

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ И РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Омск
2022

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Омский аграрный научный центр»

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ И РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

*Сборник научных статей, посвященный 70-летию
доктора сельскохозяйственных наук
Юшкевича Леонида Витальевича*



Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Омский аграрный научный центр»

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ И РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

*Сборник научных статей, посвященный 70-летию доктора
сельскохозяйственных наук Юшкевича Леонида Витальевича
(24-25 октября 2022 года)*

Омск 2022

УДК 631:633:631.152.2

ББК 41/42

И-665

Рецензенты:

В.Л. Ершов, доктор с.-х. наук, профессор кафедры агрохимии, селекции и семеноводства агротехнологического факультета ФГБОУ ВО Омский ГАУ

И.А. Бобренко, доктор с.-х. наук, зав. кафедрой агрохимии и почвоведения факультета агрохимии, почвоведения, экологии, природообустройства и водопользования ФГБОУ ВО Омский ГАУ

И-665 Инновационные технологии в земледелии и растениеводстве: сборник научных статей, посвященный 70-летию доктора с.-х. наук Юшкевича Леонида Витальевича. – Омск: ФГБНУ «Омский АНЦ», 2022. - 296 с.

ISBN 978-5-98559-030-2

В материалах международной научно-практической конференции (25 октября 2022 года) изложены результаты научных исследований ученых по актуальным вопросам сохранения плодородия почв, земледелию, защиты растений, селекции и семеноводства, механизации и цифровизации агротехнологических процессов сельскохозяйственного производства.

Ответственный за выпуск

В.С. Бойко, заместитель директора по научной работе
ФГБНУ «Омский АНЦ», доктор с.-х. наук

Редакция не несет ответственности за содержание и возможные погрешности в материалах статей, полученных от авторов на электронных носителях.

ISBN 978-5-98559-030-2

УДК 631:633:631.152.2

ББК 41/42

© ФГБНУ «Омский АНЦ»

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Чекусов М.С.</i> ПРЕДИСЛОВИЕ	7
<i>Балабанова Н.Ф., Воронкова Н.А., Волкова В.А., Цыганова Н.А.</i>	
ВЛИЯНИЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ	10
<i>Билтуев А.С., Уланов А.К.</i>	
МЕЛИОРАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ГЛИН НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ПЛОДОРОДИЕ ДЕГРАДИРОВАННЫХ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ БУРЯТИИ	16
<i>Бойко В.С., Шаповал М.С., Тимохин А.Ю.</i>	
УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН СОИ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ	22
<i>Вейнбендер А.А., Шулико Н.Н.</i>	
ВЛИЯНИЕ ИНОКУЛЯЦИИ НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ РИЗОСФЕРЫ СОИ	27
<i>Горбова М.А., Мансапова А.И.</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В СЕВООБОРОТАХ СО ЛЬНОМ-ДОЛГУНЦОМ В ПОДТАЕЖНОЙ ЗОНЕ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ	30
<i>Илюшкина О.В.</i>	
ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТОВ И ВЫНОС ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПОЧВЫ С УРОЖАЕМ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ	37
<i>Кененбаев С.Б., Есенбаева Г.Л., Жанбырбаев Е.А., Калдыкозов Н.</i>	
БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТИ КУКУРУЗЫ	43
<i>Ледовский Е.Н., Молод Я.Ф.</i>	
ВЛИЯНИЕ ФУНГИЦИДОВ И СМЕСЕЙ С РЕГУЛЯТОРОМ РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ	48
<i>Ледовский Е.Н., Молод Я.Ф.</i>	
ЗАЩИТА ПОСЕВОВ ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ ОТ ПОЧВЕННО-СЕМЕННЫХ ИНФЕКЦИЙ В УСЛОВИЯХ ОМСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ	54
<i>Михайлов В.В.</i>	
БИОИНДИКАЦИЯ ВОДЫ НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ПЕННАТНЫМ ДИАТОМЕЯМ	61
<i>Пугачева Ю.О., Тимохин А.Ю., Бойко В.С.</i>	
ЭФФЕКТИВНОСТЬ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	66

Солдатова Л.Т.

ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИЗАЦИИ НА РАЗВИТИЕ СИМБИОТИЧЕСКОГО АППАРАТА СОИ НА ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЕ 71

Торопова Е.Ю., Селюк М.П.

ВЛИЯНИЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ 76

Храмов С.Ю., Степанов А.Ф.

АККУМУЛЯЦИЯ ОБЩЕГО И СИМБИОТИЧЕСКОГО АЗОТА МНОГОЛЕТНИМИ БОБОВЫМИ ТРАВАМИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЯЕМОГО БИОПРЕПАРАТА 81

Цыганова Н.В., Воронкова Н.А., Волкова В.А., Балабанова Н.Ф.

