удобрений – в 3,0–2,5 раза, при возделывании среднеранних сортов – в 1,4–2,0 раза. Применение бактериального и бактериального + минеральных удобрений при выращивании среднеспелого сорта Луговской (непророщенный, пророщенный) обеспечивало уменьшение развития болезней на клубнях в 1,3–1,3 и 1,5–1,5 раза, соответственно. Наибольший эффект от изучаемого агроприёма получен при подавлении парши серебристой, которая уменьшала свою распространённость в 1,5–1,9 раза.

Проращивание семенных клубней оказывало положительное влияние не только на рост урожайности клубней, но и на снижение поражённости картофеля болезнями. Проведённое световое проращивание семенных клубней показало эффективность этого приёма в подавлении грибной инфекции. Агроприём уменьшал распространённость фитофтороза на сортах Жуковский ранний, Баритон, Русский сувенир, Луговской на 18,1–16,1–11,2–34,9% в среднем за два года (2003–2004 гг.). Поражённость клубней сухой гнилью, ризоктониозом, паршой обыкновенной уменьшалась в среднем (2002–2005 гг.) у ранних сортов – в 1,3 раза, у среднеранних – в 1,6 раза, у среденспелого – в 1,2 раза. Проращивание семенных клубней ранних и среднеранних сортов способствовало наиболее эффективному уменьшению в 2,5 и 2,2 раза развития парши обыкновенной. У

среднеспелого сорта распространённость парши обыкновенной и ризоктониоза снижалась в 2,1 раза.

Предварительное проращивание клубней повышало эффективность применения бактериального и бактериального + минерального удобрений в подавлении клубневой инфекции.

Так, на сортах разных групп спелости при совместном применении бактериального удобрения и приёма проращивания распространённость болезней снижалась в 1,2–1,5 раза, при использовании бактериального + минеральных удобрений и проращивания – в 1,1–1,7 раза в сравнении с контролем (непророщенным картофелем). Клубни становились практически свободными от инфекции.

Выводы

1. Запашка зелёных удобрений озимой смеси ржи с викой мохнатой позволила на клубнях ранних сортов картофеля уменьшить в среднем в 1,9 раза распространённость болезней по сравнению с бессменным возделыванием культуры. При выращивании среднеранних сортов картофеля, посаженных второй культурой после горчицы белой и пятой – после озимой смеси (рожь + вика мохнатая) количество больных клубней уменьшалось в 2,2–4,3 раза;

2. Применение бактериального удобрения мизорин (1200 г на гектарную норму семенных клубней) способствовало формированию прибавки урожая от 4,5% до 13,3% и обеспечивало снижение развития заболеваний на клубнях картофеля в среднем в 1,5 раза в зависимости от сорта;

3. Совместное применение бактериального и минеральных удобрений (NPK) обеспечивало прибавку урожая клубней к контролю от 27,4 до 41,3%. При этом на ботве картофеля уменьшалось развитие ранней сухой пятнистости (распространённость в 1,7 раза и интенсивность на 1 балл), что давало возможность отказаться от одной профилактической обработки против болезни. Распространённость клубневой инфекции снижалась в 1,5–3,0 раза;

4. Приём светового проращивания семенных клубней сортов Жуковский ранний, Дарёнка, Баритон, Русский сувенир, Луговской обеспечивал прибавку урожая к контролю 7% и снижение распространённости фитофтороза у ранних сортов в среднем на 17,1%, у среднераннего (Русский сувенир) на 11,2%, у среднеспелого сорта (Луговской) – на 34,9%, макроспориоза у сорта Дарёнка – на 1 балл. Распространённость болезней на клубнях картофеля уменьшалась в среднем: сухой гнили – в 1,1–1,9 раза; ризоктониоза – 1,3–2,6; парши обыкновенной – 1,3–2,1; серебристой – 1,5 раза;

5. Эффективность подавления клубневой инфекции повышалась при применении как бактериального, так и бактериального + минеральных удобрений на фоне проращивания клубней. Количество больных клубней уменьшалось в среднем на 5,9–9,9%.

Литература

1. Анисимов Б.В. Картофелеводство России: производство, рынок, проблемы семеноводства. Совершенствование технологии возделывания картофеля // Пенза, 2000. – С. 3-12.

2. Воловик А.С., Трофимец Л.Н., Долягин А.Б., Глез В.М. – Методика исследований по защите картофеля от болезней, вредителей и сорняков. – М., 1995.

3. Иванюк И.Г., Банадысев С.А., Журомский Г.К. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. – Мн.: РУП «Белорусский НИИ картофелеводства». – 2003. – 550с.

4. Захаренко В.А. Развитие защиты растений и её научного обеспечения // Сельскохозяйственная биология. – № 1. – 2003. – С. 93-107.

5. Зейрук В.Н., Олойник В.В. Экологизация приёмов защиты и хранения картофеля // Защита и карантин растений. – № 6. – 2000. – С. 50-51.

6. Новожилов К.В. Некоторые направления экологизации защиты растений //Защита и карантин растений. – № 8. – 2003. – С. 14-16.

7. Шестеперов А.А. Кузмичев А.А. Вопросы защиты картофеля от вредных организмов в хозяйствах разного типа // Вестник РАСХН. – № 6.-2004.

———

УДК 632.931.1+632.934:635.21

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ НА ПРОЯВЛЕНИЕ БОЛЕЗНЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТА И ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ПРОРАЩИВАНИЯ КЛУБНЕЙ

И.И. Плужникова

Дана сравнительная оценка эффективности химической и биологизированной систем защиты картофеля в зависимости от сорта и предварительного проращивания клубней при возделывании картофеля раннего (Дарёнка), среднераннего (Русский сувенир) и среднепозднего (Луговской). Применение проращивания семенного материала усиливало эффект химической и биологизированной систем защиты и повышало урожайность и качество клубней. Биологизированную систему защиты от болезней эффективнее применять на среднераннем сорте Русский сувенир, а в годы без эпифитотий – и на среднеспелом сорте Луговской. В эпифитотийные годы на сортах всех групп спелости следует применять химическую защиту.

Введение. Болезни являются одной из главных причин значительного недобора урожая картофеля. В последнее время наблюдается увеличение потери урожая от таких грибных болезней, как

фитофтороз, ранняя сухая пятнистость (альтернариоз, макроспориоз), ризоктониоз, фузариоз, от разных видов парши [1-3,7,9].

В условиях Среднего Поволжья фитофтороз всё чаще является одним из опаснейших заболеваний картофеля. Заболевание проявляется на ботве во второй половине вегетации картофеля при часто выпадающих осадках и умеренных температурах воздуха в период развития растений.

Среди микозов картофеля, развивающихся в период вегетации растений, можно выделить также раннюю сухую пятнистость (альтернариоз, макроспориоз). В Пензенской области заболевание обнаруживается ежегодно, но особенно сильно – в годы с тёплым летом при выпадении частых, кратковременных дождей. Для альтернариоза и макроспориоза картофеля характерно то, что ко времени бутонизации–цветения растений в воздухе всегда имеется некоторое количество инфекции. Поэтому независимо от того, какие условия складываются в течение вегетационного периода, болезнь наблюдается ежегодно.

Отсутствие новых перспективных сортов, устойчивых к заболеванию, эффективных протравителей, широкое использование гербицидов, сопровождающееся уменьшением количества междурядных обработок и уплотнением почвы, способствовали тому, что ризоктониоз в нашем регионе перешёл в разряд наиболее вредоносных болезней. В условиях Среднего Поволжья развитие серебристой парши приводит к 100% поражению клубней таких изучаемых ПензНИИСХ сортов, как Удача, Рокко, Никулинский.

Многочисленные исследования и практика подтвердили эффективность применение интегрированной системы защиты картофеля, которая включает комплекс агротехнических, профилактических и защитных мероприятий. Для получения экологически чистой продукции, а также предотвращения вредоносного воздействия пестицидов на почвенные организмы и окружающую среду целесообразнее использовать экологизированные системы защиты картофеля от болезней. Один из путей экологизации – снижение пестицидной нагрузки за счёт замены химических средств борьбы биологическими препаратами и индукторами иммунитета.

Методика и материалы. Для отработки оптимального комплекса технологических операций по защите растений, относящихся к четырём основным методам управления численностью вредных организмов в агроценозах: иммуногенетическому, агротехническому, химическому и биологическому, в 2002–2004 гг. на опытном поле Пензенского НИИСХ в специализированном картофельном севообороте изучали различные схемы защиты растений на фоне предварительного проращивания клубней. Объектом исследований

в опыте являлись сорта картофеля: ранний – Дарёнка, среднеранний – Русский сувенир, среднеспелый – Луговской.

Почва опытного участка – тяжелосуглинистый, среднемощный выщелоченный чернозём с $pH_{сол.}$ – 4,8, содержание гумуса 6,4–6,8%, гидролизуемого азота – 83–89 мг на 1 кг почвы, подвижного фосфора – 122–163, обменного калия – 75–77 мг на 1 кг почвы.

Предшественник в опыте служил пожнивный посев горчицы белой (на сидерат) после уборки раннего картофеля.

Общая площадь делянки 30,8 м^2, учётная– 25 м^2. Повторность опыта трёхкратная. Размещение делянок систематическое.

Схема опыта: (3 × 3 × 2) × 3.

Фактор А – сорта картофеля разных групп спелости: ранний – Дарёнка, среднеранний – Русский сувенир, среднеспелый – Луговской.

Фактор В – агротехнический приём предварительного весеннего проращивания семенных клубней: 1 – непроращенные клубни (НПр); 2 – проращенные (Пр).

Фактор С – системы защиты картофеля от болезней:

1. контроль (без обработок) (К);

2. химическая защита картофеля от болезней (эталон) (ХЗ): максим, КС (25 г/л) – 0,4 кг/т (обработка клубней); акробат Мц, СП (600+90 г/кг) – 2кг/га – двукратно (опрыскивание растений в фазу бутонизация – начало цветения и через 14 дней после первой обработки); дитан М-45, СП (800 г/кг) – 1,2 кг/га – трёхкратно (опрыскивание растений во второй половине вегетации);

3. биологизированная система защиты (БЗ): фитоспорин – М + гумми-80 – 0,5 кг/т + 750 г/т (обработка клубней); и 3 кг/га + 45 г/га – однократно (опрыскивание растений в фазу бутонизация – начало цветения растений); акробат Мц, СП (600+90 г/кг) – 2 кг/га – однократно (опрыскивание растений в фазу цветения); дитан М-45, СП (800 г/кг) – 1,2 кг/га – двукратно (опрыскивание растений во второй половине вегетации растений).

Обработку клубней и растений против болезней проводили ранцевым опрыскивателем марки «Нептун-15». Расход рабочей жидкости при протравливании семенного картофеля: максимом – 2 л/т, фитоспорином – М + гумми 80 – 5 л/т, а при опрыскивании посадок – 10 л/100 м^2.

Учёты поражённости ботвы и клубневой анализ проводили по методикам ВАСХНИЛ (1991), ВНИИКХ (1995).

Результаты исследований.

Проявление фитофтороза. В условиях Среднего Поволжья развитие болезни начиналось со второй половины июля, начала августа. Оптимальные условия для появления фитофтороза создава-

лись во время и сразу после цветения растений, в период максимального развития ботвы.

В 2002 г. в условиях жаркого и засушливого вегетационного периода развитие заболевания не отмечено. В 2003 и 2004 гг. поражённость растений фитофторозом зафиксировано 6 августа и 28 июля соответственно, после цветения картофеля. Большое количество осадков, выпавших за период вегетации (354,7 и 315,7 мм), способствовало формированию ассимиляционной поверхности растений, вдвое–втрое превышающей показатели 2002 г. (засушливый вегетационный период), тем самым способствуя созданию благоприятных условий макро- и микроклимата для развития болезни.

За период посадка–отмирание ботвы картофеля в депрессивный для болезни 2002 г. ГТК стставил 0,8, в эпифитотийные годы (2003 и 2004) – 2,1–2,3 и 1,6–1,8 при среднемноголетнем показателе 1,4–1,6.

Немаловажную роль в успешной борьбе с заболеваниями играет устойчивость сорта. Сорта, обладающие полевой устойчивостью или слабовосприимчивые к грибным болезням, особенно ценны, так как зачастую к периоду появления болезни из-за частых дождей невозможно своевременно проводить фунгицидные обработки. По данным наших учётов, наиболее устойчивым к фитофторозу картофеля был сорт Луговской (в контрольном варианте интенсивность поражения 7,7–7,5 баллов, распространённость 58,4–73,4%) (табл. 1). Сорта более раннего срока созревания Дарёнка и Русский сувенир поражались болезнью сильнее (в контрольном варианте интенсивность поражения 7,8–6,4 и 6,5–5,9 баллов, распространённость 92,5–100% и 100–98,4%, соответственно).

Проведённые исследования подтвердили тот факт, что химический метод пока остается наиболее эффективным средством защиты картофеля от фитофтороза.

В мировой литературе и практике до настоящего времени отсутствует единая точка зрения по вопросу оптимального количества химических обработок картофеля против болезни, что также связано с появлением на мировом рынке ряда новых препаратов. Нами была поставлена задача применительно к условиям Среднего Поволжья и изучаемым сортам определить оптимальную схему химической защиты растений от болезней с учётом вредоносности основного заболевания картофеля.

Эффективность химической защиты от фитофтороза картофеля сортов Дарёнка, Русский сувенир и Луговской за годы исследования составила без проращивания 69,3–72,5–70,0%, а при проращивании – 73,3–73,7–55,7% (табл. 2).

Таблица 1 – Проявление болезней в зависимости от сорта, проращивания клубней и систем защиты картофеля, 2002–2004 гг.

Факторы			Поражённость ботвы			Поражённость клубней			
A	B	C	Фитофтороз (2003-2004 гг.)	РСП*		сухая гниль	ризоктониоз*	парша обыкновенная*	парша серебристая*
				2003 г.	2003-2004 гг.				
Дарёнка	К	НПр	7,8 / 92,5	6,0 / 100	6,3 / 98,5	5,1	6,9 / 15,9	6,0 / 4,8	-
		Пр	6,4 / 100	5,0 / 100	5,3 / 100	2,7	6,8 / 9,5	5,8 / 3,4	-
	ХЗ	НПр	7,9 / 28,4	7,0 / 75,0	7,1 / 77,5	2,4	7,0 / 3,7	6,9 / 1,3	-
		Пр	8,0 / 26,7	6,0 / 89,2	6,9 / 78,1	1,3	7,0 / 2,7	6,7 / 1,8	-
	БЗ	НПр	7,7 / 67,5	7,0 / 88,8	6,2 / 83,9	2,2	6,8 / 4,1	6,9 / 1,2	-
		Пр	7,8 / 66,7	5,0 / 95,8	6,2 / 82,9	1,3	7,0 / 4,5	6,9 / 0,9	-
Русский сувенир	К	НПр	6,5 / 100	8,0 / 44,2	-	4,5	6,8 / 12,8	5,1 / 21,1	-
		Пр	5,9 / 98,4	8,0 / 30,0	-	2,8	6,9 / 6,8	4,9 / 13,9	-
	ХЗ	НПр	8,0 / 27,5	8,0 / 13,7	-	2,9	7,0 / 3,5	5,6 / 12,2	-
		Пр	7,5 / 25,9	8,0 / 13,8	-	1,4	6,8 / 1,1	5,7 / 8,5	-
	БЗ	НПр	7,6 / 83,4	8,0 / 26,7	-	2,5	6,8 / 5,0	4,9 / 9,8	-
		Пр	7,9 / 80,0	8,0 / 17,5	-	1,2	6,7 / 2,6	4,6 / 9,2	-
Луговской	К	НПр	7,7 / 58,4	8,0 / 35,8	-	8,1	6,5 / 9,6	5,4 / 1,9	5,7 / 19,4
		Пр	7,5 / 73,4	8,0 / 76,7	-	7,3	6,6 / 7,6	6,0 / 1,9	6,4 / 13,1
	ХЗ	НПр	8,0 / 17,5	8,0 / 26,7	-	2,4	6,8 / 3,2	6,5 / 1,5	6,4 / 8,6
		Пр	8,0 / 32,5	8,0 / 40,0	-	1,8	6,8 / 2,0	6,7 / 0,4	6,3 / 6,2
	БЗ	НПр	7,8 / 45,0	8,0 / 28,3	-	3,6	6,6 / 3,7	6,3 / 0,9	6,2 / 10,0
		Пр	8,0 / 34,2	8,0 / 42,5	-	4,0	6,5 / 2,9	6,7 / 0,6	6,1 / 9,1
$НСР_{0,05}$,%**			16,6	-	16,2	1,6	3,4	4,2	3,5

* *– В числителе интенсивность, в знаменателе распространённость*

** *– НСР только для распространённости болезней*

Таблица 2 – Биологическая эффективность (%) систем защиты картофеля от болезней в зависимости от сорта и проращивания клубней (2002–2004 гг.)

Факторы			Поражённость ботвы			Поражённость клубней			
A	B	C	Фитофтороз (2003-2004 гг.)	РСП		сухая гниль	ризоктониоз	парша обыкновенная	парша серебристая
				2003 г.	2003-2004 гг.				
Дарёнка	К	НПр	0	0	0	0	0	0	0
		Пр	0	0	0	0	0	0	0
	ХЗ	НПр	69,3	25,0	21,3	52,9	76,7	72,9	-
		Пр	73,3	10,8	21,9	51,9	71,6	47,1	-
	БЗ	НПр	27,0	11,2	14,8	56,9	74,2	75,0	-
		Пр	33,3	4,2	17,1	51,9	52,6	73,5	-
Русский сувенир	К	НПр	0	0	0	0	0	0	0
		Пр	0	0	0	0	0	0	0
	ХЗ	НПр	72,5	69,0	-	35,6	72,7	42,2	-
		Пр	73,7	54,0	-	50,0	83,8	38,8	-
	БЗ	НПр	16,6	39,6	-	44,4	60,9	53,6	-
		Пр	18,7	41,7	-	57,1	61,8	33,8	-
Луговской	К	НПр	0	0	0	0	0	0	0
		Пр	0	0	0	0	0	0	0
	ХЗ	НПр	70,0	25,4	-	70,4	66,7	21,0	55,7
		Пр	55,7	47,8	-	75,3	73,7	52,6	52,7
	БЗ	НПр	22,9	20,9	-	55,6	61,5	78,9	48,5
		Пр	53,4	44,6	-	45,2	61,8	68,4	30,5

При этом распространённость болезни на сортах Дарёнка, Русский сувенир в среднем (непророщенные, пророщенные клубни) уменьшалась на 68,3 и 72,9%, на Луговском – на 40,9 и 25,9%. Интенсивность заболевания на сортах Дарёнка (при проращивании) и Русский сувенир (без проращивания и при проращивании) уменьшалась на 1,6 и 1,5–1,6 балла. На сорте Луговской, при более низком развитии болезни разница в интенсивности поражения болезнью между вариантами с непророщенным семенным материалом и пророщенным оказалась незначительной.

Эффективность биологизированной системы защиты против фитофтороза в эпифитотийные для болезни годы уступала химической защите. При применении изучаемой системы защиты на сортах Дарёнка, Русский сувенир и Луговской распространённость фитофтороза уменьшалась без проращивания на 33,3–18,4–39,2%, а при проращивании – на 25,0–16,6–13,4%, соответственно. Без проращивания интенсивность болезни (на сорте Русский сувенир)

уменьшалась на 1,1 балла, при проращивании (на сортах Дарёнка и Русский сувенир) – на 1,4 и 2,0 балла. В остальных случаях данной тенденции не отмечено. Менее защищенным от заболевания оказался среднеранний сорт Русский сувенир. Эффективность биологизированной системы составила всего лишь 16,6–18,7%. На раннем сорте Дарёнка несмотря на то, что в контрольном варианте поражённость фитофторозом была сравнима с показателями, полученными на сорте Русский сувенир, применение данной системы имело более высокую биологическую эффективность – 27,0–33,3%. На среднеспелом сорте Луговской на фоне проращивания эффективность биологизированной системы сравнима с химической – 53,4 и 55,7% и проигрывает ей без применения проращивания – 22,9 и 70,0%. Таким образом, если учитывать тот факт, что более поздние сорта с более поздним сроком созревания (100–120 дней) требуют для своей защиты от фитофтороза большего количества обработок, то приём проращивания, ускоряющий процессы роста и развития растений, способствует сокращению числа опрыскиваний, при условии относительной устойчивости сорта к болезни.

На фоне проращивания при невысокой интенсивности развития фитофтороза (8 баллов – на кусте поражена одна листовая долька, одно–два пятна) и распространённости до 70,0% наряду с химической защитой возможно применение биологизированной, в которой предусматривается обработка биологическими препаратами фитоспорин-М и гуми-80 и отмена двух опрыскиваний химическими фунгицидами: акробат МЦ и дитан М-45.

По результатам учётов проращивание клубней способствовало некоторому усилению развития болезни, в контрольном варианте. Причиной тому мог служить возраст растений. Большинство исследователей отмечают снижение относительной устойчивости картофеля во второй половине вегетации. Однако при применении средств защиты растений от болезни на фоне проращивания отмечается тенденция к повышению их эффективности. Исключение составил сорт Луговской. У него при применении химической защиты на фоне проращивания биологическая эффективность данной системы уступает варианту без проращивания.