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ 87

Шулико Н.Н., Корчагина И.А.

РАЗВИТИЕ КОРНЕВОЙ ГНИЛИ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ 93

Обработка почвы

Юшкевич Л.В.

ОСОБЕННОСТИ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ В ИНТЕНСИВНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ 98

Ершов В.Л.

ОПТИМИЗАЦИЯ СРОКОВ ПОСЕВА ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ 104

Корчагина И.А.

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ПШЕНИЦЫ ЯРОВОЙ И ЕЕ ПРОДУКТИВНОСТЬ 110

Кутилкин В.Г.

ВЛИЯНИЕ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ЕЁ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЕВОВ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ 115

Пахотина И.В., Игнатъева Е.Ю., Юшкевич Л.В.

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРИЕМАМИ 121

Тукмачева Е.В.

ИЗМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ НИТРИФИКАТОРОВ В ПОВТОРНЫХ ПОСЕВАХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ 127

Усенко В.И., Гаркуша А.А., Литвинцева Т.А., Дерянова Е.Г.,

Кобзева И.А., Щербакова А.А.

ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА И УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКА, ПРИЕМА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ, УДОБРЕНИЙ И ПЕСТИЦИДОВ В ЛЕСОСТЕПИ АЛТАЙСКОГО ПРИОБЬЯ ... 131

<i>Шулико Н.Н., Хамова О.Ф., Юшкевич Л.В., Тукмачева Е.В.</i> БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯЧМЕНЯ В ПЛОДОСМЕННОМ СЕВООБОРОТЕ	148
<i>Ющенко Д.Н.</i> БОРЬБА С СОРНЯКАМИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПШЕНИЦЫ В ЗЕРНОПАРОВОМ СЕВООБОРОТЕ ПО НУЛЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ..	154
Селекция и семеноводство	
<i>Белан И.А., Россеева Л.П., Блохина Н.П., Мухина Я.В., Пугачева Н.С.</i> ОЦЕНКА УРОЖАЙНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ К ГРИБНЫМ ЗАБОЛЕВАНИЯМ СРЕДНЕСПЕЛОГО СОРТА ОМСКАЯ 44	164
<i>Василевский В.Д.</i> ОЦЕНКА СОРТОВОЙ РЕАКЦИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ НА ИНТЕН- СИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАД- НОЙ СИБИРИ	170
<i>Глушаков Д.А., Юсова О.А., Юсов В.С.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВ ЗЕРНА И ПРОДУК- ТИВНОСТИ ЯРОВОЙ ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ	177
<i>Красников С.Н., Черемисин А.И., Красникова О.В.</i> ПАМЯТИ НИКОЛАЯ ИВАНОВИЧА РОГАЧЁВА (1922-1996 гг.)	182
<i>Мухордова М.Е., Бабий В.С., Урман М.В.</i> МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗАПАСНЫХ БЕЛКОВ (<i>Glu A1</i> , <i>Glu D1</i> и <i>Waxy</i>) У ОБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ	188
<i>Николаев П.Н., Юсова О.А.</i> ДОСТИЖЕНИЯ ОМСКОГО АГРАРНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА В СЕЛЕКЦИИ ЯЧМЕНЯ	194
<i>Омельянюк Л.В., Кармазина А.Ю., Асанов А.М., Астафьева А.И.</i> ИЗУЧЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНА- КОВ ГОРОХА В ОМСКОМ АНЦ	199
<i>Поползухина Н.А., Кузьмина Е.С., Поползухин П.В., Паршуткин Ю.Ю., Гайдар А.А.</i> РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ СЕЛЕКЦИИ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	204
<i>Прядун Ю.П., Савков Н.Н., Лопухов П.М., Колобков Ю.А., Глаз Н.В.</i> ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В ЛЕСО- СТЕПНОЙ ЗОНЕ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ	211
<i>Пыко Т.Ю., Васюкевич С.В.</i> ЗНАЧИМОСТЬ ВЫСОТЫ РАСТЕНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ЗЕРНО- ВОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ОВСА	218
<i>Россеева Л.П., Белан И.А., Блохина Н.П., Мухина Я.В., Пугачева Н.С., Трубачеева Н.В., Першина Л.А.</i> СИГМА 5 – НОВЫЙ СОРТ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ, СОЗДАННЫЙ НА ОСНОВЕ ДИГАПЛОИДНОЙ ЛИНИИ	224