Проявление ранней сухой пятнистости листьев. В засушливый 2002 г. отмечено незначительное развитие болезни (единичные пятна на единичных растениях). В 2003–2004 годах при выпадении большого количества осадков в период вегетации распространённость болезни в контрольном варианте без проращивания и при проращивании достигала: на сортах Дарёнка 100%, на Русском сувенире – 44,2 и 30,0%, на Луговском – 35,8 и 76,7%. Установлено, что сорта Дарёнка и Русский сувенир поражаются как альтернариозом, так и макроспориозом, сорт Луговской – только макроспорио-

зом. При сложившихся метеорологических условиях 2003 г. РСП были подвержены все изучаемые сорта, поскольку цветение зафиксировано во второй декаде июля (исключение – сорт Дарёнка, пророщенный, фаза цветения, 8 июля). В этот период как раз наблюдалось частое выпадение осадков (64,4 мм за декаду), что и способствовало развитию болезни. Однако восприимчивость сортов оказалась неодинаковая. Наибольшая интенсивность развития РСП отмечена на сорте Дарёнка (без проращивания – 6 баллов, при проращивании – 5 баллов). На сортах Русский сувенир и Луговской интенсивность развития невысокая – 8 баллов. Оптимальным сроком проведения первой обработки картофеля фунгицидами против альтернариоза (макроспориоза) является появление первых признаков болезни на листьях, что обычно совпадает с периодом смыкания ботвы в рядках [4]. Количество обработок при этом достигает 6-7 за вегетационный период. В наших исследованиях при возделывании картофеля на фоне бактериально – минеральных удобрений, при сильном поражении ранней сухой пятнистостью, начиная с фазы бутонизации, пять химических обработок на сорте Дарёнка обеспечивали снижение интенсивности развития болезни до 7 баллов (около 10 пятен на куст) и распространённость на 25%. При этом биологическая эффективность защитных мероприятий составила 25%. Применение биологизированной защиты (в которой предусмотрена обработка однократная биологическими препаратами и трёхкратная – химическими) при высоком развитии болезни не способствовала эффективному подавлению болезни.

В случае более низкого развития болезни на сортах Русский сувенир и Луговской эффективность химической защиты без проращивания составила 69,0 и 25,4%, при проращивании – 54,0 и 47,8%. На фоне проращивания не уступала ей по эффективности и биологизированная защита – 41,7 и 44,6%, соответственно. Без проращивания данные показатели были несколько ниже – 39,6 и 20,9%. Таким образом, при невысоком развитии болезни защитно-стимулирующее действие биологических препаратов, применяемых в биологизированной системе наряду с химическими, позволило удержать интенсивность и распространённость заболевания на уровне эталона. При этом распространённость РСП на сорте Русский сувенир при биологизированной системе составила 17,5%, при химической – 13,7%; на сорте Луговской – 42,5 и 40,0%, соответственно.

В 2004 г. ранней сухой пятнистостью поразился только сорт Дарёнка. Фаза цветения растений данного сорта приходилась на начало июля месяца, что совпало с выпадением большого количества дождей (за I декаду июля 59,5 мм осадков). В период цветения сортов Русский сувенир и Луговской – (вторая декада июля месяца,

с 9 по 15 число) не было дождей, а в конце месяца выпало 47,8 мм осадков. Развитие болезни в изучаемом году подтверждает исследования 2003 г. о восприимчивости сорта Дарёнка и большей эффективности при этом химической защиты.

Таким образом, в подавлении РСП картофеля большую роль играет устойчивость сорта. При низком развитии болезни более устойчивым сортам Русский сувенир и Луговской достаточно пяти обработок химическими препаратами начиная с фазы бутонизации растений. Альтернативой химической защите может служить биологизированная. На раннем сорте Дарёнка при высоком поражении РСП рекомендуется химическая защита. Эффективность изучаемых защитных мероприятий, проводимых с момента бутонизации растений, возрастает при условии внесения под картофель бактериальных (мизорин – 800 г/га) и минеральных удобрений (NPK, по выносу на планируемый урожай 25–30 т/га).

Проявление сухой гнили. При проведении клубневого анализа установлено поражение картофеля сухой гнилью. При проведении видоидентификации возбудителей заболевания отмечено наличие в единичных случаев патогена *Verticillium allbo-atrum Rein. et Bert* и, в большинстве случаях, грибов из рода *Fusarium: F. oxysporium, F. solani* (синоним *F. martii*) и других видов [1,5]. В ограничении вредоносности сухой фузариозной гнили клубней в системах защиты от болезней предусмотрено протравливание клубней максимом и фитоспорином-М + гумми-80, а также проращивание семенного материала.

За годы исследований распространённость болезни на сортах Дарёнка, Русский сувенир и Луговской составила: без проращивания 5,1–4,5–8,1%, при проращивании 2,7–2,8–7,3% соответственно.

Проращивание клубней способствовало уменьшению распространённости сухой фузариозной гнили на сортах Дарёнка, Русский сувенир и Луговской в среднем по вариантам опыта в 1,8–1,9–1,1 раза в сравнении с вариантом, где клубни не пророщены.

Применение в целом комплекса химических мероприятий на изучаемых сортах позволило снизить пораженность сухой фузариозной гнилью без проращивания в 2,1–1,6–3,4 раза, при проращивании – в 2,1–2,0–4,1 раза; при биологизированной защите – в 2,3–1,8–2,3 и в 2,1–2,3–1,8 раза соответственно. При этом, биологическая эффективность защитных мероприятий составила: при химической защите, соответственно, 52,9–22,2–70,4% без проращивания и 51,9–50,0–75,3% при проращивании; при биологизированной – 56,9–44,4–55,6 и 51,9–57,1–45,2%.

В ходе дисперсионного анализа установлено существенное различие в поражённости болезнью между сортами Луговской и Дарёнка (слабо поражаемые сорта), с одной стороны, и Русским суве-

ниром (сорт подвержен заболеванию), с другой, а также между контролем и системами защиты.

Проявление ризоктониоза. Получившая развитие на клубнях картофеля болезнь не поражала ботву. Установлено, что существует тесная прямая корреляционная зависимость между поражённостью клубней и количеством осадков, выпадающих в фазу бутонизации–цветения растений. Так, в 2003 г. на сортах Дарёнка, Русский сувенир и Луговской, без проращивания, зафиксирована наибольшая распространённость ризоктониоза – 21,1–23,6–12,1%. При этом в критический для развития болезни период бутонизация–цветение растений выпало наибольшее за годы исследований количество осадков 84,7–75,7–96,8 мм.

В 2002 г. самое большее количество выпавших осадков в данный период отмечено на сорте Дарёнка – 23,4 мм, что также способствовало значительному распространению ризоктониоза в контрольном варианте – 16,0%, в сравнении с другими сортами.

Данные 2004 г. подтверждают выявленную в предыдущие годы закономерность. Выпадение осадков в фазу бутонизация–цветение растений в количестве 44,8–53,2–67,7 мм способствовало распространённости болезни в контрольном варианте без проращивания до 10,5–14,3–7,6%.

Проращивание клубней на изучаемых сортах способствовало уменьшению развития ризоктониоза, в среднем по вариантам опыта в 1,3–2,3–1,4 раза в сравнении с вариантом, где не проводили проращивание.

Применение систем защиты, в которых предусматривается протравливание семенного материала химическими и биологическими препаратами, а также опрыскивание растений в период вегетации против болезней и вредителей, способствовало снижению клубневой инфекции.

Так, на сортах Дарёнка, Русский сувенир и Луговской при применении химической защиты без проращивания в среднем за три года распространённость ризоктониоза уменьшалась в 4,3–1,8–3,0 раза, на фоне проращивания – в 3,5–6,2–3,8 раза; при биологизированной системе – в 3,9–2,6–2,6 и в 2,1–2,6–2,6 раза, соответственно. Биологическая эффективность химических защитных мероприятий без проращивания составила 76,7–72,7–66,7%, на фоне проращивания – 71,6–83,8–73,7%; при биологизированной защите 74,2–60,9–61,5% и 52,6–61,8–61,8% соответственно.

В ходе дисперсионного анализа установлено существенное различие в поражённости болезнью между контролем и системами защиты, пророщенными и непророщенными клубнями.

Таким образом, при изучении защитных мероприятий в подавлении ризоктониоза на клубнях доказана их высокая эффектив-

ность – от 52,6 до 83,8%. Невысокой интенсивности развития болезни – от 6,5 до 7,0 баллов (до 10% площади поверхности клубня под склероциями) способствовало также возделывание картофеля в четырёхпольном специализированном севообороте по предшественнику – горчицы белой, повышающей, как известно, фунгистазис почвы.

Проявление парши обыкновенной. Парша обыкновенная клубней картофеля – широко распространённое и вредоносное заболевание [6,8]. Она встречается повсеместно, в том числе и в зоне Среднего Поволжья. Из изучаемых сортов сильнее поражался болезнью Русский сувенир. Распространённость (P) парши обыкновенной на этом сорте в среднем составила без проращивания 21,1%, при проращивании – 13,9%, при интенсивности (R) – 5,1–4,9 балла. На сорте Дарёнка показатель P составил 4,8–3,4%, R – 6,0–5,8 балла, на сорте Луговской P – 1,9–1,9%, R – 5,4–6,0 балла соответственно.

На изучаемых сортах распространённость парши обыкновенной в жарких и засушливых условиях 2002 г. в среднем (непроращенный, проращенный семенной материал) превышала показатели 2003–2004 гг. с более влажным вегетационным периодом в 3,4 и 2,8 раза.

Ряд авторов считают, что снизить поражение клубней возбудителями парши можно путём создания высокой влажности почвы в начальный период клубнеобразования. По данным А.С. Воловика, А.Б. Борисенок (1984) – цит. по Иванюк и др. (2003), при поливе более интенсивно разлагается органическое вещество за счёт усиления действия микрофлоры почвы, обеспечивается лучший доступ всех элементов питания растений, что повышает их устойчивость к болезням, активизируются антагонисты – бактерии и грибы, то есть создаются неблагоприятные для протекания процесса заражения и развития заболевания условия. По данным наших исследований, в фазу бутонизация – цветение, при влажности почвы (по горизонтам почвенных проб до 30 см) от 27,6 до 28,2% (2003 г.) и от 27,1 до 28,9% (2004 г.) против 27,5 и 23,0% (2002 г.) подтверждается данный факт снижения заболеваемости клубней паршой обыкновенной.

Проращивание снижало распространённость болезни в среднем по вариантам опыта на сортах Дарёнка, Русский сувенир и Луговской в 1,1–1,3–2,1 раза.

Применение химической защиты на сортах Дарёнка, Русский сувенир и Луговской позволило снизить распространённость заболевания без проращивания в 3,7–1,7–1,3 раза, на фоне проращивания – в 1,9–1,6–4,8 раза; при биологизированной защите – в 4,0–2,2–2,1 раза и в 3,8–1,5–3,2 раза. При этом биологическая эффек-

тивность при химической защите за годы исследований составила: без проращивания 72,9–42,2–21,0%, при проращивании – 47,1–38,8–52,6%; при биологизированной системе защиты – без проращивания 75,0–53,6–78,9% и при проращивании – 73,5–33,8–68,4% соответственно.

Таким образом, при невысокой распространённости на клубнях парши обыкновенной эффективны были обе системы (исключение – низкая биологическая эффективность 21,0% при применении химической защиты на сорте Луговской без проращивания клубней). При более высоком поражении болезнью сорта Русский сувенир эффективность защитных мероприятий снижается. При этом наибольшая степень защиты отмечена в варианте с биологизированной системой (без проращивания) – 53,6%. Следует отметить, что в 2002 г. приём проращивания уменьшал развитие болезни. В 2003 г. отмечается тенденция увеличения поражённости паршой обыкновенной на фоне проращивания в контрольном варианте и при химической защите. В 2004 г. проращивание практически не изменяло показатель поражённости болезнью. Очевидно, это связано с тем, что в 2003 г. из-за выпадения большого количества осадков в третьей декаде августа (108,2 мм) затягивались календарные сроки уборки картофеля. Высокая влажность почвы не способствовала более быстрому созреванию клубней в вариантах как с непроросщенными так и с пророщенными клубнями, делая их восприимчивыми к клубневой инфекции более длительное время. В 2004 г. период уборки наступал несколько раньше и был более засушливым (август месяц – 33,4 мм осадков) в сравнении с 2003 г.

Проявление серебристой парши на сорте Луговской. Полученные нами результаты клубневого анализа дают возможность сделать вывод о том, что серебристая парша проявляется неравномерно по сортам и по годам исследований. Поражённость клубней сортов Дарёнка и Русский сувенир отмечена в единичных случаях, а по сорту Луговской в среднем за три года – 19,4–13,1% (в контроле). Наименьшая распространённость серебристой парши – 5,9%, интенсивность – 7 баллов (контрольный вариант, при проращивании) зафиксирована в 2002 г. Серебристая парша на клубнях наиболее интенсивно развивается в годы с обильными и частыми осадками в период клубнеобразования и уборки картофеля. Как и в случае с ризоктониозом, большее количество осадков, выпавших в 2003 г. в фазу бутонизации–цветения и уборки, способствовало большей распространённости заболевания (непророщенные, пророщенные семенные клубни) – 37,5 и 26,9%, при интенсивности 5 и 6 баллов в контрольном варианте в сравнении с 2002 и 2004 гг.

Проращивание уменьшало распространённость болезни в среднем по вариантам опыта в 1,3 раза.

Применение систем защиты значительно снижало поражённость серебристой паршой. Входящие в их состав протравители, а также весь комплекс защитных мероприятий позволили снизить распространённость болезни в среднем за три года: без проращивания при химической защите в 2,3 и при биологизированной системе – в 1,9 раза; на фоне проращивания – в 2,1 и 1,4 раза, соответственно. Биологическая эффективность при химической защите, без проращивания составила 55,7%, при проращивании – 52,7%, а при биологизированной, существенно ниже – 48,5 и 30,5%.

В ходе дисперсионного анализа установлено, что поражённость болезнью в контрольном варианте существенно отличается от вариантов с системами защиты, во-первых, и, во-вторых, приём проращивания значительно снижает развитие болезней.

Таким образом, эффективность изучаемых систем защиты в подавлении болезней картофеля, таких как фитофтороз, РСП, сухая гниль, ризоктониоз, парша обыкновенная, парша серебристая зависит от устойчивости сорта, инфекционной нагрузки, применения проращивания клубней и складывающихся метеорологических условий вегетационного периода.

Так, ботва всех изучаемых сортов поражалась фитофторозом. Установлено, что при эпифитотийном развитии болезни предпочтение следует отдавать химической защите. Наибольшая устойчивость к фитофторозу отмечена у сорта Луговской. При невысоком развитии болезни, на данном сорте, наряду с химической защитой возможно применение биологизированной системы в сочетании с проращиванием клубней.

При подавлении ранней сухой пятнистости картофеля на восприимчивом сорте Дарёнка эффективнее была химическая система. На более устойчивых к болезни сортах Русский сувенир и Луговской альтернативой химической защите может служить биологизированная.

Распространённость клубневой инфекции (сухая гниль, ризоктониоз, парша обыкновенная, серебристая парша на сорте Луговской) на сортах Дарёнка, Русский сувенир и Луговской, за годы исследований, в контрольном варианте без проращивания составила 25,8–38,4–39,0%, на фоне проращивания – 15,6–23,5–29,9% соответственно. Характерными болезнями для изучаемых сортов были: ризоктониоз на Дарёнке (Р – 15,9–9,5%; R – 6,9–6,8 балла), парша обыкновенная на Русском сувенире (Р – 21,1–13,9 %; R – 5,1–4,9 балла), сухая гниль и парша серебристая на Луговском (Р – 8,1–7,3% и Р – 19,4–13,1%; 5,7–6,4 балла). Биологизированная система эффективно, на уровне эталона, снижала развитие данных заболеваний на сортах Дарёнка и Русский сувенир. Однако на сорте Луговской при подавлении парши серебристой и ризоктониоза лучшей

была химическая защита (исключение составил вариант без проращивания при применении химической защиты, биологическая эффективность в подавлении парши обыкновенной была ниже, чем при биологизированной защите).

Проращивание клубней оказало положительное влияние не только на рост и развитие растений, но и повышало уровень химической и биологизированной защиты. В итоге, на сорте Луговской на фоне проращивания, при невысокой интенсивности развития фитофтороза и макроспориоза, наряду с химической защитой возможно применение биологизированной системы. Самый здоровый клубневой материал был получен при использовании пророщенных клубней.

Заключение. Проращивание семенного материала способствовало уменьшению поражаемости клубней картофеля болезнями: распространённость сухой гнили снижалась в 1,1–1,9 раза, ризоктониоза – 1,3–2,6, парши обыкновенной – 1,3–2,1, серебристой – 1,5 раза.

Применение биологизированной системы способствовало эффективному подавлению ранней сухой пятнистости на ботве и инфекции на клубнях среднераннего сорта Русский сувенир.

При возделывании раннего сорта Дарёнка биологизированная система защита уступала химической в эффективности подавления ранней сухой пятнистости при сильном её развитии.

Эффективность биологизированной системы в сравнении с химической защитой при выращивании среднеспелого сорта Луговской была выше при листовой инфекции и слабее – при клубневой.

Для защиты сорта Дарёнка от клубневой инфекции при низком её развитии возможно применение фитоспорина-М + гумми-80, от листовой (РСП) – химических препаратов (акробат МЦ, дитан М-45). Пластичность сорта Русский сувенир позволяет применять биологизированную систему защиты несмотря на уровень поражённости болезнями. На сорте Луговской применение биологизированной системы возможно при защите от листовой инфекции, химической – от клубневой. В годы эпифитотий фитофтороза на всех сортах целесообразнее применять химическую защиту.

Литература

1. Билай В.И. Справочник. Микроорганизмы – возбудители болезней растений. Киев.: Наукова думка, 1988. – 550 с.

2. Воловик А.С., Глез В.М., Седова В.И. Методические указания по применению пестицидов в биологизированной системе защиты картофеля от болезней и вредителей. – М., ВНИИКХ, 2000. – С. 13.

3. Иванюк В.Г., Александров О.Т., Калач В.И. Агротехнические способы борьбы с ризоктониозом картофеля // Защита и карантин растений, 2001. – № 11. – С. 18-19.

4. Иванюк В.Г., Банадысев С.А., Журомский Г.К. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. Минск: РУП «Белорусский НИИ картофелеводства». 2003. – 525 с.

5. Райлло А.И. Под ред. Горленко М.В. Грибы рода Фузариум. – М.: Гос. Изд. Сельскохозяйственной литературы, 1950. – 415 с.

6. Седова В.И. Обыкновенная парша картофеля // Защита и карантин растений, 2001. – № 11. – С. 39.

7. Хенк Ван де Хаар, Эрик Схиппер. Как предупредить распространение парши серебристой на картофеле // Картофель и овощи, 2004. – № 1. – С. 12.

8. Шкаликов В.А., Белошапкина О.О., Букреев Д.Д., Горбачев И.В., Джалилов Ф.С.-У., Корсак И.В., Минаев В.Ю., Стройков Ю.М. Защита растений от болезней – М.: КолосС, 2004. – 255 с.

9. Ulrich Steck, Michael Zellner. Integrierter Pflanztnschutz praxisgerecht. Kartoffelkrankheiten. LBP, München, 1994, 5 Aufl.

———

УДК 632.934:635.21

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ОТ БОЛЕЗНЕЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

И.И. Плужникова, Ю.Н. Лысенко, Н. Ю. Лысенко

В статье приводитеся сравнительная оценка эффективности препаратов для защиты различных сортов картофеля от болезней – Дитан М-45 и Акробат Мц, биологический препарат фитоспорин, биостимуляторы защитного действия Иммуноцитофит и Экост 1 ГФ – в условиях Средне-Волжского региона.

Введение. Картофель – одна из важнейших продовольственных культур. По общему валовому сбору в Российской Федерации он занимает второе место после зерновых культур.

Резервом повышения эффективности производства картофеля остаются вопросы защиты растений от вредных организмов. Защита растений должна ориентироваться на такие принципы как эффективность, агроэкологическая адаптивность, интегрированность, многовариантность, экологичность и экономичность. Для подавления болезней на ботве и клубнях наряду с применением современных химических средств особое внимание следует уделять биологическим препаратам и регуляторам роста с эффектом стимуляции иммунитета растений. Биологизированный метод позволит снизить пестицидную нагрузку на окружающую среду при выраще-

вании картофеля на производственных посадках и приусадебных участках.

Методика и материалы. Исследования проводились в ОПХ «Михайловское» ПензНИИСХ в 1997–2000 гг. в четырёхпольном специализированном картофельном севообороте. Схема севооборота: 1 – картофель (среднеранний Свитанок киевский) + пожнивно озимая смесь (рожь + вика мохнатая); 2 – озимая рожь + озимая вика мохнатая на зелёный корм + поукосно картофель (ранний – Утёнок) летняя посадка; 3 – картофель (ранний – Утёнок) + пожнивно горчица на зелёное удобрение; 4 – картофель (среднепоздний Лорх).

Объектом исследований в опыте являлись сорта картофеля по полям севооборота: Свитанок киевский, Утёнок, Лорх на естественном и удобренном фонах.

Почва опытного участка – чернозём выщелоченный тяжёлосуглинистый, на начало закладки опыта имела следующие агрохимические показатели: содержание гумуса в пахотном слое – 8,2% (по Тюрину); $pH_{сол.}$ – 5,3; содержание подвижного фосфора – 285 и обменного калия – 181 мг в 1 кг почвы (по Чирикову). Сумма поглощенных оснований 44,7 мг/экв на 100 г почвы.

В борьбе с болезнями картофеля оценивались защитные свойства биостимуляторов Экост 1ГФ – 0,5 г/100 л; Иммуноцитофит – 0,45 г/4т и 0,45 г/га; биологического препарата Фитоспорин – 0,1 кг/т и 0,5 кг/га, химических препаратов Дитан М-45, 80% СП – 2 кг/т и 1,6 кг/га, Акробат Мц, 69% СП – 2 кг/га. Схема опыта (3×5×2) ×3.

Обработку клубней и растений проводили согласно схеме эксперимента, ранцевым опрыскивателем «Нептун-15». Расход рабочей жидкости при протравливании семенного картофеля – 5 л/т, при опрыскивании вегетирующих растений – 400 л/га.

Общая площадь делянки 33,6 $м^2$, учётной – 25 $м^2$. Повторность опыта – трёхкратная. Размещение делянок систематическое.

Учёты, наблюдения и анализы проводились по общепринятым методикам. Клубневой анализ, структура урожая по ГОСТу 11856-89. Поражённость картофеля болезнями по методике ВАСХНИЛ (1991), ВНИИКХ (1995).

Результаты исследований. Метеорологические условия вегетационного периода в годы проведения исследований различались. 1997 г. оказался наиболее благоприятным для получения хорошего урожая картофеля. В мае и июне уровни среднесуточных температур воздуха и осадков соответствовали среднемноголетним показателям, без резких перепадов по декадам. Однако в период прохождения основных фенофаз (бутонизация и цветение) установилась сухая погода. В июле выпало 26,7 мм осадков – 43% от нормы, в первой декаде августа осадки отсутствовали. Прошедшие до-

жди во второй декаде августа (27,5 мм) уже не смогли положительно повлиять на формирование урожая среднераннего сорта Свитанок киевский. ГТК вегетационного периода имел показатель 0,8, что соответствует умеренно засушливым условиям.

Метеоусловия 1998 г. были благоприятными для посадки и прорастания картофеля. В мае выпало 55,9 мм осадков при норме 50 мм, температура воздуха превысила на 1,5°С среднемноголетний показатель. В дальнейшем установилась сухая и жаркая погода. Так, в июне выпало всего 17,7 мм осадков (32% от нормы) при температуре воздуха на 3,5°С выше среднемноголетних показателей. В июле температура воздуха наблюдалась на 1°С выше среднемноголетней нормы, осадков выпало всего 28,6 мм, при среднемноголетнем значении 62 мм. Максимальные дневные температуры воздуха в июне – июле находились в пределах 26,0–38,5°С. Растения растений сильно угнетались, были низкорослыми. Обильные осадки, выпавшие во второй и третьей декаде августа, 74 мм против нормы 30 мм, уже не смогли положительно повлиять на формирование урожая клубней раннего сорта Утёнок и среднераннего Свитанок киевский. ГТК вегетационного периода 1998 г. составил 0,8.

В 1999 г. за вегетационные период выпало 256 мм осадков при среднемноголетнем значении 268 мм (96%). Однако их выпадение по периодам вегетации отличалось крайней неравномерностью. Если в мае выпало 67 мм осадков (134% от нормы), в июне всего 8,6 мм (15,6%), в июле – 86% от среднемноголетних показателей. При этом температуры воздуха в июне и июле превысили норму на 2,6°С и 2,9°С. Растения очень сильно угнетались и не смогли сформировать достаточную надземную биомассу и листовую поверхность. ГТК 1999 г. составил 0,8, что характеризует год как умеренно засушливый.

В 2000 г. в мае месяце выпало 37,5 мм осадков, что близко к среднемноголетним значениям (86%), в июне и в июле данный показатель составил 116,0 и мм 78,9 (223 и 126%). Гидротермический коэффициент за 2000 г. равен также 0,8.

В ходе проведённых клубневых анализов установлено что клубни ежегодно поражались черной паршой (ризоктониозом), хотя в период вегетации развитие болезни было слабым. Заболевание в значительной мере зависело от внешних факторов и колебалось по годам. Высокая влажность почвы и низкие температуры воздуха июля–августа месяцев (2000 г.) способствовали увеличению на 84 и 65% поражённости ризоктониозом клубней нового урожая сортов Свитанок киевский и Лорх, а интенсивность возрастала по всем сортам до 3 баллов (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние препаратов на поражённость клубней картофеля болезнями

Год	Варианты опыта	Сухая гниль		Ризоктониоз		Сухая гниль		Ризоктониоз		Сухая гниль		Ризоктониоз	
		осень	весна	P, балл	R, %	осень	весна	P, балл	R, %	осень	весна	P, балл	R, %
		Утёнок				Свитанок киевский				Лорх			
1998	Контроль (без обработок)	2,0	2,8	5	18	6,0	11,0	5	40	2,0	2,0	5	13
	Дитан М-45 Акробат Мц	0,5	0,8	7	0,7	4,0	5,1	6	19	0,5	1,0	7	3
	Фитоспорин	0,5	1,2	7	7	3,8	4,2	6	30	1,3	1,8	7	3
	Иммуноцитофит	2,0	1,0	7	10	3,3	7,1	6	31	1,0	1,4	7	5
	Экост 1 ГФ	3,3	2,7	7	7	4,0	8,0	6	38	2,0	2,0	7	10
1999	Контроль (без обработок)	4,2	7,8	5	52	0	0	0	0	5,0	9,9	5	33
	Дитан М-45 Акробат Мц	0,6	2,1	5	16	0	0	0	0	0,5	1,0	7	1,5
	Фитоспорин	1,8	3,1	6	33	0	0	0	0	0,16	2,4	5	5
	Иммуноцитофит	2,3	2,8	6	40	0	0	0	0	0,5	2,0	6	6
	Экост 1 ГФ	0,8	2,0	6	23	0	0	0	0	3,0	3,0	5	15
2000	Контроль (без обработок)	2,9	3,7	3	37	3	3,5	3	84	2,4	3,5	3	65
	Дитан М-45 Акробат Мц	1,1	0,5	5	11	1,3	1,5	5	25	0,9	0,3	5	17
	Фитоспорин	1,8	1,5	3	13	1,0	0,8	5	25	1,6	1,3	5	18
	Иммуноцитофит	1,0	0,7	5	12	1,5	1,5	5	28	1,2	1,5	5	18
	Экост 1 ГФ	1,8	1,0	5	10	0,9	1,0	5	25	1,8	1,5	5	20

В системе защитных мероприятий для получения свободного от грибной инфекции посадочного материала нами предусматривалось протравливание клубней картофеля как химическим препаратом Дитан М-45, так и биологическим Фитоспорин, а также биостимуляторами защитного действия Иммуноцитофит и Экост 1 ГФ.

Проведённые исследования свидетельствуют о неодинаковой эффективности различных средств защиты в зависимости от сорта и инфекционной нагрузки.

На сортах Утёнок и Свитанок киевский при высоком развитии ризоктониоза на клубнях (33–84%) применение препарата Экост 1 ГФ обеспечивало снижение поражённости в 2–3 раза по сравнению с контролем. На сорте Лорх инфекция лучше подавлялась при обработке Фитоспорином и Иммуноцитофитом. Распространённость заболевания уменьшалась в 4–6 раз. Химическая защита фунгицидом Дитан М-45 приводила к уменьшению поражённости болезнью в среднем по сортам в 5 раз. Однако при более низкой распространённости ризоктониоза (13–18%) на сортах Утёнок и Лорх изучаемые стимуляторы роста и биологический препарат обеспечивали сдерживание распространённость заболевания в 2–4 раза на уровне эталона (химической защиты).

Протравливание семенного материала изучаемыми препаратами предусматривало также защиту от сухой гнили, вызываемой грибами из рода *Fusarium* sp. Потомство от больных клубней, внешне здоровых, при хранении давало большое количество клубней поражённых фузариозной гнилью. Обработка препаратами Дитан М-45, Фитоспорин и Иммуноцитофит позволяло сдерживать распространённость заболевания в 2–8 раз по сравнению с контролем при хранении в зимний период.

Выращивание изучаемых сортов картофеля на фоне бактериального + минеральных + органического удобрений с применением протравителей способно снизить вредоносность сухой гнили в 1,5–2,0 раза.

Наибольший эффект от протравливания семенного материала сортов Утёнок и Лорх получен при использовании фунгицида Дитан М-45, при этом поражённость клубней (1998–2000 гг.) (нового урожая) уменьшалась до 0,5–2,1 и 0,3–1,0% против 2,8–7,8 и 2,0–9,9% в контроле. На сорте Свитанок киевский применение биологического препарата Фитоспорин (1998, 2000 гг.) обеспечивало более эффективное снижение распространённости заболевания до 4,2–0,8% по сравнению с химической защитой – 5,1–1,5%. В отдельные годы химической защите не уступал и биологизированный метод.

Таким образом, применение препарата Дитан М-45 давало возможность получить прибавку урожая к контролю от 12,4 до 29,4% (табл. 2).

Таблица 2 – Урожайность картофеля (т/га) в зависимости от применяемых схем защиты растений от болезней

Варианты опыта	Утёнок (1998-2000 гг.)			Свитанок киевский (1998,2000 гг.)			Лорх (1998-2000 гг.)		
	без удобрений	на фоне удобрений	% к контролю	без удобрений	на фоне удобрений	% к контролю	без удобрений	на фоне удобрений	% к контролю
Контроль (без обработок)	13,3	18,9	100	15,3	16,3	100	15,0	18,5	100
Дитан М-45 Акробат МЦ	16,6	24,4	129,1	17,5	21,1	129,4	17,7	20,8	112,4
Фитоспорин	16,0	18,6	98,4	16,6	17,5	107,4	17,0	22,1	119,5
Иммуноцитофит	16,1	18,1	95,8	15,1	16,5	101,2	15,7	22,5	121,6
Экост 1 ГФ	17,1	20,6	109,0	16,5	18,5	113,5	15,0	19,4	104,9
$НСР_{05}$	0,3	0,3	-	0,6	0,4	-	0,4	0,4	-

При возделывании сортов Утёнок и Свитанок киевский применение препарата Экост 1 ГФ, после эталона, обеспечивало получение прибавки к урожаю – 9,0–13,5%. При выращивании сорта Лорх эффективнее были препараты Фитоспорин и Иммуноцитофит, позволяющие получить дополнительно 19,5–21,6% урожая к контролю.

Проведённые исследования свидетельствуют о том, что применение комплекса бактериального + минеральных + органического удобрений способно снижать вредоносность болезни на сортах Утёнок, Свитанок киевский, Лорх в 1,2–1,8–2,0 раза соответственно. На высоком инфекционном фоне применение фунгицида Дитан М-45 уменьшает распространённость ризоктониоза в 4,5–4,6–4,7 раза соответственно. Обработка семенных клубней препаратами нового поколения – Экост 1 ГФ на сорте Утёнок и Свитанок киевский снижает исходные показатели зараженности в 3–2,7 раза соответственно, а иммуноцитофит, на сорте Лорх – в 2,8 раза. Вместе с тем, при более низком развитии заболевания биологизированные системы защиты способны сдерживать распространённость черной парши на уровне эталона. Несмотря на то, что Фитоспорин снижал поражённость ризоктониозом на раннем и среднераннем сортах в 2 раза, а на среднепозднем в 3 раза, прибавка урожая к контролю при применении биологического препарата была ниже других вариантов защиты, исключение составил 1998 г., когда из всех систем защиты

на сорте Лорх только биологическая схема позволила получить наибольшую прибавку урожая к контролю (+21%).

Основным заболеванием вегетирующего картофеля является фитофтороз. Проявлению и распространённости болезни на ботве растений способствует сочетание высокой влажности и прохладных ночей. Наибольшую потребность во влаге картофель испытывает в период интенсивного роста ботвы (июль), когда условия для развития болезни оптимальные. За все годы исследования, за исключением 2000 г., в июле выпал минимум осадков: 26,7–39,2 мм при норме 62,5 мм. Сумма осадков 1997–1999 гг. за июнь–август составила 114–126–123 мм и была ниже среднемноголетней (170 мм). Сухая погода данного периода препятствовала распространению фитофтороза. Выпадение в июле 2000 г. 78,9 мм осадков способствовало в дальнейшем позднему проявлению заболевания. Поражённость ботвы фитофторозом отмечена только в 2000 г. Заболевание проявилось во второй половине августа. Наиболее восприимчивым к листовой форме заболевания оказался сорт Утёнок, поражённость ботвы по 9-ти бальной шкале в контрольном варианте составила 2 балла. На раннем и среднераннем сортах поражённость составила 4 и 3 балла.

Наиболее эффективной была химическая защита (табл. 3). Применение Дитана М-45 и Акробата Мц позволило снизить степень развития болезни на всех сортах на 2 балла. За счёт химического метода (Дитан М-45 + Акробат МЦ) прибавки в урожае составили по сорту Утёнок – 21,5%, Свитанок киевский – 29,7%, Лорх – 11,0%. Применение препаратов фитоспорин и иммуноцитофит обеспечивало более высокий защитные эффект на сортах Утёнок. Прибавка урожая к контролю составила 15,5–18,0%. Обработка препаратом Экост 1 ГФ клубней сортов Утёнок и Свитанок киевский приводило к повышению урожайности на 18,0 и 20,7%.

Это даёт основание рекомендовать использование биостимулятора в качестве профилактического средства против фитофтороза в целях снижения пестицидной нагрузки.

Заключение. В условиях Средне-Волжского региона в зависимости от метеорологических условий, сорта и инфекционной нагрузки для защиты картофеля от болезней можно использовать наряду с химическими препаратами (Дитан М-45, Акробат Мц) биологический препарат фитоспорин, а также биостимуляторы защитного действия – Иммуноцитофит и Экост 1 ГФ. В борьбе с фитофторозом при его позднем и умеренном развитии эффективно применение следующей схемы фунгицидов протравливание клубней Дитаном М-45, первое (профилактическое) опрыскивание Акробатом Мц и повторное – спустя 10–14 дней, третье и четвёртое – Дитаном М-45.

Таблица 3 – Эффективность защиты вегетирующего картофеля от фитофтороза при позднем его развитии. Фон – удобрение, 2000 г.

Вариант обработки клубней и ботвы	Поражен. ботвы в баллах	Урожайность	
		т/га	% к контролю
	Сорт Утёнок		
Контроль (без обработок)	2	20,0	100,0
Дитан М-45 + Акробат Мц	4	24,3	121,5
Фитоспорин	3	23,1	115,5
Иммуноцитофит	3	23,6	118,0
Экост 1 ГФ	3	23,6	118,0
$НСР_{05}$	–	1,3	–
	Сорт Свитанок киевский		
Контроль (без обработок)	4	14,5	100,0
Дитан М-45 + Акробат Мц	6	18,8	129,7
Фитоспорин	5	15,6	107,6
Иммуноцитофит	4	12,9	89,0
Экост 1 ГФ	4	17,5	120,7
$НСР_{05}$	–	1,2	–
	Сорт Лорх		
Контроль (без обработок)	3	22,2	100,0
Дитан М-45 + Акробат Мц	5	24,4	111,0
Фитоспорин	4	22,5	101,4
Иммуноцитофит	5	24,4	109,9
Экост 1 ГФ	4	21,6	97,3
$НСР_{05}$	–	1,4	–

Против ризоктониоза, при его невысоком развитии, обработку клубней и посадок выгоднее проводить на сортах Утёнок, Свитанок киевский – Экостом 1 ГФ, на сорте Лорх – Иммуноцитофитом. Фузариозную инфекцию на клубнях картофеля эффективно подавляет Фитоспорин. Использование фитоспорина, а также многоцелевых стимуляторов роста и развития растений экологизирует производство картофеля и делает их применение незаменимым в индивидуальном секторе.

Литература

1. Анисимов Б.В. Картофелеводство России: производство, рынок, проблемы семеноводства. Совершенствование технологии возделывания картофеля // Пенза, 2000. – С. 3–12.

2. Воловик А.С., Трофимец Л.Н., Долягин А.Б., Глез В.М. – Методика исследований по защите картофеля от болезней, вредителей и сорняков. – М., 1995.

3. Иванюк И.Г., Банадысев С.А., Журомский Г.К. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. – Мн.: РУП «Белорусский НИИ картофелеводства». – 2003. – 550с.

4. Захаренко В.А. Развитие защиты растений и её научного обеспечения // Сельскохозяйственная биология. – № 1. – 2003. – С. 93–107.

5. Зейрук В.Н., Олойник В.В. Экологизация приёмов защиты и хранения картофеля // Защита и карантин растений. – № 6. – 2000. – С. 50–51.

6. Новожилов К.В. Некоторые направления экологизации защиты растений // Защита и карантин растений. – № 8. – 2003. – С. 14-16.

7. Шестеперов А.А. Кузмичев А.А. Вопросы защиты картофеля от вредных организмов в хозяйствах разного типа // Вестник РАСХН. – № 6. – 2004.

———

УДК 635.21:631.527

О ПОДХОДАХ К ОРГАНИЗАЦИИ СЕЛЕКЦИОННОЙ РАБОТЫ С КАРТОФЕЛЕМ

И.В. Кабунина, А.А. Кабунин

В работе изложены принципы организации селекции картофеля на основе творческого взаимодействия различных научных учреждений. Показан опыт успешной работы Пензенского НИИСХ в создании новых сортов картофеля для Средневолжского региона.

Картофель в России традиционно многие годы был и остаётся сегодня вторым по значению продуктом питания. В современных экономических условиях большинство регионов России стремится обеспечить себя продукцией картофелеводства самостоятельно. Причин для этого достаточно много. Обеспечение регионов привозным картофелем сопряжено с организацией громадных, в сотни тысяч тонн, перевозок с использованием специально оборудованного транспорта. Свежий картофель затруднительно или невозможно транспортировать в зимнее время. При массовых перевозках велики потери продукции и её качества в связи с увеличением механических повреждений. Необходимо учитывать сложившиеся вкусовые и иные предпочтения населения (в одних регионах традиционно потребляют красноклубневый картофель, в других – белоклубневый и т.д.) и многое другое.

Картофель в России выращивается практически повсеместно и основная масса его (97%) производится в личных подсобных хозяйствах населения. Учитывая разнообразие природно-климатических условий, в которых эту культуру возделывают, актуальной задачей является селекция новых сортов картофеля различных групп спелости и направлений использования, обладающих высо-

кой адаптивностью к условиям возделывания в конкретных агроэкологических условиях различных регионов [1,2].

Во времена плановой экономики и госбюджетного финансирования эта задача решалась достаточно просто. Страна была охвачена широкой сетью научных учреждений, в значительной части которых осуществлялись государственные или региональные программы по созданию новых сортов картофеля.

Сегодня, в условиях развивающихся рыночных отношений, дефицита бюджетных ресурсов, расширяющихся процессов приватизации в АПК положение существенно изменилось. Происходит неуклонное сокращение числа государственных научных учреждений, бюджетного финансирования НИР, в том числе и работ по созданию новых сортов картофеля.

В сложившейся обстановке законы экономики неизбежно ведут к возникновению различного рода негосударственных организаций и предприятий, осуществляющих функции научного обеспечения различных отраслей аграрного производства. По сути, они аналогичны существующим за рубежом научным центрам, селекционно-семеноводческим фирмам и т.п. Однако на современном этапе трансформации экономики главной проблемой отечественных научно-технических формирований является финансирование их научно-исследовательской деятельности.

Таким образом, одно из важнейших условий эффективной работы и самого существования как государственных, так и других научно-технических организаций – максимальное снижение издержек на выполнение НИР.

Селекционная работа с культурой картофеля состоит из ряда объективно необходимых этапов, в которые входит формирование, поддержание и изучение коллекции родительских форм, подбор родительских пар, проведение скрещиваний и создание исходного материала, испытание, оценка и отбор селекционных гибридов. При этом продолжительность и стоимость этапов селекции, предшествующих непосредственной селекционной оценке и отбору перспективных образцов чаще всего многократно выше. Эта работа требует специально подготовленной материально-технической базы, оборудования, большого числа высококвалифицированных специалистов.

Известно, что для создания высокопродуктивного сорта с максимальной приспособленностью к условиям возделывания, селекцию необходимо вести непосредственно в регионе, где этот сорт предполагается использовать. Учитывая широкий ареал возделывания картофеля, селекционную работу с картофелем следует организовать в каждом агроклиматическом регионе или зоне, где картофелеводство является хозяйственно-значимой отраслью.

До сего времени этим занимались достаточно крупные научно-исследовательские учреждения или центры, где процесс создания новых сортов осуществляли по полной схеме, начиная с формирования и изучения коллекции и т.д. При этом, картофель, как вегетативно размножаемая культура, позволяет широко использовать в регионах сокращенную схему селекционной работы. Ведь эффективность селекции этой культуры в конкретном регионе зависит, главным образом, от количества и генетического разнообразия изучаемых исходных образцов. И совершенно неважно, где и в каких условиях поддерживалась коллекция, подбирались родительские пары, проводилась гибридизация. Генетическая стабильность селекционных гибридов картофеля позволяет получать их в одном месте и распространять практически по всем регионам, для которых необходимо создание новых сортов.

Имеется уже достаточно большой опыт организации селекции картофеля на подобных принципах. С начала 80-х годов XX века целый ряд научных учреждений, расположенных в различных регионах России, в том числе Пензенский НИИСХ, выполняют работу по селекции картофеля на основе исходного материала (гибридов картофеля), созданного в селекцентре ВНИИКХ. В различных регионах селекционную оценку проходили почти идентичные наборы исходных образцов. Различия в них были обусловлены особенностями условий региона, требующими создания, например, фитофтороустойчивых, засухоустойчивых, или, наоборот, устойчивых к избыточному увлажнению сортов.

Поскольку практически все эти НИУ входят в состав Россельхозакадемии, организационно-правовой основой совместной работы были простые двусторонние договора о творческом сотрудничестве, предусматривающие разделение обязанностей сторон и долю авторства учреждений на новые сорта. Такое сотрудничество научных учреждений позволило существенно расширить агроэкологические границы оценки созданного гибридного материала, резко повысить эффективность его использования и, главное, значительно увеличить количество выведенных сортов. По данным учёных ВНИИКХ за время сотрудничества различных НИУ по такой схеме было создано более 20 новых сортов для условий разных регионов [3, 5].

Кроме того, стало возможным развернуть полноценную селекционную работу с картофелем даже в тех региональных НИУ, где до этого, ввиду отсутствия надлежащего финансирования, материально-технической базы, высококвалифицированных кадров и опыта работы селекцию этой культуры вести было просто невозможно.

Так в результате работы, начатой в 1989 г., коллектив лаборатории селекции картофеля Пензенского НИИСХ (создана в 1993 г.)

уже в 1996 г. передал в государственное испытание новый раннеспелый сорт картофеля Утёнок. К настоящему времени в результате сотрудничества с селекционерами ВНИИХ выведены ещё ряд сортов: раннеспелые – Дарёнка и Баритон, среднеранние – Рамзай и Русский сувенир. На сегодняшний день включены в государственный реестр селекционных достижений сорта Утёнок (с 1998 г.) и Рамзай (с 2002 г.) – по Средневолжскому региону, Русский сувенир (с 2005 г.) – по Средневолжскому и Северо-Кавказскому регионам. Переданы в государственное испытание новые сорта Тёща (среднеранний), Батя (среднеспелый), Матушка (среднеранний) [4]. Выделен целый ряд новых перспективных сортообразцов.