<i>Суворова Ю.Н.</i>	
СКОРОСПЕЛОСТЬ И МАСЛИЧНОСТЬ – ГЛАВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ СЕЛЕКЦИИ ПОДСОЛНЕЧНИКА В СОС – ФИЛИАЛЕ ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК	231
<i>Трипутин В.М., Кашиба Ю.Н., Ковтуненко А.Н.</i>	
АДАПТИВНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ ОБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ	237
<i>Черемисин А.И., Золотарева З.А.</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ МИНИКЛУБНЕЙ ИЗ ПРОБИРОЧНЫХ РАСТЕНИЙ В ТЕПЛИЦАХ ...	241
<i>Шмакова О.А., Нуяндина А.А., Омельянюк Л.В.</i>	
ОЦЕНКА СОИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	246
<i>Юсова О.А., Николаев П.Н., Васюкевич С.В.</i>	
ЗЕРНОУКОСНЫЕ СОРТА ОВСА СЕЛЕКЦИИ ОМСКОГО АГРАРНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА	252
Механизация	
<i>Даманский Р.В., Чекусов М.С., Михальцов Е.М.</i>	
РАЗНОГЛУБИННАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ В ЗАСУШЛИВЫХ РЕГИОНАХ	257
<i>Кем А.А.</i>	
КОМБИНИРОВАННЫЙ СОШНИК ДЛЯ ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ И ПОСЛОЙНОГО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ	262
<i>Кем А.А., Шмидт А.Н.</i>	
ОЦЕНКА УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА ПРИ ПОСЕВЕ РАЗНЫМИ ТИПАМИ СОШНИКОВ	266
<i>Михальцов Е.М., Даманский Р.В.</i>	
ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА В РОССИИ И СИБИРСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ	269
Цифровизация	
<i>Абрамов Н.В., Семизоров С.А., Оксукбаева А.М.</i>	
ОСНОВНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ В СИСТЕМЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ	276
<i>Солдат И.Е., Мещеряков О.Д.</i>	
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТОЧНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ	286
<i>Шмидт А.Г.</i>	
РАЗВИТИЕ ЕДИНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ	291

ТВОРЧЕСКИЙ ПУТЬ ЮШКЕВИЧА ЛЕОНИДА ВИТАЛЬЕВИЧА

Леонид Витальевич родился 23 октября 1952 года в селе Коршуново Большереченского района Омской области, в семье учителя, фронтовика, участника Сталинградской битвы на Волге, Севастополе, Кенигсберге. В детские годы он отличался любознательностью, много читал, проявлял интерес к сельскому хозяйству, часто ездил с отцом на охоту и рыбалку. Одним словом, любил природу, поэтому не случайно, после окончания школы, выбор пал на Омский сельскохозяйственный институт, в котором открылся новый факультет «агрохимия и почвоведение», куда он поступил и окончил его в 1974 году.

После окончания института Леонид Витальевич был направлен на работу в проектный институт Омскгипропроводхоз, где два года работал инженером-почвоведом.

В 1976 году он поступает в очную аспирантуру СибНИИСХоза, к известному в те годы земледелу – Николаю Захаровичу Милащенко, доктору сельскохозяйственных наук, ныне академику РАН. В этот год Милащенко Н.З. заступил на пост директора института. Энциклопедичный, успешный ученый, он всю энергию и умение работать передал своему ученику. Леонид Витальевич проявил себя как грамотный, творческий специалист. Именно в период работы над диссертацией он получил авторские свидетельства на «Способ борьбы с эрозией почвы», «Способ противозерозной обработки почвы и устройство для его осуществления», «Рабочий орган снегопах» и «Способ противозерозной обработки почвы».

Надо отдать должное и второму научному руководителю – профессору Слесареву Владимиру Николаевичу, ныне доктору сельскохозяйственных наук, который работал тогда заведующим лабораторией агрофизики СибНИИСХ и много внимания уделял своему молодому сотруднику. Практически, все авторские свидетельства на изобретения получены совместно со Слесаревым В.Н. Теплые отношения сохранились у них до сих пор, хотя Владимир Николаевич волей судеб переехал в Новосибирск, где и работает в Сибирском институте земледелия и химизации.

В 1982 году Леонид Витальевич успешно защитил кандидатскую диссертацию на тему: «Водно-физические свойства выщелоченного чернозема в связи с изучением приемов щелчевания в южной лесостепи Омской области».

Период 70-х годов для СибНИИСХ – это период расцвета творческой деятельности, как в селекции, так и в земледелии. Здесь вели исследования известные в наше время ученые-земледельцы: академик Гамзиков Г.П., доктора сельскохозяйственных наук – Кочергин А.Е., Неклюдов А.Ф., Зерфус В.М., Рыжков Н.Г., Холмов В.Г., Ионин П.Ф., Мощенко Ю.Б. Это

оставило свой отпечаток на научную деятельность и исследования Л.В. Юшкевича, для которого работа именитых ученых была примером для подражания.