Всего за время совместной селекционной работы прошли изучение более 52 тысяч селекционных номеров картофеля. Указанный объём работы выполняется небольшим коллективом из 6-10 работников, практически половина которых – техники.

Исходя из изложенного, можно предложить более эффективную схему организации селекционной работы с картофелем в масштабах Российской Федерации. Её основные принципы не исключают и активного участия в работе (на договорной основе) научных учреждений других государств (например, Беларуси, Украины, Казахстана и др.)

Источником генетического материала, безусловно, может быть ВИР, формирующий и сохраняющий мировой генофонд культуры картофеля, и другие крупные научные центры, выполняющие такие функции.

Следующей структурой должны стать 3-5 крупных и хорошо оснащенных селекционно-генетических центров. Ими могут быть, например ВНИИКХ, тот же ВИР, Белорусский институт картофелеводства, крупные НИУ в Сибирском и Дальневосточном регионах. Главный критерий подбора таких центров – оснащенность, наличие высококвалифицированных кадров селекционеров-генетиков и благоприятных агроэкологических условий для проведения гибридизации и выращивания первого клубневого поколения гибридов картофеля.

Основная функция центров – получение большого количества гибридов картофеля с максимальным генетическим разнообразием для различных направлений селекционной работы. Выращенный исходный материал будет комплектоваться в различные по объёму и направленности селекции наборы, которые будут поставляться региональным НИУ для продолжения селекционной работы на договорных условиях.

Договора должны включать вопросы оплаты за переданный исходный материал, условия обмена информацией о результатах селекционной оценки передаваемого материала, распределения

долей авторства, правообладания, совместного пользования новыми сортами и т.д.

На этапе формирования новой схемы селекции финансирование таких селекционно-генетических центров должно быть государственным. Их небольшое количество позволит сконцентрировать бюджетные средства и обеспечить высокий научно-технический уровень деятельности. В дальнейшем, с развитием экономики и усилением влияния инновационных структур, доля прямого государственного финансирования может быть сокращена за счёт перехода на систему грантов, привлечения инвестиций заинтересованных компаний, венчурного капитала, финансовой поддержки различных негосударственных институтов – фондов, ассоциаций и т.д.

Наличие нескольких центров по созданию исходного материала для селекции картофеля обеспечит высокий научно-технический уровень их работы за счёт взаимной конкуренции и в то же время позволит независимо развиваться различным научным школам и направлениям селекции.

Заключительным этапом предлагаемой схемы организации селекционной работы с картофелем будут расположенные непосредственно в регионах научные учреждения и научно-технические предприятия (НТП) различных организационно-правовых форм. Их задача – непосредственно в агроэкологических условиях регионов предполагаемого возделывания новых сортов произвести комплексную селекционную оценку полученных гибридных образцов, отбор лучших перспективных номеров, их испытание, размножение, обеспечение процедур государственной регистрации и правовой защиты селекционных достижений.

Предлагаемая схема организации селекции картофеля не требует наличия в региональных научно-технических формированиях особых производственных условий и материально-технической базы, а весь объём селекционной работы может выполняться силами небольших коллективов квалифицированных специалистов.

Немаловажно и то, что к выполнению этой работы, при новой схеме организации селекции картофеля, могут подключиться малые научно-технические предприятия, индивидуальные предприниматели-селекционеры, квалифицированные владельцы крестьянско-фермерских хозяйств и др. При надлежащем уровне квалификации и равной эффективности труда себестоимость их работы будет существенно ниже себестоимости работы учёных и специалистов НИУ за счёт снижения издержек на общехозяйственные расходы, управление и прочие статьи расходов.

Финансирование селекционной работы в регионах может быть построено на основе поддержки региональных бюджетов различных уровней, грантов, инвестиций заинтересованных агрофирм и компаний, вложений крупных производителей картофеля, поступлений роялти от использования выведенных сортов и т.д.

Все экономико-правовые вопросы, возникающие во взаимоотношениях структурных подразделений предлагаемой схемы селекции, касающиеся оплаты за выполненные для партнёров по совместной деятельности работы, распределения долей авторства, правовой охраны, совместного правообладания и использования селекционных достижений и других аспектов могут быть легко урегулированы на основе действующего гражданского законодательства РФ и Закона «О селекционных достижениях».

Предлагаемая схема организации селекционной работы с культурой картофеля, по нашему мнению, может существенно снизить суммарные издержки на создание новых сортов картофеля, вовлечь в финансирование НИР коммерческие капиталы, повысить эффективность использования создаваемого исходного материала и результативность селекции.

Литература

1. Анисимов, Б.В. Картофелеводство России: производство, рынок, проблемы семеноводства / Б.В. Анисимов.// Информ. бюллетень МСХ и продовольствия РФ. – Вып. 3-4. – М., – 2000., – С. 32-37.

2. Анисимов, Б.В. Сортовые ресурсы и качество семенного картофеля / Б.В. Анисимов. – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2001. – 117 с.

3. Вопросы картофелеводства. Сб. науч. трудов научно-практической конференции "Научное обеспечение картофелеводства России: состояние, проблемы" (к 70-летию ВНИИКХ), 8-10 октября 2001 г. – М.:ВНИИКХ, Россельхозакадемия, 2001, 476 с.

4. Кабунина, И.В. Проблемы оценки сортов картофеля. / И.В. Кабунина // Современные проблемы перспективы развития экономики, организации и управления предприятиями, отраслями и комплексами народного хозяйства: Матер. I Всерос. науч.-практ. конф. Пенза, 2007. – С 9-12.

5. Картофель России, т.3 / Под ред. А.В. Коршунова. – М., 2003, – 1535 с.

УДК 635.21:631.524.84

МОРФОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ КАРТОФЕЛЯ В СРЕДНЕВОЛЖСКОМ РЕГИОНЕ

О.А. Догуревич, А.А. Кабунин

В результате изучения ряда морфологических признаков растений картофеля и их связей с показателями продуктивности показаны пути оптимизации методики селекционного процесса картофеля на адаптивность и продуктивность.

Картофель – один из важнейших источников продовольствия. Создание сортов этой культуры с высоким потенциалом продуктивности и адаптивности, приспособленных к условиям среды определённой климатической зоны, – главная цель селекционных программ.

Прямой отбор высокопродуктивных форм только по конечному урожаю в данном случае не является эффективным, так как снижает адаптивные возможности организма. Отбор не может быть односторонним, а должен основываться на биологической природе организма в целом.

Для успешного решения этой задачи необходим широкий поиск признаков и свойств растений – морфологических, физиологических, анатомических, биохимических, связанных с продуктивностью. Тесты, на основе которых ведутся оценки селекционного и исходного материала в практической селекции, должны совершенствоваться (Маханько Л.А., 1988).

Морфологические отличия сортов, гибридов, видов указывают на отличия физиологические и вызываются ими (Синская Е.Н., 1948, Альсмик П.И., 1979). Также в морфологическом облике растений (облиственности, характере листовой пластинки, строении куста, развитии корневой системы и т.д.) всегда находит отражение характер экологических условий. Таким образом, морфологические отличия могут быть использованы как критерии, характеризующие физиологию растений (в т.ч. особенности продукционного процесса) и их приспособленность к агроэкологическим условиям.

Для использования в практической селекции более всего подходят именно морфологические и биометрические критерии, легко определяемые глазомерно или с помощью простейших измерительных приборов.

Целью нашего исследования было на основе изучения морфобиологических признаков и селекционных образцов картофеля гибридного происхождения разработать приёмы совершенствования методики селекции картофеля.

Данные исследования были проведены в Средневолжском регионе впервые.

Экспериментальные работы проводили в 2004–2006 гг. на полях селекционного картофельного севооборота ГНУ ПензНИИСХ. Почва опытного участка – чернозём выщелоченный тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Предшественник – озимая пшеница.

Подготовка почвы и агротехника выращивания картофеля – общепринятая для Средневолжского региона.

Объект исследований: селекционные гибриды картофеля, получаемые из селекцентра ВНИИКХ (более 100 образцов 55 гибридных комбинаций). Образцы прошли предварительную оценку и отбор в питомниках одноклубнёвок и клонов первого и второго годов. Исследования проводили последовательно в питомниках предварительного испытания, основного испытания 1 и 2 годов.

В селекционных питомниках гибриды высаживали однорядковыми и двухрядковыми делянками в трёхкратной повторности. Площадь делянок от 10 до 30 м^2. Схема посадки растений на делянках 70×35 см.

Метеорологические условия в годы проведения исследований существенно различались. Вегетационный период 2004 г. можно охарактеризовать как достаточно увлажнённый, а условия 2005–2006 гг. – как засушливые. Причём, в 2005 г. засушливой была вторая половина вегетации, а в 2006 г. – первая.

Температурный режим в годы проведения исследований был благоприятным для роста и развития растений картофеля, в т.ч. среднеспелых и среднепоздних форм: сумма эффективных температур составила 1959º, 2043º и 2301ºС соответственно в 2004, 2005 и 2006 гг. (для нормальной вегетации и созревания клубней среднеспелых и среднепоздних образцов картофеля необходима сумма температур 1800–2200º).

Селекционную работу вели в соответствии с «Методическими указаниями по технологии селекционного процесса картофеля» (ВНИИКХ, 1994).

Метод работы – индивидуальный клоновый отбор из гибридных комбинаций с последующей оценкой и испытанием клонов в селекционных питомниках.

Фенологические наблюдения, определение урожайности в динамике, учёт поражения растений болезнями, анализ содержания крахмала в клубнях выполняли согласно «Методике исследований по культуре картофеля» (НИИКХ, 1967) (пробу на раннее клубнеобразование выполняли через 55 дней после посадки). Оценку устойчивости к колорадскому жуку проводили визуально согласно «Методическим указаниям по массовой оценке селекционного материала картофеля на устойчивость к колорадскому жуку» (ВНИИКХ, 1994). Морфологи-

ческие признаки растений определяли на основе «Методики проведения испытаний картофеля на отличимость, однородность и стабильность по картофелю *Solanum tuberosum* L.» (Госсорткомиссия, 1995), монографии Л. И. Костиной «Руководство по апробации картофеля: справочное пособие» (1985), «Методическим указаниям по оценке отличимости, однородности, стабильности сортов картофеля и отбору отечественных сортов-эталонов» (ВНИИКХ, 2000). Для обработки результатов использовали табличный редактор Microsoft Excel.

Полученные данные обрабатывали методом группировок. Группы гибридов, сформированные по градациям признаков, сравнивали между собой по средним значениям показателей в группе. Оценку существенности разности выборочных средних групповых показателей выполняли по t-критерию Стьюдента для независимых выборок, где * – α=5%; ** – α=1%; *** – α=0,1%.

Статистическую обработку результатов исследований выполняли с помощью программы Statistica 6.0.

Для оценки характера взаимодействия количественных признаков с показателями продуктивности использовали корреляционный анализ (Доспехов, Б.А., 1985).

В процессе работы было изучено более 100 образцов по 27 признакам, в том числе срокам начала и продолжительности фенологических фаз.

Исследования показали, что сроки появления всходов, начала и продолжительности цветения обладают значительной вариабельностью в различных погодных условиях (признаки изменялись у 53,8%, 63,5% и 81,7% образцов, соответственно). Образцы, обладающие совокупностью стабильно раннего появления всходов, ранним и непродолжительным цветением с определённой долей вероятности можно отнести к раннеспелым. Они отличались более высоким (в среднем на 7,3–60,3% (α=0,1%; 5%) в зависимости от погодных условий) ранним урожаем, более крупными клубнями (масса 1 клубня в среднем была выше на 24,4–47,4% (α=0,1–1%), менее развитой (в среднем на 24,3–52,9% (α=0,1–5%) ботвой, чем у поздно и длительно цветущих гибридов. Образцы с непродолжительным цветением отличались и более высоким коэффициентом хозяйственной полезности биомассы. Этот показатель был у них выше, чем в группе гибридов с длительным периодом цветения на 12,9–5,6% (α =1–5%).

Исследования показали, что образование цветков на растении картофеля – признак, слабо зависящий от колебаний экологических условий (признак стабильно проявлялся у 75% образцов). У образцов, прошедших через фазу цветения, в уборочную пробу продуктивность была выше, они формировали более мощную вегетативную массу и крупные клубни (табл. 1).

Таблица 1 – Показатели продуктивности в группах цветущих и нецветущих образцов картофеля

Признак	Годы	Средняя урожайность ботвы, г/куст			Средняя урожайность клубней (уборочная проба), г/куст	Средняя масса 1 клубня (уборочная проба), г
		55 день	65 день	80 день		
Нецветущие	2005	257	244	228	428	68
	2006	182	207	219	364	53
Цветущие	2005	329	349	324	530	78
	2006	237	275	292	439	63
t-критерий	2005	4,83***	5,01***	4,68***	2,84**	3,98***
	2006	3,65***	4,05***	3,91***	3,34***	3,40***

Примечание: здесь и далее жирным шрифтом выделены данные, достоверность которых подтверждена t-критерием

На физиологическом и биохимическом уровнях процесс цветения, вероятно, является своеобразным пусковыми механизмом для начала или интенсификации процесса клубнеобразования.

Изучение ярусности цветения и количества цветков в соцветии показало достаточно высокую стабильность проявления этих признаков по годам (признак не изменялся у 71,2% и 52,9% образцов, соответственно). Однако достоверных различий по продуктивности между группами образцов с одноярусным и многоярусным цветением, большим и малым количеством цветков в соцветии за годы проведения исследований выявлено не было. Образцы с многоярусным цветением отличались большей высотой растений и степенью разветвления стебля.

Образцы картофеля, склонные к ягодообразованию, были более продуктивными по сравнению с гибридами, не образующими ягоды (табл. 2). Они отличались и более высокими показателями массы ботвы.

Ряд хозяйственно ценных признаков и показатели продуктивности селекционных образцов картофеля могут быть, каким либо образом, связаны с различным габитусом проростков в момент появления полных всходов. Известно, что именно в момент появления всходов у растений картофеля происходят процессы дифференциации тканей, закладка столонов, определяется количество стеблей, формирующих куст, и т.д.

Точной методики описания этого признака до настоящего времени не существовало, поэтому авторы условно разделили образцы картофеля на три группы:

Таблица 2 – Урожайность ботвы и клубней в группах образцов картофеля, образующих и не образующих ягоды

Признак	Годы	Средняя урожайность ботвы, г/куст			Средняя урожайность клубней (уборочная проба), г/куст
		55 день	65 день	80 день	
Ягоды образуют	2005	328	356	345	537
	2006	252	301	327	462
Ягоды не образуют	2005	300	302	274	485
	2006	214	243	254	406
t-критерий	2005	1,95	2,56**	3,57***	2,04*
	2006	2,85**	3,95***	4,61***	2,89**

1 тип – выход стеблей из почвы сильно сближенный, верхушка куста суженая («кипарис»);

2 тип – выход стеблей более разрозненный, верхушка расширенная («кочка»);

3 тип – сильно расширенная верхушка, растение «распластано» по земле («мох»).

За годы исследований достоверных различий в показателях продуктивности между группами образцов с различным габитусом проростков в момент появления всходов выявлено не было.

Продуктивность растений определяется характером формирования фотосинтезирующего аппарата (рис. 1).

Растения образцов картофеля, рано заканчивающие формирование листостебельной массы (III группа), были менее продуктивными по сравнению с растениями гибридов, у которых рост ассимиляционного аппарата продолжается и во время цветения (I и II группы).

Гибриды, у которых масса ботвы достигала максимума примерно на 65 день после посадки (I группа), формировали и самый высокий ранний урожай клубней. В период окончательной уборки более продуктивными были образцы, которые продолжали наращивать листостебельную массу и во время цветения (I и II группы).

Анализ данных пробы на ранний урожай и уборочной пробы за все три года проведения исследований показал, что образцы с развитой ботвой были более продуктивными (табл. 3). Также масса ботвы положительно коррелирует с высотой куста (r=0,55...0,66) и толщиной стебля (r=0,22...0,41).

Гибриды с высоким урожаем листостебельной массы отличались и более высокой конечной продуктивностью. Однако необходимо учесть, что признак имеет значительную вариабельность (около 70%) в зависимости от условий погоды и агротехники. Поэтому использовать его отвлеченно от других признаков для оценки селекционного материала не целесообразно.

Таблица 3 – Коэффициенты корреляции максимальной массы ботвы и показателей продуктивности образцов картофеля

Годы	Средняя урожайность клубней (1 динам. проба)	Среднее количество клубней на куст (1 динам. проба)	Средняя урожайность клубней (уборочная проба)	Средняя масса 1 клубня (уборочная проба)	Высота куста	Толщина стебля
2004	0,18±0,18	0,22±0,19	0,34±0,18	0,37±0,18	-	0,22±0,19
2005	0,30±0,19	0,32±0,18	0,47±0,17	0,23±0,19	0,66±0,15	0,19±0,19
2006	0,26±0,19	0,15±0,19	0,56±0,16	0,30±0,19	0,55±0,16	0,41±0,18

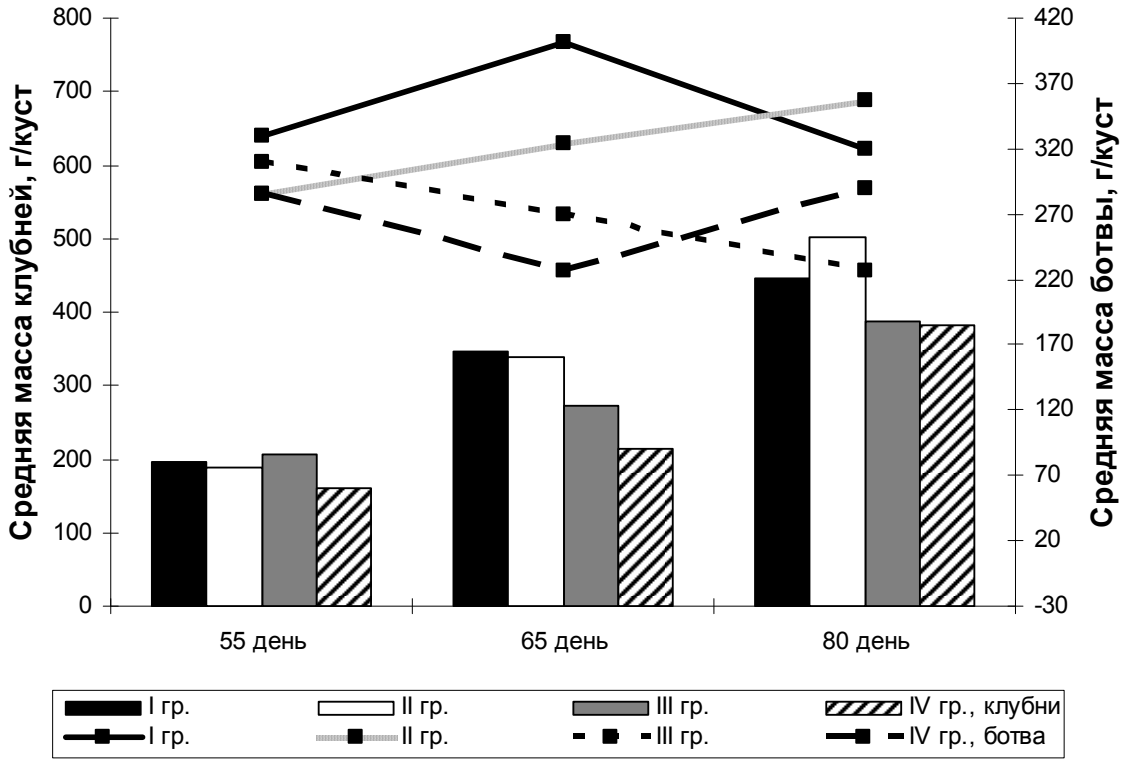


Рисунок 1 – Динамика формирования листостебельной массы и урожая клубней у образцов картофеля различных групп, 2005 г.

Одна из задач селекции – создание сортов картофеля, физиологические механизмы и ростовые процессы которых направлены на формирование хозяйственно ценной части урожая, а не вегетативной массы. Эту характеристику отражает коэффициент хозяйственной полезности биомассы ($КХП_б$). Он показывает долю клубней в общей биомассе, сформированной растением. Эффективно «работающие» гибриды формируют меньшую, по сравнению с другими гибридами, массу ботвы (рис. 2).

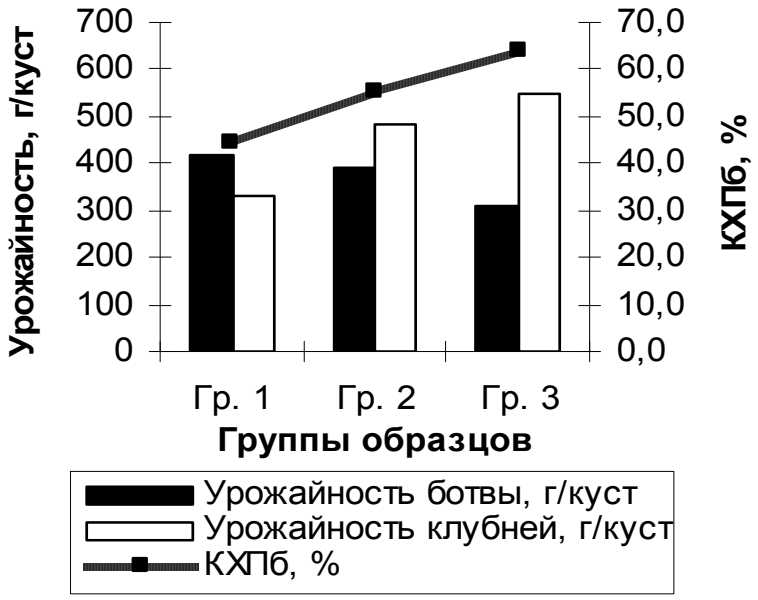


Рис. 2 Урожайность ботвы и клубней в группах образцов с низким (Гр. 1), средним (Гр. 2) и высоким (Гр. 3) КХПб, 2005 г.

Урожайность клубней таких образцов выше. При сравнении характеристик различных образцов с одинаковой урожайностью клубней следует отдавать предпочтение гибридам, имеющим более высокий $КХП_б$.

Высота растений – один из показателей развития фотосинтетического аппарата – положительно коррелировала с конечной продуктивностью клубней и массой одного клубня (табл. 4). Гибриды с более высоким кустом формируют и более мощную ботву.

Таблица 4 – Коэффициенты корреляции высоты куста и показателей продуктивности изучаемых образцов картофеля

Годы	Средняя урожайность клубней (уборочная проба)	Средняя масса 1 клубня (уборочная проба)	Средняя урожайность ботвы			Среднее количество междоузлий на стебель
			55 день	65 день	80 день	
2005	0,5±0,17	0,24±0,19	0,59±0,16	0,59±0,16	0,71±0,14	0,41±0,18
2006	0,43±0,18	0,31±0,19	0,48±0,17	0,54±0,16	0,52±0,17	0,52±0,17

Высота растений связана с количеством междоузлий на стебле: чем выше куст, тем больше междоузлий формируется у стебля. Связи высоты куста с ранней продуктивностью образцов наши исследования не выявили.

Большинство исследователей считают положительной характеристикой куста картофеля наличие большого количества стеблей. В наших исследованиях этот признак отличался высокой вариабельностью (за время проведения исследований он изменялся у более 70% гибридных образцов), прямой его корреляции с конечной продуктивностью растений установить не удалось. При этом отмечена положительная связь среднего количества стеблей на куст с массой ботвы, средним количеством ранних клубней и ранней продуктивностью (табл. 5).

Таблица 5 – Коэффициенты корреляции среднего количества стеблей в кусте и показателей продуктивности образцов картофеля

Годы	Средняя урожайность клубней (1 динам. проба)	Среднее количество клубней на куст (1 динам. проба)	Средняя урожайность ботвы		
			55 день	65 день	80 день
2004	0,38±0,18	0,55±0,16	–	0,31±0,19	–
2005	0,21±0,19	0,30±0,19	0,22±0,19	0,17±0,19	0,12±0,19
2006	0,04±0,19	0,22±0,19	0,30±0,19	0,27±0,19	0,27±0,19

Достоверных различий по показателям ранней и конечной продуктивности между группами образцов с листовым и стеблевым типом куста выявлено не было.

Образцы с прямостоячим кустом формировали в среднем более высокий урожай клубней по сравнению с гибридами с раскидистым габитусом (табл. 6). Возможно, это связано с тем, что вертикальное положение стеблей создаёт благоприятные условия для нормального оттока пластических веществ из фотосинтезирующих органов в клубни и улучшает микроклимат припочвенного слоя.

Таблица 6 – Показатели продуктивности образцов картофеля в группах с различным габитусом куста

Признак	Годы	Средняя урожайность ботвы, г/куст			Средняя урожайность клубней (уборочная проба), г/куст
		55 день	65 день	80 день	
Прямостоячие	2004	-	778	-	709
	2005	319	342	336	531
	2006	210	260	284	429
Раскидистые	2004	-	584	-	590
	2005	281	288	263	436
	2006	203	255	247	416
t-критерий	2004	-	2,51**	-	2,27*
	2005	1,89	1,84	2,47**	3,15*
	2006	0,45	0,27	0,36	0,52

В засушливые годы различия между образцами с прямостоячим и раскидистым габитусом были менее выражены. В 2006 г. образцы с раскидистым кустом отличались более высоким ранним урожаем клубней.

Также были изучены связи между интенсивностью окраски листовой поверхности и показателями продуктивности.

В благоприятных погодных условиях более продуктивными были гибриды с тёмно-зелёными и зелёными листьями – 685 г/куст и 667 г/куст против 547 г/куст (α=1%) в группе образцов со светло-зелёными листьями (по данным уборочной пробы 2004 г.). В более засушливых условиях (2005–2006 гг.) эти различия незначительны и принимают вид тенденции: происходит общее снижение эффективности фотосинтеза, и зелёные и тёмно-зелёные листья не могут в полной мере реализовать своего преимущества. Поскольку у большинства изучаемых образцов (более 73%) цвет листа не изменялся в течение лет проведения исследований, его использование при оценке селекционного материала вполне возможно.

В ходе исследований изучали и другие морфометрические признаки листа: размер, величина долей и долек, силуэт, наличие плющелистности. Статистическая обработка полученных результатов не подтвердила наличие каких-либо связей показателей продуктивности изучаемых образцов с указанными признаками. Авторы, однако, не считают этот вопрос полностью решенным. Для получения уточнённых данных необходимо проведение направленных специальных исследований.

Признаки, характеризующие морфологию и анатомию стебля, легко диагностируются и, при выявлении их связей с показателями продуктивности, могут быть использованы в процессе селекции как маркерные.

Степень одревеснения и разветвлённости стебля – признаки, характеризующиеся довольно высокой степенью устойчивости по годам (2005–2006 гг.) (не изменялись у 83,7% и 64,4% гибридов, соответственно). В условиях 2005 г. в момент уборки образцы с деревянистым стеблем были более продуктивными, чем гибриды с травянистым стеблем: 577 г/куст против 470 г/куст (α=1%). Образцы картофеля с ветвящимся стеблем в условиях 2005 г. были более продуктивны – 534 г/куст против 481 г/куст, чем группа образцов с неветвящимся стеблем (α=5%). Они формировали более мощный фотосинтетический аппарат (средняя масса ботвы в группе превышала среднюю массу ботвы в группе образцов с неветвящимся стеблем на 14,4–26% (α=0,1–1%). В условиях 2006 г. преимущество продуктивности образцов с деревянистым и ветвящимся стеблем было несущественным. Засуха в первую половину вегетации не по-

зволила гибридам с ветвящимися и прочными стеблями в полной мере реализовать свои потенциальные возможности.

Достоверных различий по показателям ранней и конечной продуктивности между группами селекционных образцов с различным количеством крыльев на стебле, гранёной и округлой формами стеблей выявлено не было. Анализ полученных данных не выявил существенных связей ранней или конечной продуктивности со средним количеством междоузлий на стебле. Отмечена лишь слабая положительная корреляция между средним количеством междоузлий на стебель и средней урожайностью ботвы (r=0,22...0,32), средняя степень зависимости – между средним количеством междоузлий на стебле и высотой куста (r=0,41…0,52).

В годы исследований признак наличия полости внутри стебля не изменялся у 69,2% образцов. Гибриды с полостью внутри стебля отличались более высоким ранним урожаем (табл. 7).

Таблица 7 – Средняя урожайность клубней в группах образцов без полости и с полостью внутри стебля

Признак	Годы	Средняя урожайность клубней (1 динам. проба), г/куст	Средняя урожайность клубней (уборочная проба), г/куст	Среднее количество клубней на куст (уборочная проба), шт.
С полостью внутри стебля	2004	512	686	10,4
	2005	304	510	6,9
	2006	169	429	7,2
Без полости внутри стебля	2004	462	576	8,9
	2005	233	452	5,9
	2006	135	406	6,9
t-критерий	2004	1,18	2,73**	2,77**
	2005	2,20*	0,54	2,20*
	2006	2,73**	1,85	1,18

Достоверные различия конечной урожайности были отмечены только в 2004 г.: образцы с полым стеблем были более продуктивны за счёт образования большего количества клубней на куст по сравнению с гибридами без полости внутри стебля.

В 2005–2006 гг. различия в средних показателях конечной продуктивности между группами были не существенными, однако, в 2005 г. образцы с полым стеблем формировали больше клубней на куст, чем гибриды без полости.

Установлено, что толщина стебля положительно коррелирует с массой ботвы (r=0,21…0,42) (табл. 8). Отмечена слабая положительная корреляция толщины стебля с массой одного клубня (r=0,20…0,27).

Таблица 8 – Коэффициенты корреляции толщины стебля и показателей продуктивности образцов картофеля

Годы	Средняя урожайность ботвы			Средняя масса 1 клубня (уборочная проба)
	55 день	65 день	80 день	
2004	-	0,22±0,19	-	-0,06±0,19
2005	0,21±0,19	0,16±0,19	0,14±0,19	0,20±0,19
2006	0,42±0,18	0,39±0,18	0,38±0,18	0,27±0,19

Толщина стебля довольно сильно зависела от изменения экологических условий (изменялась у 58,7% образцов).

Выводы

1. Степень рассечённости листа, габитус проростков в момент всходов, величину долей и долек, интенсивность и количество ярусов цветения, силуэт листа и наличие плющелистности, форму поперечного сечения стеблей можно охарактеризовать как стабильно проявляющиеся признаки. Однако достоверных отличий продуктивности изучаемых образцов картофеля в зависимости от характера их проявления в годы исследований не отмечено.

2. Образцы картофеля со стабильным проявлением совокупности раннего появления всходов, раннего начала цветения и короткой его продолжительности с высокой долей вероятности можно относить к раннеспелым. Отмечена слабая положительная корреляция (r=0,21…0,38) количества стеблей в кусте с величиной раннего урожая, однако она проявлялась только в благоприятных погодных условиях. Более высокой ранней продуктивностью отличались образцы с полыми стеблями.

3. Образцы картофеля с тёмно-зелёным и зелёным цветом листа, деревянистым, ветвящимся стеблем в отдельные годы достоверно превышали по продуктивности образцы с противоположным проявлением признаков, однако это в значительной степени зависело от погодных условий (температур и увлажнения) вегетационного периода.

4. В годы исследований в условиях Среднего Поволжья морфобиотип образцов картофеля, характеризующихся высокой продуктивностью, отличался склонностью к цветению и к ягодообразованию, высокорослостью, прямостоячим габитусом куста. Для высокопродуктивных форм характерны интенсивное формирование листостебельной массы и длительное функционирование ассимиляционного аппарата.

5. Оценка селекционных образцов картофеля по доле клубней в общей биомассе растений ($КХП_б$) позволила выделить гибриды с высокой продуктивностью и преобладанием направленности ростовых процессов в сторону формирования хозяйственно полезной

части урожая (клубней). Образцы, обладающие высоким $КХП_б$, отличались и более высокой урожайностью.

6. Анализ полученных данных позволил отметить наличие положительных взаимодействий признаков ярусности цветения с высотой куста, количеством междоузлий и степенью ветвистости стебля, а также высоты куста с количеством междоузлий. Цветущие, с утолщёнными стеблями, высоким кустом образцы картофеля формировали более крупные клубни. Образцы с полостью внутри стебля формировали больше клубней в кусте.

Указанные приёмы позволят оптимизировать методики оценки и испытания селекционных образцов картофеля, обеспечат более эффективное выделение перспективных образцов с повышенными адаптивными качествами, продуктивностью, будут способствовать повышению результативности селекции и сокращению сроков создания новых сортов.

———

УДК 635.21:631.524.84

К ВОПРОСАМ ОТБОРА СЕЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ КАРТОФЕЛЯ

О.А. Догуревич, А.А. Кабунин

Впервые в условиях Средневолжского региона проведены исследования по изучению связей показателей продуктивности с морфобиологическими признаками растений картофеля. Выявлено наличие положительных связей массы одного клубня и количества клубней на куст селекционных образцов с цветением, толщиной стебля, высотой куста, количеством стеблей на куст и наличием полости внутри стебля.

Основным задачей селекционных программ по всем сельскохозяйственным культурам, в том числе и по картофелю, является создание широкого разнообразия сортов с высоким потенциалом продуктивности и устойчивости, хорошо приспособленных к колеблющимся условиям среды определённой климатической зоны.

Картофель возделывается на территории России практически повсеместно. Учитывая существенные различия агроэкологических условий регионов, для успешного ведения селекции необходим комплекс критериев оценки селекционных образцов (морфологических, физиологических, анатомических, биохимических), позволяющий успешно и эффективно выделять не только наиболее продуктивные гибриды, но и обладающие высокой адаптивностью к колебаниям условий выращивания, агроэкологической стабильностью.

Признано, что оценка по морфологическим признакам, коррелирующим с продуктивностью растений картофеля – перспективный метод селекции, способный повысить её результативность, существенно сократить сроки создания новых сортов и удешевить их.

Большой практический интерес представляет необходимость обнаружения и изучения корреляций между морфологическими признаками растений (тип куста, облиственность стеблей, рассечённость листа, число междоузлий) и элементами продуктивности (числом, крупностью клубней) картофеля.

В основном исследователи обращали внимание на связь морфологических признаков с общей продуктивностью или скороспелостью гибридов и сортов картофеля. Однако некоторые авторы всё же делали попытки осветить данный вопрос в своих работах.

Так Альсмик П.И. с соавторами считают, что большая мощность и толщина стеблей (до определённых пределов) вызывает образование больших по величине клубней (r=0,39…0,21). По мнению автора, утолщённый стебель – это признак, характеризующий малопродуктивные формы. Им же была выявлена средняя зависимость (r=0,48…0,57) между числом стеблей и числом клубней. Увеличению числа стеблей соответствует увеличение числа клубней. Но П.И. Альсмик указывает на то, что корреляция между урожаем и числом стеблей на куст наиболее определённая только для скороспелых и среднеранних сортов. Для среднеспелых и поздних зависимость невысокая. [1].

Подобные коэффициенты корреляции получили Д.И. Мельничук и М.И. Назарова. Они установили, что у сорта Белорусский крахмалистый число побегов на куст связано высокой положительной корреляцией с числом клубней и средней корреляцией с массой клубней [2].

Sandhu H.S. с соавторами наблюдал значительную отрицательную корреляцию между числом листьев и процентом крупных клубней [3,4].

Наши исследования были направлены на подтверждение уже описанных связей применительно к условиям Среднего Поволжья и выявление новых.

Экспериментальные работы по теме проводили в 2004–2006 годах на полях селекционного картофельного севооборота ГНУ ПензНИИСХ. Подготовка почвы и агротехника выращивания картофеля – общепринятая для Средневолжского региона.

Исследования проводили последовательно в питомниках предварительного испытания, основного испытания 1 и 2 годов.

Метеорологические условия в годы проведения исследований существенно различались. Вегетационный период 2004 г. можно охарактеризовать как достаточно увлажнённый, а условия 2005–

2006 гг. – как засушливые. Причём, в 2005 г. засушливой была вторая половина вегетации, а в 2006 г. – первая.

Температурный режим в годы проведения исследований был благоприятным для роста и развития растений картофеля, в т.ч. среднеспелых и среднепоздних форм. Селекционную работу вели в соответствии с «Методическими указаниями по технологии селекционного процесса картофеля» (ВНИИКХ, 1994).

Полученные данные обрабатывали методом группировок. Группы гибридов, сформированные по градациям признаков, сравнивали между собой по средним значениям показателей в группе. Оценку существенности разности выборочных средних групповых показателей выполняли по t-критерию Стьюдента для независимых выборок, где * – α=5%; ** – α=1%; *** – α=0,1%.

Статистическую обработку результатов исследований выполняли с помощью программы Statistica 6.0.

Для оценки характера взаимодействия количественных признаков с показателями продуктивности использовали корреляционный анализ.

На примере более чем 100 селекционных образцов картофеля изучали 27 морфобиологических признаков, определяли их вариабельность и устойчивость проявления по годам у различных селекционных образцов в изменяющихся погодных условиях. Установили связь некоторых из них с массой одного клубня и количеством клубней на куст в условиях Средневолжского региона.

Мы предположили, что признаки цветения селекционных образцов могут быть связаны с их продуктивностью, т. к. растение на процесс цветения и ягодообразования затрачивает определённое количество энергии и пластических веществ. Кроме того, на физиологическом и биохимическом уровнях цветение, вероятно, является своеобразным пусковыми механизмом для начала или интенсификации процесса клубнеобразования. Литературные данные о влияния ягодообразования на продукционные процессы у растений картофеля практически отсутствуют.

Изучение данного вопроса было одной из задач наших исследований.

Статистическая обработка данных за 2005–2006 гг. показала, что гибриды, склонные к образованию цветков, по сравнению с нецветущими образцами к основному сроку уборки были более продуктивными за счёт формирования более крупных клубней. Число клубней на одно растение было при этом одинаковым в обеих группах. В 2004 г. достоверных различий в показателях конечной продуктивности между группами выявлено не было (таблица 1).

Отсутствие цветения, вероятно, указывает на наличие у растений определённого стресса (по причине неблагоприятных усло-

вий погоды, светового режима) или несоответствия его генотипа агроэкологическим условиям региона возделывания. А более высокую продуктивность цветущих образцов, по нашему мнению, можно объяснить изменением гормонального статуса растений во время цветения, приводящим к повышению интенсивности продукционных процессов.

Так же наши исследования показали, что высота растений (r=0,24…0,31) и толщины стебля (r=0,20...0,27) положительно коррелировали с массой одного клубня, а количество стеблей на куст – со средним количеством ранних клубней (r=0,22…0,55).

Наличие полости внутри стебля влияет на его механические свойства: прочность, упругость, и, соответственно, на его устойчивость к полеганию, обеспечивает более благоприятные условия для клубнеобразования и оттока в клубни пластических веществ. Можно также предположить, что заполненная паренхимой сердцевина стеблей дополнительно затрачивает пластические вещества на питание клеток самого стебля, и в клубнях откладывается меньше органических веществ. А это в свою очередь может отразиться на урожайности гибрида или сорта.

Таблица 1 – Средняя масса одного клубня в группах цветущих и нецветущих образцов картофеля

Признак	Годы	Средняя масса одного клубня (уборочная проба), г
Нецветущие	2005	68
	2006	53
Цветущие	2005	78
	2006	63
t-критерий	2005	3,98***
	2006	3,40***

Таблица 2 – Средняя количество клубней на куст в группах образцов без полости и с полостью внутри стебля

Признак	Годы	Среднее кол-во клубней на куст (уборочная проба), шт.
С полостью внутри стебля	2004	10,4
	2005	6,9
	2006	7,2
Без полости внутри стебля	2004	8,9
	2005	5,9
	2006	6,9
t-критерий	2004	2,77**
	2005	2,20*
	2006	1,18

В наших исследованиях в благоприятных условиях вегетации (особенно её первой половины) образцы с полостью внутри стебля формировали больше клубней в кусте к моменту уборки (табл. 2).

Таким образом, в селекционной работе с картофелем для выделения образцов крупноклубневых сортов возможно и целесообразно использовать оценку по склонности к цветению, по толщине стеблей, высоте куста. Для выделения многоклубневых образцов может быть эффективным отбор по количеству стеблей на куст и наличию полости внутри стебля.

Применение указанных приёмов позволит оптимизировать методики оценки и испытания селекционных образцов картофеля, сделает возможным более эффективное выделение перспективных образцов с повышенными адаптивными качествами и продуктивностью, обеспечит повышение эффективности селекции и сокращение сроков создания новых сортов.

Литература

1. Альсмик, П.И. Селекция картофеля в Белоруссии/ Альсмик П.И. – Мн.: Ураджай, 1979. – 127 с.

2. Мельничук, Д.И. Статистическая оценка индивидуальной продуктивности сорта Белорусский крахмалистый/ Мельничук Д.И., Назарова М.И.// Научные труды Белорусской сельскохозяйственной академии. – 1980. – Вып. 68. – С. 83-89.

3. Sandhu, H.S. Correlation studies in potato/ Sandhu H.S., Cheema S.S., Padda D.S.// Indian Inst. Hortic. – 1970. – Vol. 23, № 3. – P. 164-166.

4. Калинин, А.В. Корреляции морфологических и хозяйственно ценных признаков у сортов картофеля и её использование в селекции: Дис…канд. с.-х. наук/ Калинин А.В. – М.: НИИКХ, 1982. – 139 с.

УДК 635.21:631.524.84+631.524.84

К МЕТОДИКЕ СЕЛЕКЦИИ РАННЕСПЕЛЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ

А.А. Кабунин, О.А. Догуревич

Впервые в условиях Средневолжского региона проведены исследования по изучению связей показателей ранней продуктивности с морфобиологическими признаками растений картофеля. Выявлено наличие положительных связей раннеспелости селекционных образцов с основными фенологическими показателями, максимальной массой ботвы, количеством стеблей на куст и наличием полости внутри стебля.

Различные сорта существенно отличаются друг от друга по фенологическим показателям, продолжительности вегетационного

периода, срокам начала процесса клубнеобразования и его протеканием. Соответственно, эти параметры являются важными составляющими определённого морфобиотипа растений картофеля и оказывают значительное влияние на продуктивность.

Целый ряд исследований посвящен выявлению связей между морфологическими признаками, фенологическими показателями и скороспелостью.

Разные авторы отмечают, что у раннеспелых сортов все фазы протекают быстрее и заканчиваются раньше, чем у средне- и позднеспелых. Они рано зацветают и рано заканчивают цветение, у них раньше начинается образование клубней [1-3].

Скороспелые формы обычно бывают низкорослыми или средними по высоте кустами, обычно слабо ветвятся у основания стебля, имеют слабое пазушное ветвление, ветвятся симподиально, а позднеспелые и среднепоздние сорта отличаются более высокими кустами, имеют моноподиальное ветвление, сильно ветвятся [1, 2, 4, 5].

Кусты у раннеспелых форм имеют полегающие или раскидистые стебли без выделяющихся узлов, хорошо облиственные, с небольшим числом междоузлий и сравнительно небольшим числом крупных стеблей [3-5]. Грушка Л. и Зруст И. связывают продуктивность сорта, его скороспелость с типом куста: стеблевой тип растения более подходит для среднеранних и среднепоздних сортов; для раннеспелых целесообразен листовой тип, характеризующийся ускоренными процессами формирования биомассы, в том числе и клубней, составляющих большую её часть [6].

Н.Н. Скибневская [7] полагает, что хорошим морфологическим показателем хода развития растения является местоположение максимально расчленённого листа (у раннеспелых на 14–17 ярусе, а у поздних – на 24–29) и заложение цветочного побега. Морфофизиологический тип растения, сочетающий скороспелость с потенциально высокой продуктивностью, должен отличаться, прежде всего, высокой скоростью формирования листьев и большим их числом. Позднеспелый и продуктивный сорт характеризуется большим числом листьев, но более медленным их образованием.

Большинство таких исследований проводились в условиях различных регионов и на ограниченной базе (немногочисленность используемых образцов картофеля, сложность статистической обработки большого объёма материала в отсутствии ЭВМ).

Наши исследования были направлены на подтверждение уже описанных взаимосвязей морфобиологических признаков растений картофеля с показателями их продуктивности и выявление новых применительно к условиям Среднего Поволжья. Экспериментальные работы по теме проводили в 2004–2006 гг. на полях селекци-

онного картофельного севооборота ГНУ ПензНИИСХ. Подготовка почвы и агротехника выращивания картофеля – общепринятая для Средневолжского региона.

Исследования проводили на селекционных образцах картофеля последовательно в питомниках предварительного испытания, основного испытания 1 и 2 годов.

Метеорологические условия в годы проведения исследований существенно различались. Вегетационный период 2004 г. можно охарактеризовать как достаточно увлажнённый, а условия 2005-2006 гг. – как засушливые. Причём, в 2005 г. засушливой была вторая половина вегетации, а в 2006 г. – первая.

Температурный режим в годы проведения исследований был благоприятным для роста и развития растений картофеля, в т.ч. среднеспелых и среднепоздних форм. Селекционную работу вели в соответствии с «Методическими указаниями по технологии селекционного процесса картофеля» (ВНИИКХ, 1994).

Полученные данные обрабатывали методом группировок. Группы гибридов, сформированные по градациям признаков, сравнивали между собой по средним значениям показателей в группе. Оценку существенности разности выборочных средних групповых показателей выполняли по t-критерию Стьюдента для независимых выборок, где * – α=5%; ** – α=1%; *** – α=0,1%.

Для оценки характера взаимодействия количественных признаков с показателями продуктивности использовали корреляционный анализ (Доспехов, Б.А., 1985).

Изучали ряд морфобиологических признаков (27 признаков) на примере более чем 100 селекционных образцов картофеля. Определена их вариабельность и устойчивость проявления по годам у различных селекционных образцов в изменяющихся погодных условиях. Установлена связь некоторых из них с раннеспелостью в условиях Средневолжского региона.

Изучение зависимостей продуктивности от сроков начала прохождения фенологических фаз и их продолжительности показало, что гибриды с ранними сроками появления всходов в среднем отличались более высокой ранней продуктивностью, по сравнению с поздно всходящими образцами, за счёт формирования более крупных клубней. Средняя ранняя урожайность рано всходивших гибридов превосходила среднюю урожайность образцов с поздними всходами на 60%, а средняя масса одного клубня – на 47,4%, соответственно (α=0,1%).

При этом следует отметить, что различия в формировании раннего урожая у изучаемых образцов картофеля проявились лишь в условиях, когда растения в период всходов испытывали определённый стресс (засушливая погода). Необходимо учитывать и тот

факт, что сроки появления всходов в значительной степени зависели от складывающихся погодных условий (изменялись у 54% гибридов в течение всех лет проведения исследований). Видимо, классифицировать образцы картофеля как раннеспелые на основании раннего срока появления всходов возможно лишь после многократной проверки.

Существенных различий между группами гибридов с ранним и поздним началом цветения по показателям ранней продуктивности за 2004–2005 гг. выявлено не было. В 2006 г. рано зацветающие гибриды по данным пробы на ранний урожай были более продуктивными. Средняя урожайность образцов с ранними сроками начала цветения превышала среднюю урожайность гибридов с поздними сроками цветения на 60,3% (α=5%).

Наиболее высокий ранний урожай формировали образцы с коротким периодом цветения. Средняя урожайность ранних клубней в группе гибридов с коротким периодом цветения превышала этот же показатель в группе с длительным периодом цветения на 45,7% – 7,3% по данным первой динамической пробы в 2005 и 2006 гг., соответственно (α=1%–5%). Они формировали высокий урожай клубней за счёт большей массы одного клубня: 43 г против 34 г, соответственно (α=1%).

Также были изучены корреляционные зависимости между количественными показателями и раннеспелостью.

Корреляционная зависимость между ранней продуктивностью и максимальной массой ботвы, количеством клубней на куст и массой ботвы (проба на ранний урожай) была слабоположительной (r=0,22…0,32) (таблица 1).

Таблица 1 – Коэффициенты корреляции максимальной массы ботвы и показателей продуктивности образцов картофеля

Годы	Средняя урожайность клубней (1 динам. проба)	Среднее количество клубней на куст (1 динам. проба)
2004	0,18±0,18	0,22±0,19
2005	0,30±0,19	0,32±0,18
2006	0,26±0,19	0,15±0,19

В засушливых условиях зависимость более сильная, чем в благоприятных условиях увлажнения.

В 2004–2005 гг. отмечена положительная корреляция ранней продуктивности клубней и среднего количества клубней на куст (по данным пробы на ранний урожай) со средним количеством стеблей на куст (таблица 2).

Таблица 2 – Коэффициенты корреляции среднего количества стеблей в кусте и показателей продуктивности образцов картофеля

Годы	Средняя урожайность клубней (1 динам. проба)	Среднее количество клубней на куст (1 динам. проба)
2004	0,38±0,18	0,55±0,16
2005	0,21±0,19	0,30±0,19
2006	0,04±0,19	0,22±0,19

Таблица 3 – Средняя урожайность клубней в группах образцов без полости и с полостью внутри стебля

Признак	Годы	Средняя урожайность клубней (1 динам. проба), г/куст
С полостью внутри стебля	2004	512
	2005	304
	2006	169
Без полости внутри стебля	2004	462
	2005	233
	2006	135
t-критерий	2004	1,18
	2005	2,20*
	2006	2,73**

Корреляционная зависимость – от слабой до средней положительной (r=0,21…0,55). Проявлялась только в благоприятных погодных условиях. Для признака характерна сильная экологическая зависимость (изменялся у более чем 70% образцов).

При изучении связей качественных морфологических признаков с раннеспелостью была установлена определённая зависимость ранней продуктивности от наличия или отсутствия полости внутри стебля.

Признак наличия полости внутри стеблей у образцов картофеля в годы проведения исследований проявлял среднюю степень экологической зависимости (не изменялся в течение лет проведения исследований у 69,2% образцов).

Анализ данных пробы на раннеспелость показал, что в 2005–2006 годах образцы с полостью внутри стебля были более продуктивными, чем образцы с заполненной сердцевиной стеблей на 25,4-30,5% (α=1-5%) (табл. 3).

В благоприятных условиях вегетации (особенно её первой половины) образцы с полым стеблем формировали более высокий ранний урожай, чем гибриды с сердцевиной стебля, заполненной паренхимой.

Таким образом, гибриды, обладающие стабильно ранними всходами, ранним и непродолжительным цветением с определён-

ной долей вероятности можно отнести к раннеспелым. Они отличаются высоким ранним урожаем, более крупными клубнями. Полученные результаты согласуются с литературными данными [1, 2, 3]. Однако, учитывая высокую зависимость проявления этих фенологических показателей от экологических условий, в том числе и продолжительности цветения (признак изменялся у 82% гибридов в течение трёх лет), целесообразна многократная проверка значений этих признаков. При оценке образцов необходимо учитывать всю совокупность показателей.

В наших условиях для выделения образцов с ранним накоплением урожая клубней также целесообразна оценка по количеству стеблей на куст и наличию в них полостей. Образцы с большим количеством полых стеблей обладают более высокой ранней продуктивностью.

Литература

1. Альсмик, П.И. Селекция картофеля на основе конституциональных признаков растений/ Альсмик П.И.// Матер. конф. науч.-исслед. учреждений БССР. – Мн.: Ураджай, 1953. – С. 278-295.

2. Филиппов, А.С. Селекция картофеля/ Филиппов А.С., Иванченко Г.З. – М.: Колос, 1964. – 232 с.

3. Кипер, И.М. Селекция и семеноводство раннего картофеля/ Кипер И.М. – М.: Россельхозиздат, 1972. – 120 с.

4. Веселовский, И.А. Опыт селекции картофеля: Автореф. дис…док. с.-х. наук/ Веселовский И.А. – Л., 1939. – С. 16-25.

5. Кустарёв, А.И. Происхождение, эволюция, экология и селекция картофеля/ Кустарёв А.И. – Брянск, 2001. – 248 с.

6. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур/ Пер. с чеш. З.К. Благовещенской. – М.; Колос, 1984. – 367 с.

7. Скибневская, Н.Н. Новый метод определения скороспелости сортов и сеянцев картофеля / Скибневская Н.Н.// Селекция и семеноводство. – 1952. – № 1. – С. 55-60.

УДК 635.21:338.43:631.15

К ВОПРОСУ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ НОВЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ

И.В. Кабунина, А.А. Кабунин

В работе приведены результаты экономической оценки новых сортов картофеля на примере сорта Дарёнка селекции ПензНИИСХ. Произведёна оценка предельной стоимости оригинальных семян; прибыли, формирующейся за счёт «конкурентных» качественных преимуществ сорта; уровня рентабельности продаж оригинальных семян; определена рыночная стоимость и сроки окупаемости сорта.

Сорт – одно из главных средств производства, один из важнейших факторов интенсификации и повышения эффективности картофелепродуктового подкомплекса.

В условиях рыночной экономики появилась необходимость дать каждому возделываемому в производстве селекционному достижению (СД) комплексную экономическую оценку с учётом не только хозяйственной и потребительской ценности, но и его стоимости, как охраняемого законом объекта интеллектуальной собственности.

Необходимость экономической оценки сорта, как объекта интеллектуальной собственности связана с актуальностью проблем оценки прав на использование селекционного достижения при вовлечении его в хозяйственный оборот: определении цен при куплепродаже семян, продаже или передаче прав, установлении размеров вознаграждений авторам сортов, при оценке ущерба, нанесённого нарушением исключительных прав владельца селекционного достижения, определении стоимости интеллектуальной собственности, вносимой в уставной капитал, при поиске инвесторов и др. Объектом коммерческой сделки на рынке может выступать как сам объект интеллектуальной собственности, так и право на его использование.

При оценке сорта как объекта интеллектуальной собственности стоят задачи: учесть затраты на его создание, определить цену предложения оригинальных семян, удельные затраты на производство 1 тонны оригинальных семян, экономически обосновать «конкурентные преимущества» нового сорта, выполнить оценку рыночной стоимости прав на селекционное достижение, рассчитать цену лицензии, ставку роялти, сроки окупаемости сорта, как средства производства. Оценка СД не может быть выполнена без учёта затрат на его создание [1,2].

До настоящего времени теоретические и методологические разработки оценки селекционных достижений в картофелеводстве

отсутствовали. При этом имеются разработки по оценке новых сортов зерновых культур, многолетних трав и др. Некоторые принципиальные положения этих методик с использованием затратного, рыночного доходного подходов могут быть применены и при оценке новых сортов картофеля.

В качестве объекта экономической оценки были определены новые сорта картофеля селекции ПензНИИСХ, допущенные к использованию – Утёнок (1998 г.), Рамзай (2000 г.), Русский сувенир (2004 г.), Дарёнка (2006 г.), и сорта, переданные для проведения государственных испытаний на допуск к использованию – Батя, Тёща и Баритон.

Сбор и систематизация экономических данных осуществлялись по следующим основным направлениям: состав и совокупные затраты средств по годам и за исследуемый период в целом по лаборатории селекции картофеля ПензНИИСХ на осуществление селекционного процесса и отработку сортовой агротехники; затраты соисполнителя – ВНИИКХ им. А.Г. Лорха – на создание исходного материала (гибридов – одноклубневок); состав и совокупные затраты средств на экспертизу заявок, проведение государственных испытаний новых сортов, оформление авторских свидетельств и патентов на селекционное достижение, охрану патентов и др.; объёмы и цена реализации оригинальных и элитных семян в год.

В настоящее время в большинстве научных организаций, в том числе во ВНИИКХ и ПензНИИСХ, учитываются только совокупные затраты по всем создаваемым сортам, независимо от того, завершился процесс создания или они находятся еще в селекционном процессе. В совокупные затраты входят издержки по тем сортам, которые выбракованы или будут выбракованы в конце селекционного периода. Отсутствие полных данных бухгалтерского учёта заставляет оценивать некоторые затраты экспертным путём с учётом распределения авторских прав, а также на основе оценки затрат (в процентах) самими селекционерами [3]. Определено, что доля авторства ПензНИИСХ на новые сорта составляет 80%.

По данным ПензНИИСХ, средняя продолжительность селекционного процесса картофеля – 17,1 лет, в т.ч. – 4 года занимает создание исходного материала (ВНИИКХ) и 13,1 года – селекционная работа (ПензНИИСХ).

Денежные средства в данный момент и через определённый промежуток времени при равной номинальной стоимости имеют разную покупательную способность. Поэтому совокупные затраты на создание новых сортов картофеля были приведены к уровню 2006 г. с помощью индексов цен и коэффициентов приведения по данным Управления государственной статистики по Пензенской области.

Приведенные затраты лаборатории селекции картофеля ПензНИИСХ на проведение селекционной работы в среднем за 1998–2006 гг. составили 1134,9 тыс. руб. Приведенные затраты отдела селекции ВНИИКХ в среднем за 2002–2006 г. – 1138,9 тыс. руб. Отдел селекции ВНИИКХ поставляет исходный материал в 5 НИУ, т.е. на долю сортов, создаваемых в ПензНИИСХ, приходится 20% совокупных затрат отдела селекции ВНИИКХ. Исходя из этого, среднегодовые совокупные затраты на создание 7 новых сортов картофеля в ценах 2006 г. составили 1363.7 тыс. руб., совокупные затраты за весь период селекции – 24562,7 тыс. рублей.

Разделив совокупные затраты на создание 7 сортов на общую фактическую продолжительность селекционного процесса по этим сортам (118 лет), получим совокупные затраты на 1 год селекционного процесса: 24562,7 : 118 = 208,2 тыс. руб. С учётом продолжительности создания конкретного сорта картофеля можно установить совокупные затраты на его создание, отработку сортовой агротехники, патентование и охрану. Так, по нашим расчётам, размер совокупных затрат варьировал от 3123,0 тыс. руб. (Дарёнка, Русский сувенир) до 3955,8 тыс. руб. (Рамзай).

Учитывая, что метод определения совокупных затрат на выведение сорта путём выборки из данных бухгалтерского учёта имеет свои недостатки, нами был предложен и апробирован метод определения совокупных затрат на выведение определённого сорта картофеля по так называемой восстановительной стоимости (метод определения затрат на селекционный процесс).

При сопоставлении затрат на создание сорта картофеля Дарёнка, рассчитанных по совокупным среднегодовым затратам, приведённым к ценам 2006 г. (3123,0 тыс. руб.) и определённых на основе приведённых к уровню 2006 г. затрат по селекционным питомникам (3270,0 тыс. руб.), разница стоимости сорта составила 4,7%, что может быть объяснено уровнем точности расчётов.

ГНУ ПензНИИСХ ежегодно закладывает питомники суперэлиты каждого сорта на площади 2,0 га. По данным исследований ПензНИИСХ, статистически достоверная урожайность семенного картофеля с учётом неблагоприятных лет и существующего агрофона выращивания составляет 18,0 тонн с 1 га. Выход кондиционного картофеля семенной фракции составляет 70% или 12,6 т/га, всего – 25,2 тонны ежегодно. Примем за срок использования сорта в производстве период в 15 лет. Таким образом, за период активного использования сорта будет произведено 378 тонн суперэлитных семян (2 га × 12,6 т/га × 15 лет).

Удельные затраты на выведение сорта определяются по формуле:

$$УЗ_{ор} = З : Q_{сем}, \quad (1)$$

где $УЗ_{ор}$ – удельные затраты на выведение сорта, руб./кг;

З – совокупные затраты на выведение сорта, руб.;

$Q_{сем}$ – объём производства оригинальных семян картофеля в течение срока использования в производстве, кг.

Удельные затраты на производство 1 тонны оригинальных семян новых сортов картофеля, в зависимости от сорта составили 8,26–10,47 тыс. руб., в т.ч. по сорту Дарёнка – 8,26 тыс. руб.

При оценке стоимости (цены предложения) оригинальных семян в условиях формирования рынка наиболее перспективен затратный метод в сочетании с параметрическим (с учётом характеристик качества семян). В этом случае модель определения цены оригинальных семян имеет вид:

$$Ц\ ор.\ сем.= Зсов.+Пнорм.+Псорт, \quad (2)$$

где $З_{сов}$ – совокупные затраты на производство 1 кг оригинальных семян;

$П_{норм}$ – нормируемая прибыль;

$П_{сорт}$ – прибыль, формируемая за счёт качественных характеристик сорта.

Учитывая, что средняя сложившаяся в ПензНИИСХ себестоимость выращивания семенного картофеля составляет около 3200 руб. на 1 тонну, совокупные затраты на производство 1 тонны оригинальных семян составляют 8260 руб. + 3200 руб. = 11460 руб.

Нормируемая прибыль включает: прибыль, приходящуюся на включенную в себестоимость оплату труда и равную примерно 21% себестоимости реализуемых оригинальных семян; отчисления в фонд амортизации, принимаемые в размере 10% себестоимости реализуемой продукции; нормируемые затраты на рекламу (5% себестоимости оригинальных семян). [4].

К основным «конкурентным преимуществам» сорта Дарёнка относятся:

прибавка урожая клубней по сравнению со стандартом Жуковский ранний; жаро- и засухоустойчивость; устойчивость к болезням и вредителям.

Расчёт прибыли, формирующейся за счёт «конкурентных преимуществ» сорта Дарёнка можно произвести следующим образом:

- средняя прибавка урожая сорта по сравнению со стандартом Жуковский ранний составляет около 2,0 тонн на 1 га, что при сложившихся на 2007 г. ценах на товарный картофель составляет 10000 руб., или, при расходе семенного картофеля 3,0 тонны на 1 га, 3300 руб. на 1 тонну израсходованного семенного картофеля;
- в засушливых условиях сорт Дарёнка обеспечивает получение урожая на 1,5 тонны больше, чем стандарт, что по аналогии с расчётом средней прибавки, составит, в среднем, 2500 руб. на

1 тонну высаживаемого семенного картофеля;

- устойчивость сорта Дарёнка к болезням обеспечивает возможность сокращения количества химобработок с 3 до 2, что в денежном выражении составляет примерно 1300 руб. на 1 га или 433 руб. в расчёте на 1 тонну высаживаемых семян.

То есть, «конкурентная» прибыль, обеспечиваемая качественными показателями сорта Дарёнка, в сумме может составлять 3300 руб. + 2500 руб. + 433 руб. = 6233 руб. на 1 тонну высаживаемого семенного материала.

Таким образом, цена 1 тонны оригинальных семян картофеля сорта Дарёнка составляет: 11,46 + (1,73 + 0,83 + 0,41) + 6,23 = 20,66 тыс. руб.

Непосредственно при реализации оригинальных семян в цену предложения необходимо включить налог на добавленную стоимость.

При определении рыночной стоимости прав на селекционное достижение приходится оперировать денежными потоками, поступающими в течение 15 лет. Чтобы привести будущие денежные потоки доходов (прибыли) в единую величину, используют два метода: прямой капитализации доходов и дисконтирования денежных потоков [5].

Расчёты первым методом показали, что общая предельная чистая прибыль от продажи оригинальных семян может достигать 2597,9 тыс. руб. (ставка капитализации рассчитанная, исходя из 15–летнего периода использования сорта, составила 6,7%). Прибыль от продажи оригинальных семян за весь период использования сорта, рассчитанная дисконтированием денежных потоков, составила 2330,648 тыс. руб.

Рентабельность продаж оригинальных семян, как отношение совокупной чистой прибыли (231,916 тыс. руб.) к чистому объёму продаж в денежном выражении (20,663 × 25,2 = 520,708 тыс. руб.), составляет 44,5 %.

Другая статья доходов правообладателя от использования СД – продажа лицензий на право производства элитного семенного материала.

Цена лицензии на СД – доля (часть) ожидаемого дохода семеноводческого хозяйства за весь срок использования им сорта, подлежащая выплате обладателю прав на селекционное достижение в качестве вознаграждения.

Стоимость лицензионного договора можно рассчитать, установив ставку и базу роялти. Расчёт производится по формуле:

$$С_{лиц} = \sum_{t=1}^{T=t} V_t \times Ц_{ре} \times С_{ро}, \qquad (3)$$

где $С_{лиц}$ – стоимость лицензии, руб.;

V_t – объём производства (реализуемых семян. в год), ц;

$Ц_{ре}$ – цена реализации единицы продукции (семян), руб.;

$С_{ро}$ – ставка роялти, %;

Т – срок действия лицензионного договора.

Ставку роялти определяют по формуле:

$$Сро = (Рент \times Д) : (1+ Рент), \quad (4)$$

где $Р_{ент}$ – рентабельность производства и реализации новой продукции;

Д – доля прибыли патентообладателя от производства и реализации новой продукции, %.

В свою очередь рентабельность производства продукции определяется по формуле: $Р_{ент} = (Ц – С_{себ.}) : С_{себ.}$, (5)

где: Ц – цена произведенной и реализованной новой продукции;

С – себестоимость производства и реализации новой продукции.

Необходимая для расчёта ставки роялти рентабельность производства оригинальных семян картофеля сорта Дарёнка составляет:

$Р_{ент.} = (20,663 – 11,460) : 11,460 = 80,3\%$

Зная уровень рентабельности и то, что доля патентообладателя на селекционное достижение в дополнительной прибыли производителя составляет от 10 до 30 %, рассчитаем среднюю ставку роялти:

$R = (0,8 \times 0,2) : (1 + 0,8) \times 100 = 9\ \%$

Исходя из объёмов производства элиты в год, её стоимости, ставки роялти и установленного срока действия рассчитаем стоимость лицензионного договора:

105,8 т × 17,326 тыс. руб. × 9% × 15 лет = 2474,67 тыс. руб.

Рыночная стоимость селекционного достижения определяется величиной денежного потока, получаемого в семеноводческом хозяйстве за весь период использования сорта, и складывается из прибыли правообладателя от реализации оригинальных семян сорта и доходов от продажи лицензий на право использования СД. В нашем случае рыночная стоимость сорта Дарёнка может составлять 3540-4370 тыс. рублей.

В процессе использования сорта затраты на его создание постепенно покрываются поступлениями от его использования. При заданных нами объёмах производства оригинальных семян (2 га) затраты на создание сорта окупаются в течение 11-го года использования.

Таким образом, затраты на выведение нового сорта картофеля составляют от 3123,0 тыс. руб. до 3955,8 тыс. руб. Реализуя оригинальные семена по цене ниже 20,66 тыс. руб. оригинатор понесёт существенные убытки. Оценочная стоимость лицензионного договора на весь период использования сорта при заданных объёмах производства составляет 2474,67 тыс. руб. При этом ставка роялти, получаемых патентообладателем составит 9%. Рыночная стоимость сорта Дарёнка может составлять 3540-4370 тыс. рублей. При небольших объёмах производства оригинальных семян срок окупаемости нового сорта неоправданно велик. Существенно сократить срок окупаемости сорта можно, увеличив объёмы выращивания оригинальных и элитных семян.

Литература

1. Масленков, И.Н. Экономическая оценка селекционных достижений / И.Н. Масленков //Развитие инновационной деятельности в АПК: Мат. Межд. конф. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – С. 232-234.

2. Нечаев, В.И. Организационно-экономические основы сортосмены при производстве зерна / В.И. Нечаев. – М.: АгриПресс, 2000. – 480 с.

3. Прокопьев, Г.С. Методы оценки объектов интеллектуальной собственности в АПК / Г.С. Прокопьев // Развитие инновационной деятельности в АПК: Сб. Межд. конф., – М.: Росинформагротех, – 2003. – С. 217-226.

4. Методика экономической оценки селекционного достижения / Г.А. Полунин, И.С. Санду, Е.С. Оглоблин, Г.С. Прокопьев, И.Н. Масленков, В.А. Бондарев, Л.И. Мурая. – М.: ГНУ ВНИИЭСХ, – 2004. – 41 с.

5. Оценка объектов интеллектуальной собственности в АПК (теория и методология) / Г.А. Полунин, И.С. Санду, Г.С. Прокопьев, И.Н. Масленков, Л.И. Мурая. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 131 с.

———

УДК 635.21:631.527

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ОБРАЗЦОВ КАРТОФЕЛЯ В СЕЛЕКЦИОННОМ ПРОЦЕССЕ

И.Г. Русакова, А.В. Шипенко

В статье представлены результаты комплексного изучения селекционных образцов картофеля в 2006–2008 гг. в Пензенском НИИСХ.

Картофель является традиционной сельскохозяйственной культурой России, по праву считаясь «вторым хлебом». Его значение в жизни людей всего мира так велико, что 2008 г. объявлен Генеральной Ассамблеей ООН Международным годом картофеля.

В Пензенском НИИСХ с 1990 г. ведутся исследования по селекции картофеля для создания высокопродуктивных и устойчивых к болезням сортов, предназначенных, преимущественно, для производства в зоне Среднего Поволжья. Сорта, имеющие инорайонное происхождение, при возделывании в течение нескольких лет значительно снижают урожайность. Это обуславливает необходимость выведения сортов непосредственно в почвенно-климатических условиях региона, отличающегося резко выраженной континентальностью климата. По многочисленным данным, сумма осадков на период вегетации картофеля (май-август) может изменяться от 50–80 мм до 200–230 мм, а сумма активных температур – от 1150 до 2230ºС. Особое значение приобретают ранние и среднеранние сортообразцы, преобладание которых в ассортименте должно быть около 80%, что соответствует агроклиматическим условиям зоны Поволжья. Раннеспелые должны давать хозяйственно-значимый урожай как при ранней уборке, так и при более поздней; отличаться засухоустойчивостью, обладать хорошей лёжкостью и высокими вкусовыми качествами.

За период 1990–2008 гг. в ПензНИИСХ созданы высокоадаптивные ранние сорта Утёнок, Дарёнка, Баритон; среднеранние – Рамзай, Русский Сувенир, Теща, Батя. В 2007 г. подана заявка в комиссию по Госсортоиспытанию на среднеранний сорт Матушка.

Посадку картофеля проводили во второй и третьей декадах мая клоновой сажалкой СН-4Б-К по схеме 70 × 35 см. Вегетация растений проходила на естественном (без удобрений) фоне. Уход состоял из обработки посадок культиватором-гребнеобразователем КФГ-2,8 в период появления всходов, и КОН-2,8 – перед смыканием ботвы, а также однократной комплексной химобработке против колорадского жука и фитофтороза. Уборку проводили с помощью картофелекопателя в сентябре. Почва опытного участка – средневыщелоченный, среднесуглинистый чернозем. Урожайность сортов и гибридов определяли в динамике. Первую пробу брали через 65 дней после посадки, вторую – через 77 дней, структуру урожая определяли перед уборкой. Учитывали количество клубней на 1 куст (с разбором на товарные и мелкие), массу 1 товарного клубня, крахмалистость клубней.

В течение 2006–2008 гг. в селекционных питомниках проводили изучение 150 сортообразцов различных групп спелости и направлений использования. Среди них выделились 6 номеров. В качестве стандартов использовали сорта Жуковский ранний и Русский Сувенир. Испытания проводили по методике ГСИ.

Результаты исследований. Вегетация картофеля в 2006 г. проходила на фоне крайне неравномерного распределения влаги. В третью декаду мая и за вторую декаду июня выпало более 20 мм

осадков, а с 20 июня по 10 июля их практически не было. ГТК от посадки до проведения первой динамической копки составил 0,67, что вызвало формирование небольшого количества клубней под кустом. Выпадение достаточного количества осадков в августе (ГТК=1,5) способствовало резкому повышению массы сформировавшихся клубней. В целом от посадки до уборки ГТК составил 0,84. При этом образцы, которые характеризуются как засухоустойчивые, имели некоторые преимущества перед остальными. Например, сортообразец 2021-5 в группе ранних сортов через 65 дней после посадки показал урожайность 17,4 т/га, что на 6,4 т/га выше Жуковского раннего; урожайность при уборке составила 30,8 т/га, что на 5,2-11,5 т/га выше остальных (таблица 1). Этот образец отличался также относительно высокой массой товарного клубня, количеством товарных клубней (таблица 2). КХП (коэффициент хозяйственной полезности) этого образца превысил этот показатель у стандарта Жуковский ранний на 6%. Это говорит о достаточно интенсивном использовании питательных веществ, поступающих из надземной части растений в клубни.

Идентичным сортообразцу 2021-5 был гибрид под селекционным номером 2076-3, но с более высоким содержанием крахмала.

Сортообразец Л-2421-17 был наиболее близок к стандарту по продолжительности вегетационного периода и, как следствие, по массе товарного клубня, по уровню урожайности во весь период роста растений и по КХП. Однако превосходит Жуковский ранний по количеству товарных клубней, крахмалистости и имеет более высокие вкусовые качества. Также устойчив к повреждению колорадским жуком, различным видам заболеваний и поэтому обладает хорошей лёжкостью клубней во время зимнего хранения.

Образец 2089-5 отличался большей массой товарных клубнец, но небольшим их количеством под кустом (4–5 шт.)

В среднеранней группе в засушливых условиях 2006 г. изучаемые сортообразцы Л-2421-5 и Л-2421-13 уступали по большинству показателей стандартному сорту Русский Сувенир, но превосходили его по вкусовым качествам.

В 2007 г. ГТК периода «посадка-всходы» составил 0,84 при наличии - достаточной суммы эффективных температур в 390,4ºС (норма 385ºС) и трёхнедельного отсутствия осадков. В результате произошла задержка всходов на 3–6 дней. Выпавшие в первой декаде июля дожди (65,6 мм) и благоприятная температура способствовали быстрому росту и дружному цветению растений. Однако к первой динамической копке не все образцы успели набрать большую массу клубня, несмотря на интенсивное клубнеобразование. ГТК периода «посадка –1 динамическая проба» равен 1,29.

Урожай картофеля зависит главным образом от числа клубней и их среднего веса [1,2]. Поэтому в создавшихся сложных условиях в первую динамическую пробу только у образцов из ранней группы Л-2421-17 (13,3 т/га) и 2021-5 (13,7 т/га) был получен урожай больше, чем у стандарта Жуковский ранний (12,5 т/га). Это говорит об их раннеспелости, засухоустойчивости и быстром реагировании на появление благоприятных условий. Преимущество сохранялось на протяжении всего периода вегетации, вплоть до формирования конечного урожая (27,7 и 24.4 т/га, соответственно) (табл. 1, 2).

У образцов этой группы 2089-5 и 2076-3, благодаря более растянутому вегетационному периоду, формированию большого количества клубней под кустом (образец 2076-3) и интенсивному накоплению массы клубней (образец 2089-5) был получен в конечном итоге урожай больше, чем у стандарта, что и подтверждается КХП.

В среднеранней группе урожай представленных образцов из-за засушливого периода «посадка-всходы» через 65 дней от посадки оставался на уровне стандарта Русский Сувенир. Осадки первой декады июля вызвали интенсивное накопление массы первоначально сформировавшихся клубней, поэтому через 75 дней после посадки урожай превосходил стандарт у образцов Л-2421-5 на 4,3 т/га, а у Л-2421-13 – на 7,2 т/га. В конечном итоге у гибрида Л-2421-5 был получен урожай клубней, превосходящий не только стандарт своей группы на 6 т/га, но и Жуковский ранний – на 8,2 т/га. Причём у образцов Л-2421-13 и Л-2421-5 наблюдалась хорошая выровненность клубней по размеру. Это зависит, как отмечал еще в 1957 г. Майергофер (3), от длины периода клубнеобразования: чем короче этот период, тем более выровнены клубни. Поэтому одним из ценных преимуществ вышеуказанных образцов является равномерное накопление массы изначально сформировавшегося количества клубней и отсутствия в уборочный период мелкого бросового материала. И, как показывает КХП (44,9 и 55,5%), потенциальные возможности, генетически заложенные в этих гибридах, за данный вегетационный период были еще не исчерпаны. Это говорит о том, что сорта с такими данными можно использовать в регионах с более продолжительным периодом вегетации без особого ущерба для получения более раннего урожая через 75–80 дней.

У изучаемых образцов обеих групп спелости накопление крахмала происходило менее интенсивно, чем в предыдущем году вследствие относительно невысоких среднесуточных температур в течение вегетационного периода 2007 г. Однако, все представленные сортообразцы показали достаточно высокое содержание крахмала и в этих условиях, поскольку крахмалистость является наследственным признаком, что берется во внимание при селекционном отборе.

Таблица 1 – Продуктивность сортообразцов картофеля через 65 и 77 дней после посадки (Лунино, 2006-2008 г.г.)

Сортообразец	1 динамическая проба – 64-65 дней после посадки									2 динамическая проба – 77-79 дней после посадки								
	Урожайность, т/га					Масса 1 клубня, г				Урожайность, т/га					Масса 1 товарного клубня, г			
	06	07	08	Среднее	± к St	06	07	08	Среднее	06	07	08	Среднее	± к St	06	07	08	Среднее
Раннеспелые сортообразцы																		
Жуковский ранний, St	11,0	12,5	13,9	12,5	-	50,7	35,6	35,0	40,4	17,1	20,7	18,4	19,0	-	73,7	66,5	66,8	69,0
Л-2421-17	11,4	13,3	13,3	12,7	+2	32,8	35,4	39,8	36,9	17,8	23,5	22,6	21,3	+2,3	56,9	67,5	64,3	62,9
2089-5	9,3	8,2	13,2	10,2	-2,3	45,9	32,9	34,3	37,7	19,3	19,1	28,5	22,3	+3.3	107,9	100,6	75,0	94,5
2021-5	17,4	13,7	25,5	18,9	+6,4	35,6	31,7	33,1	33,5	18,5	21,8	26,3	22,2	+3,2	69,4	54,4	56,6	60,1
2076-3	9,5	8,7	15,9	11,4	-1,1	30,5	18,7	41,4	30,2	17,4	17,4	21,1	18,6	-0,4	73,4	61,1	69,8	68,1
Среднеранние сортообразцы																		
Русский Сувенир, St	9,5	8,0	11,5	9,7	-	29,5	18,4	35,0	27,6	16,9	10,3	21,1	16,1	-	83,5	35,2	58,3	59,0
Л-2421-13	9,1	7,3	13,7	10,0	+0,3	35,2	17,5	31,4	28,8	18,1	17,2	23,1	19,5	+3,4	74,1	59,2	60,2	64,5
Л-2421-5	11,7	7,0	14,1	10,9	+1,2	38,4	20,8	43,7	35,4	19,9	14,3	28,3	20,8	+4,7	83,3	72,1	79,2	78,2
$НСР_{0,5}$ т/га	1,6	1,6	1,3							1,9	2,1	1,4						

Таблица 2 – Структура урожая селекционных образцов картофеля (Лунино, 2006-2008г.г)

Сортообразец	Кол-во товарных клубней, шт.				Масса 1 товарного клубня, г				Урожай, т/га					Содержание крахмала, %				КХП, %			
	06	07	08	среднее	06	07	08	среднее	06	07	08	среднее	± к St	06	07	08	Среднее	06	07	08	среднее
	Раннеспелые сортообразцы																				
Жуковский ранний, St	5,2	5,6	6,0	5,6	73,1	86,4	72,4	77,3	19,6	21,4	19,4	20,1	-	12,8	12,1	12,3	12,4	65,6	57,6	59,3	60,8
Л-2421-17	7,0	8,7	7,9	8,0	76,9	73,2	63,6	71,2	22,5	27,7	22,9	24,4	+4,3	18,8	16,8	20,0	18,5	62,4	53,5	53,0	56,3
2089-5	4,3	6,0	6,0	5,4	108,5	90,1	75,5	91,4	22,1	23,0	34,4	26,5	+6,4	14,5	13,4	19,2	15,7	58,7	62,0	53,6	58,1
2021-5	8,4	7,0	8,0	7,8	88,7	78,1	57,9	74,9	30,8	24,4	27,9	27,7	+7,6	18,5	18,0	20,3	18,9	71,3	59,5	54,1	61,6
2076-3	7,7	7,0	6,0	6,9	79,9	70,2	65,3	71,8	25,6	21,7	32,5	26,6	+6,5	24,9	17,5	25,2	22,5	70,5	47,3	44,2	54,0
	Среднеранние сортообразцы																				
Русский Сувенир, St	5,7	6,0	6,0	5,9	100,0	91,8	56,6	82,8	24,0	23,6	21,4	23,0	-	17,5	16,0	17,9	17,1	61,9	55,8	57,4	58,4
Л-2421-13	5,1	5,1	8,4	6,2	111,4	95,7	97,6	101,6	23,6	21,3	35,6	28,8	+5,8	17,4	14,3	18,2	16,6	60,8	44,9	59,5	59,1
Л-2421-5	4,8	7,7	8,4	7,0	114,3	87,8	87,4	96,5	22,9	29,2	32,1	28,1	+5,1	17,5	16,3	18,8	17,5	57,9	55,5	59,6	57,7
$НСР_{0,5}$ т/га									1,7	1,5	1,3										

В 2008 г. сложились благоприятные условия для прохождения периодов «посадка–всходы» и «посадка–1 динамическая проба» (ГТК=1,19 и 1,69, соответственно), что обеспечило достижение более высокого уровня урожайности через 65 дней после посадки. В группе раннеспелых выделился образец 2021-5 с урожаем 25,5 т/га, что на 11,6 т/га выше стандарта. Отмечено, что по массе клубней этот гибрид не уступал стандарту, а по количеству – превосходил его. Через 75 дней образец 2021-5, как и в 2007 г., практически был готов к уборке одновременно с Жуковским ранним, превысив стандарт на 8,0 т/га. В уборочный период прибавка урожая этого гибрида составила всего 1,5 т, что говорит о его раннеспелости.

У образца 2076-3 в первую динамическую копку урожай превысил стандарт на 2 т за счет более высокой массы клубней. Дальнейшее интенсивное накопление массы способствовало увеличению урожая через 10 дней почти в 0,5 раза. Более растянутый вегетационный период уобразцов2076-3 и 2089-5 и повышенная устойчивость их к таким грибным болезням как фитофтороз, макроспориоз и ризоктониоз позволил превысить урожай стандарта в конечном итоге почти в 2 раза (таблица 2). Это подтверждает и более низкий КХП по сравнению по стандартом.

В группе среднеранних образец Л-2421-5 при взятии пробы через 65 дней после посадки превысил урожай стандарта на 2,6 т/га, а образец Л-2421-13 – на 2,2 т /га, причём первый отличался самыми крупными клубнями (43,7 г). Интенсивное накопление массы клубней при их большом количестве способствовало получению более высокого урожая в конечном итоге по с сравнению с сортом Русский Сувенир на 5 т/га, и на 8 т/га по сравнению с Жуковским ранним.

Высокие дневные температуры (26–37ºС) при незначительных осадках в предуборочный период вызвали сокращение вегетационного периода и прекращение накопления массы клубней (4). Этими условиями объясняется более низкая, чем в другие годы исследований, масса товарных клубней (от 56,6 до 97,6 г) большинства сортообразцов и более низкий урожай некоторых гибридов при увеличении количества клубней. Например, у сортообразца Л-2421-17, имеющего растянутый период вегетации, конечный урожай составил всего 22,9 т/га против 27,7 т/га предыдущего года, а у среднеспелого образца 2435-1 – 21,1 т/га против 25,1 т/га.

Наибольший урожай в уборочной пробе отмечен у ранних образцов 2089-5 (34,4 т/га) и 2076-3 (32,4 т/га) и у среднеранних образцов Л-2421-3 (35,6 т/га) и Л-2421-5 (32,1 т/га).

Выводы. Образец 2021-5 характеризуется высоким ранним урожаем (13,7–25,5 т/га), через 75–80 дней практически готов к уборке, но продолжает накапливать массу клубней. Отличается ус-

тойчивостью к болезням и мало повреждается колорадским жуком. При уборке его урожай составил 24,4–30,8 т/га, что в среднем на 7,8 т/га выше стандарта. Кроме того, он выделяется многоклубневостью, высоким КХП (в среднем за 3 года 61,1%) и повышенным содержанием крахмала в клубнях (18,0–20,3%).

Крупноклубневый образец 2089-5 имеет хорошо выравненные клубни красного цвета и отличается большим потенциалом урожайности (до 34,4 т/га). Высокоустойчив к болезням и повреждению колорадским жуком. Обладает компактностью гнезда, что является преимуществом для механизированной уборки.

Гибрид 2076-3 характеризуется растянутым вегетационным периодом, который позволяет достигать высокой урожайности. Имеет высокие вкусовые качества, обладает хорошей лёжкостью и высоким содержанием крахмала, что делает его пригодным для использования как в пищевой, так и технической промышленности.

Образец Л-2421-7 стабильно даёт высокий ранний урожай, отличаясь большим количеством товарных клубней и содержанием крахмала, а также мало повреждается колорадским жуком.

Образец Л-2421-13 образует ровные крупные клубни с мелкими глазками. В благоприятных условиях выращивания его урожайность достигала 35,6 т/га. Содержание крахмала в клубнях составляет 14,3-18,2%.

Крахмалистость клубней менялась в зависимости от погодных условий. Дождливый период в заключительный период клубнеобразования и массовое поражение фитофторозом в 2007 г. привели к снижению крахмалистости клубней всех изучаемых образцов по сравнению с другими годами. Жаркая погода перед уборкой в 2008 г. способствовала интенсивному накоплению крахмала, поэтому его содержание в клубнях, наоборот, повышалось. Крахмалистость клубней обуславливалась также особенностями генетической структуры изучаемых образцов (2). Наиболее крахмалистыми во все годы исследований были клубни образцов 2435-1 (21,1–25,1%), 076-3 (17,5–25,2%) и 22420-20А (18,4–22,7%).

Результаты исследований, проведенных в условиях 2006–2008 гг. показали, что изучаемые образцы картофеля различаются по продуктивности и скороспелости и обладают разными хозяйственно-ценными признакам, что позволило выделить среди них наиболее перспективные.

Литература

1. Кабунин, А.А. Динамика формирования урожая клубней у ряда сортов и гибридов картофеля в условиях Пензенской области / А.А. Кабунин, Ю.Н. Калягин, И.Г. Русакова / Сб. науч. трудов «Вопросы совершенствования сельскохозяйственного производства», ч.2. / Пензенский НИИСХ. – Пенза, 1995. – С. 108–119.

2. Камераз, А.Я. Межвидовая и внутривидовая гибридизация картофеля / А.Я. Камераз. – Сб. Генетика картофеля. – М.: 1973. – С.104–121.

3. Яшина, И.М. Генетика морфологических и хозяйственно-ценных признаков картофеля / И.М. Яшина, О.А. Першутина, Э.В. Кирсанова. – Сб. «Генетика картофеля», М.: 1973. – С.233–259.

4. Справочник картофелевода / Под ред. С.Н. Карманова . – М.: Россельхозиздат, 1983. – 238 с.

———

УДК 635.21:631.527:005.331.8

ИСТОРИЯ СЕЛЕКЦИИ КАРТОФЕЛЯ НА ПЕТРОВСКОЙ СЕЛЕКЦИОННО-ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ

Н.Н. Кузнецова

В статье приведены направления и основные результаты селекционной работы с культурой картофеля на Петровской селекционно-опытной станции за 1922–2005 гг.

Петровское опытное поле было создано в Петровском уезде Самарской губернии в 1910 г. Его земли располагались на лёгких песчаных почвах, в типичном картофельном районе, поэтому в 1921 г. на областном совещании по сельскохозяйственному опытному делу опытному полю было рекомендовано специализироваться на изучении культуры картофеля.

Начало селекции картофеля на Петровской селекционной станции относится к 1922 г. Работа была начата с проведения испытания сортов в системе картофелесети Кореневской картофельной станции (институт картофельного хозяйства).

Основным направлением в первые годы являлось сортоиспытание картофеля. Селекционной оценке было подвергнуто около трёхсот сортов, в основном заграничной селекции.

Сортоиспытание показало, что инорайонные сорта, особенно заграничные, не приспособлены для возделывания в зоне недостаточного увлажнения с периодически повторяющимися засухами, так как они в течение 2–3 лет вырождаются и резко снижают урожай.

Уже в 1928 г. выяснилось, что из большого количества испытанных сортов не удалось получить таких, которые были бы пригодны для возделывания в Пензенской области.

За это время выделился по урожаю только один сорт Лорх (селекции Института картофельного хозяйства), который и стал внедряться в производство.

Таким образом, неудача с подбором сортов из числа существующих заставила станцию приступить к селекционной работе с картофелем, применяя при выведении сортов метод гибридизации.

В 1928 г. произвели первые скрещивания, а с 1929 г. приступили к выращиванию сеянцев и отбору селекционного материала (клонов). На первых этапах селекционной работы набор сортов, вовлекаемых в гибридизацию, был очень ограничен. В скрещиваниях участвовали сорта Аза, Смысловский, Крюгер, Вольтман, а в более позднее время – сорт Деодара (сорта неракоустойчивые).

При развёртывании селекционной работы основной задачей было выведение новых сортов, более приспособленных к условиям нашей зоны и пригодных для замены таких поздних технических сортов, как Мерке и Вольтман. Названные сорта в Пензенской области не отличались устойчивостью урожаев и высоким накоплением крахмала.

Станцией за период с 1929 по 1955 гг. созданы следующие сорта: Октябрёнок, Промышленный, Ударник, Петровский юбилейный, Петровский (гибрид 42), Гвидон, Голубоцветка, Петровский 5, Пензенская скороспелка (таблица).

Сорта картофеля Петровской селекционно-опытной станции

№ пп.	Сорт	Автор сорта	Год	
			выведения	районирования
1	Петровский юбилейный	Алданов А.Д., Ососкова К.А.	1936	1939
2	Октябрёнок	Алданов А.Д., Ососкова К.А.	1936	1939
3	Петровский 164		1946	
4	Ударник		1946	
5	Петровский (гибрид 42)	Герн А.П.	1947	1952
6	Промышленный		1948	1952
7	Петровский 5	Герн А.П.	1955	
8	Пензенская скороспелка	Герн А.П., Глухарева М.Л.	1949	1963
9	Петровский ранний	Гнездилова В.М., Герн А.П.	1967	
10	Юбилейный 50	Гнездилова В.М., Герн А.П	1967	
11	Гвидон	Герн А.П.	1955	
12	Голубоцветка	Герн А.П.	1955	
	ПСЕ 3	Макарова В.Г.	1984	

Сорт Октябрёнок – среднеранний, урожайный, технического направления, с повышенной крахмалистостью. Пригоден для ранней технической переработки на спирт и крахмал. Относительно засухоустойчив. Вкусовые качества посредственные, сильно разваривается. Лёжкость хорошая. Устойчив к раку, сильно поражается фитофторой.

Петровский (гибрид 42) выведен селекционером А. П. Герном, который работал на станции с 1941 по 1959 гг. За выведение новых

сортов картофеля А.П. Герн награжден орденом Ленина. Совместно с ним работали м.н.с. М. Л. Глухарева и техник А. Н. Бесшапошникова.

Сорт Петровский (гибрид 42), районированный в 1952 г., является межвидовым гибридом (*Solanum demissum* × Катадин х Зейдлитц) × Пепо. Сорт среднеранний, столовый, урожайный, крахмалистость повышенная. Обладает групповым иммунитетом к фитофторе *Phytophtora infestans*, к раку *Synchytrium endobioticum*, отличается достаточно высокой устойчивостью к парше обыкновенной (*Actinomyces scabics*). Поражается макроспориозом (*Macrosporium solani*). Относительно устойчив к чёрной ножке (*Pectobacterium phytophtorum*).

Сорт Пензенская скороспелка (авторы А.П. Герн, М.Л. Глухарева) получен в результате скрещивания Ранней розы с Голубоцветкой с последующим направленным отбором в семье ранней уборки. За годы испытания на станции, на сортоучастках и в производственных условиях сорт показал себя ранним, столовым, пригодным для летнего потребления. Сорт урожайный, с хорошей крахмалистостью (до 19%), столового назначения. Потенциальная урожайность до 300 ц/га. Товарность 90–95%.Вкусовые качества хорошие.

Вегетационный период 80 дней, товарную продукцию возможно получить на 60 день. Сорт отличается повышенной засухоустойчивостью, относительно жаровынослив. Устойчивость к болезням удовлетворительная. Устойчив к обычной к межгорской расе рака, имеет повышенную устойчивость к черной ножке, обладает малой чувствительностью к вирусу скручивания листьев. Районирован с 1963 г.

С 1959 по 1977 гг. работу по селекции картофеля возглавляла В.М. Гнездилова.

Поставленная задача получения высокоурожайных, устойчивых к почвенной и воздушной засухе сортов столового назначения для летнего использования потребовала пересмотра методики отбора клонов на первом этапе селекционного процесса.

Опыт показал, что отобранные в семенном размножении клоны не всегда проявляют себя урожайными при последующих клубневых репродукциях по селекционным питомникам. Отбор клонов с ранним образованием клубней почти отсутствует.

В связи с этим станция отказалась от отборов среди сеянцев первого года (семенное размножение) и перешла к отбору клонов в семьях (клубневое размножение).

В результате правильного подбора пар для гибридизации, а также изменённой методике отбора клонов станцией были созданы

сорта Петровский ранний и Юбилейный 50 (1967 г.). Авторы Гнездилова В.М., Герн А.П.

Сорт Петровский ранний – столового назначения, скороспелый, пригоден для летнего потребления, урожайный, с повышенным выходом крахмала. Устойчив к засухе и вырождению. Имеет отличные вкусовые качества, а также хорошую лёжкость клубней. Устойчив к раку.

Сорт Юбилейный 50 – столовый, среднеранний, высокоурожайный, крупноклубневый. Имеет повышенный выход товарных клубней – 94%.Средний вес товарного клубня – 140 г. Лёжкость и вкусовые качества хорошие. Засухоустойчив. Устойчив к раку и болезням вырождения.

Однако у созданных сортов картофеля отмечены нестабильность урожайности и её снижение под воздействием неблагоприятных внешних условий, а также в результате поражения болезнями и вредителями. В связи с этим перед селекцией поставлены ряд задач, которые можно разделить на общие, региональные и специфические.

Общая задача – создание экологически пластичных, высокоурожайных, устойчивых к болезням, вредителям и неблагоприятным условиям сортов картофеля, имеющие разные сроки созревания, обладающих высокой питательной ценностью и хорошими вкусовыми качествами и пригодных для механизированного возделывания.

Одна из региональных задач – выведение фитофтороустойчивых сортов для тех районов страны, где эта болезнь проявляется ежегодно и причиняет огромный ущерб картофелеводству.

К специфическим задачам селекции нужно отнести выведение сортов, пригодных для промышленной переработки на пищевые полуфабрикаты (картофельная крупка, пюре, сушеный картофель и др.) и готовую продукцию (чипсы, крекеры и др.), а также сортов, приспособленных для выращивания из семян.

В 1977–1988 гг. лабораторией селекции картофеля руководила В. Г. Хохлова (Макарова).

В связи с поставленными задачами были разработаны и направления селекционной работы: создаются высокопродуктивные сорта, устойчивые к фитофторозу, вирусным болезням, с повышенным содержанием крахмала, белка или с комплексом других важных признаков. Развитие новых направлений усложнило решение селекционных программ и потребовало организации промежуточного этапа в работе, а именно: получение специальных родительских форм-носителей отдельных ценных признаков или их сочетаний, отсутствующих у культурного вида *Solanum tuberosum* (иммунитет к вирусам, фитофторозу, колорадскому жуку).

Основные направления селекции:

1. Селекция на повышение урожайности. Уровень урожайности и её стабильность – главная ценность любого сорта. Этот признак полигенный, контролируется многими доминантными и рецессивными генами. Его проявление зависит от сочетания различных генов, а также от внешних условий. Урожай картофеля с куста определяется числом клубней и средней массой одного клубня. Предпочтительнее иметь формы с 12–14 клубнями более выравненного размера. При подборе родительских пар для скрещивания необходимо учитывать то, что урожайность гибридов больше в потомстве урожайных родительских форм. Поскольку число положительных по признаку продуктивности трансгрессий незначительно (1,5–1,6%), отборы необходимо проводить в больших гибридных комбинациях.

Высокая урожайность сорта должна сочетаться с повышенным качеством и улучшенным химическим составом клубней (протеина 1,8–3,2%, крахмала 14–30 %, витамина С 20–30 мг/100 г.

Успех селекционной работы в значительной степени зависит от подбора родительских пар для скрещиваний. Различают три метода подбора: по фенотипу, по происхождению и генотипу.

Подбор компонентов скрещивания по фенотипу при селекции на урожайность, как правило, не даёт положительных результатов. Установлена высокая положительная корреляционная зависимость между урожайностью родительских форм и урожайностью гибридного потомства. Чем выше урожайность родительских форм, тем больше урожайных гибридов и их потомства.

Картофель – гетерозиготное растение. Вся селекция на высокий урожай была направлена на гетерозис. Установлено, что при скрещивании потомство имеет более высокую урожайность, чем при самоопылении картофеля. Гомозиготность ведёт к деградации потомства, угнетению.

2. Селекция на скороспелость. Ранние и среднеранние сорта успевают соответственно за 50–60 и 60–80 дней от момента посадки образовать товарные клубни, т.е. они более интенсивные по сравнению со среднеспелыми, среднепоздними и поздними сортами. В благоприятных условиях по урожайности они могут превышать более поздние сорта. Ранние сорта дают потребителю продукцию в летние месяцы. Их можно использовать в занятых парах.

Наибольший выход раннеспелых гибридов отмечен в скрещиваниях ранних сортов между собой, но такие гибриды низкоурожайны. Для выведения скороспелых и урожайных сортов рекомендуется скрещивать ранние сорта со среднеранними и среднеспелыми и подбирать родительские пары на основе продолжительности роста и интенсивности накопления урожая.

Наибольшее количество раннеспелых сортов (25–35%) получается при скрещивании родительских форм с быстрым образованием всходов (15–17 дней), коротким (10–12 дней) периодом от всходов до образования клубней и интенсивным накоплением урожая. Раннеспелый сорт можно получить от сочетания признаков двух среднеспелых, из которых один отличается коротким периодом от посадки до появления всходов и ранним клубнеобразованием, а другой выделяется быстрыми темпами их роста.

В качестве исходного материала в селекции на скороспелость представляют интерес культурные и дикие виды картофеля *S. andigenum*, *S. phureja*, *S. goniocalyx*, *S. Rybini*, *S. chaucha*, *S. Leptostgma*, *S. curtilobum*, *S. demissum*, обладающие такими ценными для раннеспелых сортов картофеля признаками, как засухоустойчивость, фитофтороустойчивость, высокой крахмалистостью и белковостью, морозоустойчивость, устойчивость к колорадскому жуку и имеющие свойство раннего клубнеобразования. В скрещивании с указанными видами необходимо включать ранних и среднеранних производителей, которые содействуют при беккроссировании получению достаточно урожайных и непозднеспелых гибридов.

3. Селекция на засухоустойчивость. Засухоустойчивые сорта картофеля нужны не только в засушливой зоне, где за вегетационный период выпадает мало осадков, но и в районах достаточного увлажнения.

В процессе онтогенетического развития картофель предъявляет различные требования к влаге. В первый период жизни, примерно до начала бутонизации, картофельное растение не нуждается в большом количестве влаги. Во второй половине вегетации, особенно с момента клубнеобразования, потребность картофеля во влаге сильно возрастает. В природных условиях почти во всех климатических зонах осадки в течение вегетационного периода большей частью выпадают неравномерно. Нередко бывает, что влажность почвы и воздуха резко снижается в такое время, когда картофельному растению требуется наибольшее количество влаги для нормального роста и развития. Засуха часто вызывает значительный недобор урожая, особенно в районах с песчаными бесструктурными почвами. Основной мерой борьбы с засухой является быстрейшее освоение всего комплекса травопольной системы земледелия, в частности применение высокой агротехники. К важнейшим мероприятиям по повышению урожайности картофеля относится создание новых сортов, наиболее стойко переносящих засуху.

Нормальное развитие картофельного растения зависит и от его жаровыносливости. Так как засуха обычно сопровождается высокой температурой, то при слабой жаровыносливости сорта её действие значительно усугубляется. Поэтому при селекции карто-

феля на засухоустойчивость нужно оценивать в этом отношении сорта, выращенные не только в условиях недостатка влаги, но и при повышенных температурах.

В жаркую засушливую погоду процессы жизнедеятельности картофельного растения протекают анормально: резко усиливаются дыхание и окислительный процесс, начинаются распад белка и выделение аммиака; синтез углеводов снижается или совершенно прекращается. Растение испытывает острый недостаток в углеводах, а накопление аммиака вредно на него действует. В результате этого листья и стебли частично или полностью отмирают.

Для создания жароустойчивых сортов используют устойчивые к перегреву виды картофеля, у которых белок свертывается при температуре выше 580 С.

4. Селекция на устойчивость к болезням. Одна из труднейших задач селекции – создание сортов с комплексной устойчивостью к вирусным болезням. Сложность заключается в большом разнообразии вирусов и их штаммов, характер проявления которых меняется в зависимости от внешних условий и сортовой специфичности. Решающее значение здесь имеет выбор исходного материала, основанный на знании генетической природы различных типов устойчивости и закономерностей их наследования.

Особого внимания требует устойчивость родительских форм к болезням вырождения. В нашей зоне распространёнными болезнями являются различные мозаики, веретеновидность клубней (готика) и столбур. Самая высокая вредоносность (90–99%) наблюдается у столбура клубневого, жёлтой карликовости, полосчатой мозаики и курчавости. Затем идут болезни, снижающие урожай на 40–50%, к которым относятся веретеновидность (готика) клубней, скручивание листьев, круглолистность и недоразвитость растений, морщинистая мозаика и закручивание листьев.

Различают четыре основных типа устойчивости: иммунитет, сверхчувствительность, полевая устойчивость и толерантность. Наиболее ценны первые типы устойчивости – иммунитет, т. е. полная невосприимчивость и сверхчувствительность, при которой растения реагируют на вирус образованием некротических пятен, представляющих собой барьер, препятствующий дальнейшему распространению вируса. При полевой устойчивости заражение происходит медленно, т. к. этому препятствуют особенности сорта. Толерантность – это свойство выносливости к вирусу, когда растение поражено им, но заметно не снижает продуктивности. Некоторые толерантные сорта, не проявляя внешних признаков заболевания, являются постоянными носителями вируса в скрытой (латентной) форме.

Наибольшую ценность для селекции представляют сорта, которые не только имеют признак толерантности, но и передают его своему потомству.

Среди многочисленных видов картофеля иммунитет обнаружен только по отношению к трём вирусам – X, Y, A: *S. stoloniferum* (X, Y и A) и *S. acaule* (X). получение сортов, иммунных к вирусам X, Y и A возможно осуществить путём скрещивания гибридов – бекроссов *S. stoloniferum* с сортом Сакко или с его гибридами. В этом случае число иммунных к трём вирусам форм в потомстве будет составлять 12,5 %, так как у сорта Сакко иммунитет к вирусу X контролируется двумя комплементарными генами.

Синтетические скрещивания между сортами имунными к вирусу X и к вирусам Y и A (Грацилия Фаналь, Бизон), представляют один из быстрых способов получения исходных форм с комплексной устойчивостью. Дальнейшее скрещивание с сортами, перспективными в данной зоне, могут привести к получению высокопродуктивных и устойчивых гибридов.

В связи тем, что в настоящее время очагов рака обнаруживается всё больше, стоит задача выводить исключительно ракоустойчивые сорта картофеля. В настоящее время известно 10 различных биотипов рака. Один из наиболее известных агрессивных биотипов – гиссюбельский, а самый распространённый – далемский (обычный). В разных странах мира создано большое число сортов, устойчивых к обычному биотипу рака, а также к нескольким биотипам. На основании очень большого количества данных несомненно, что выведение сортов картофеля, устойчивых к обычному биотипу рака, не представляет трудности. Это объясняется доминантным характером наследования ракоустойчивости. Скрещивание двух устойчивых сортов в потомстве даёт 84% устойчивых гибридов, от скрещивания устойчивых с восприимчивыми – около 64%, а от скрещивания двух восприимчивых компонентов – лишь 8,5% устойчивых форм.

На Петровской селекционно-опытной станции выведены и переданы в производство несколько высокоурожайных, устойчивых к раку и фитофторе сортов картофеля.

———

СОДЕРЖАНИЕ

Смирнов А.А.
Пензенскому научно-исследовательскому институту сельского хозяйства Россельхозакадемии – 100 лет……..……..... 3

Майорова М.М., Левушкина Т.В., Рябухина Т.И., Кузнецова Н.Н.
История Петровской селекционно-опытной станции……..... 10

I. ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, ПОЧВОВЕДЕНИЕ, АГРОХИМИЯ

Кирасиров З.А.
Достижения и задачи совершенствования системы земледелия...…… 15

Курятникова Н.А., Кирасиров З.А.
Сравнительная оценка различных севооборотов в зависимости от элементов технологии……..…. 33

Зеленин И.Н.
Влияние осадков сточных вод на урожайность сельскохозяйственных культур и агрофизические свойства чернозёма выщелоченного…… 48

Криушин Н.В.
Поступление тяжёлых металлов в урожай сельскохозяйственных культур разного видового и сортового состава……..……... 54

Криушин Н.В.
К вопросу о снижении и прогнозировании поступления тяжёлых металлов в продукцию растениеводства……..…… 66

Кирасиров З.А., Криушин Н.В.
Особенности ведения сельского хозяйства на территориях, загрязнённых экотоксикантами……..……77

Бойко А.В.
Влияние отдельных особенностей погоды на изменение урожаев зерновых культур и приспособленности к засухе……..…..……... 85

Кирасиров З.А., Бакулова И.В., Курятникова Н.А.
Изменение агрофизических свойств пахотного слоя при различных технологиях обработки почвы под зерновыми культурами…….……... 94

Ломов С.П.
Бассейновый метод изучения антропогенной эволюции почвенного покрова в Пензенской области……..……..... 104

Ишмуратова А.Д.
Почвы и кормовые культуры……..…... 122

Кирасиров З.А.
Оптимизация обработок почвы на эродированных землях Пензенской области……..……..…….. 137

Кирасиров З.А.
Агрофизические свойства и водоохранные системы обработки почвы на чернозёмах выщелоченных лесостепи Среднего Поволжья…….. 152

Зеленин И.Н.
Экологические сбалансированные системы воспроизводства почвенного плодородия и применения удобрений на чернозёмах Пензенской области…… 170

Бражникова О.Ф., Ишмуратова А.Д., Бражников В.Н.
Воспроизводство плодородия почв под влиянием многолетних агроценозов…… 175

Яковлев А.И.
Влияние различных видов люпина на плодородие чернозёма выщелоченного…… 183

Бойко А.В.
К вопросу развития общей концепции воспроизводства плодородия почвы полевыми культурами в лесостепи Поволжья…….. 191

Курятникова Н.А., Кирасиров З.А.
Формирование урожая и качества зерна овса голозёрного в зависимости от элементов технологии…… 206

Зеленин И.Н., Чернышов А.В.
Яровые сидеральные смеси как средство повышения продуктивности озимой пшеницы…….. 224

Бойко А.В.
Некоторые особенности использования склоновых земель лесостепной зоны Поволжья…….... 236

Чернышов А.В., Зеленин И.Н.
Озимые бобово-капустные смеси на зелёное удобрение в условиях лесостепи Среднего Поволжья……... 245

Бойко А.В.
Эффективность уплотнения полевых севооборотов промежуточными посевами и сидеральными культурами…… 255

Ломов С.П., Кривобочек В.Г.
Климат и урожайность зерновых культур в Пензенской области…… 265

Ломов С.П., Смирнов А.А., Барашкина Е.В.
Влияние климатических изменений в Среднем Поволжье на хозяйственно-биологические показатели мака масличного и конопли посевной 274

II. НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОТРАСЛИ КАРТОФЕЛЕВОДСТВА

Кабунин А.А., Кабунина И.В.
Роль ГНУ ПензНИИСХ в развитии инновационных процессов в картофелепродуктовом подкомплексе Пензенской области…….... 282

Кабунина И.В., Кабунин А.А.
Развивать картофелеводство как эффективный агробизнес…… 296

Смирнов А.А.
Севооборот – агрономическая основа технологии возделывания картофеля…… 303

Смирнов А.А.
Влияние комплекса агроприёмов на агрофизические свойства почвы, засорённость и урожайность клубней картофеля……..…..…. 314

Плужникова И.И., Лысенко Ю.Н., Лысенко Н.Ю.
Агротехнические приёмы как факторы защиты сортов картофеля разных групп спелости от болезней……..……..…… 332

Плужникова И.И.
Влияние систем защиты картофеля на проявление болезней в зависимости от сорта и предварительного проращивания клубней…….. 339

Плужникова И.И., Лысенко Ю.Н., Лысенко Н.Ю.
Эффективность защитных мероприятий от болезней при возделывании картофеля в условиях Среднего Поволжья…..... 353

Кабунина И.В., Кабунин А.А.
О подходах к организации селекционной работы с картофелем..... 361

Догуревич О.А., Кабунин А.А.
Морфобиологические признаки и продуктивность селекционных образцов картофеля в Средневолжском регионе…….. 367

Догуревич О.А., Кабунин А.А.
К вопросам отбора селекционных образцов картофеля……..…... 378

Кабунин А.А., Догуревич О.А.
К методике селекции раннеспелых сортов картофеля…… 382

Кабунина И.В., Кабунин А.А.
К вопросу экономической оценки новых сортов картофеля……..…..... 388

Русакова И.Г., Шипенко А.В.
Результаты оценки образцов картофеля в селекционном процессе……. 394

Кузнецова Н.Н.
История селекции картофеля на Петровской селекционно-опытной станции..... 402

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ
К 100-ЛЕТИЮ ПЕНЗЕНСКОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
Том 1

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. 22,89. Заказ № 405.

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