С 1998 года он назначен заведующим лабораторией интенсивных агротехнологий.

После защиты кандидатской диссертации Леонид Витальевич с новыми силами начал работать над материалами докторской диссертации, которую успешно защитил в 2002 году на тему: «Ресурсосберегающая система обработки и плодородие черноземных почв при интенсификации возделывания зерновых культур в южной лесостепи Западной Сибири».

За период научной деятельности им опубликовано более 470 научных работ (еще в 1982 году вышла статья в журнале, издаваемом в США), в том числе 293 в РИНЦ и 56 в ядре РИНЦ, подготовлено более 60 рекомендаций и методических пособий. Леонид Витальевич является автором 10 монографий: «Ресурсы почвенной влаги в засушливом земледелии Западной Сибири» (1992), «Земледелие на равнинных агроландшафтах и агротехнологии зерновых в Западной Сибири» (2003), «Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири» (2006), «Научные основы земледелия равнинных ландшафтов Западной Сибири» (2008), «Совершенствование технологии возделывания проса в Западной Сибири» (2010), «Ресурсы парового поля в лесостепи Западной Сибири» (2013), «Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы» (2018), «Биологическая активность лугово-черноземных почв Омского Прииртышья» (2019), «Система адаптивного земледелия Омской области» (2020), «Пивоваренный ячмень в Омском Прииртышье» (2021). Имеет 4 патента на изобретения, индекс Хирша – 18.

Область научных знаний и разработок: оптимизация структуры пашни, агрофизические свойства, водный и питательный режим черноземов Западной Сибири, ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур, пивоваренного ячменя, применение средств интенсификации, сортовая агротехника, проблемы экологического земледелия, испытание новой техники.

Кроме научно-исследовательской работы, Леонид Витальевич много времени уделял образовательной деятельности: более 20 лет читал лекции в ОмГАУ и ОмГПУ, институте повышения квалификации. Под его научным руководством защищено 6 кандидатских диссертаций по проблемам экологического земледелия.

Юшкевич Л.В. был членом трех диссертационных Советов по защите докторских и кандидатских диссертаций: в ОмГАУ и ОмГПУ, ученого Совета СибНИИСХ; в настоящее время эксперт РАН, член Ученого совета Омского аграрного научного центра.

Он неоднократно участвовал в работе ряда международных, Всероссийских и региональных конференций по проблемам земледелия.

Ведет активную научную деятельность, пропаганду и внедрение в хозяйствах региона прогрессивных агротехнологий возделывания зерновых культур.

Леонид Витальевич всегда активно занимался общественной работой: был депутатом Первомайского района города Омска, возглавлял Совет молодых ученых института, профсоюзный комитет, был редактором стенгазеты «Земледелец».

Леонид Витальевич востребован в производстве. На протяжении ряда лет он активно сотрудничает с Министерством сельского хозяйства и продовольствия Омской области, выполняя госконтракты и разрабатывая методические рекомендации для сельхозпроизводителей Омской области. За период работы в СибНИИСХ, а затем Омском АНЦ сотрудничал с 26 сельхозпредприятиями и фермерскими хозяйствами.

Многие годы он консультировал хозяйства Омской области, такие как ЗАО «Сергеевское», СПК «Любимовский» Оконешниковского района, ЗАО им. Кирова Крутинского района, ООО Мельникова Черлакского района, ФГУП «Боевое» Исилькульского района, ОПХ «Сосновское» Таврического района, СПК «Желанное» Одесского района, СПК «Некрасовское» Кормиловского района, ГПЗ «Марьяновский», где всегда ждали его приезда.

Леонид Витальевич активно участвует в научно-практических конференциях, агрономических совещаниях с пропагандой инновационных разработок и передового опыта в районах Омской области.

За плодотворную исследовательскую работу награжден медалью им. С.И. Манякина (2018 г), неоднократно поощрялся Дипломами, Почетными грамотами Россельхозакадемии, Министерства сельского хозяйства и продовольствия Омской области, СибНИИСХ.

Глубокое знание проблем земледельческой науки и практики, освещенных в его многочисленных трудах, свидетельствуют о значительном вкладе Л.В. Юшкевича в развитие аграрной науки и выполнении Продовольственной программы не только Сибири, но и России.

Директор ФГБНУ «Омский АНЦ»
кандидат технических наук, доцент

М.С. Чекусов.

УДК 631.84: 631.559:633.11 «321»

ВЛИЯНИЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Н.Ф. Балабанова, кандидат с.-х. наук,

Н.А. Воронкова, доктор с.-х. наук,

В.А. Волкова, кандидат с.-х. наук,

Н.А. Цыганова

ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск,

e-mail: natascha.balabanowa@mail.ru

Представлены результаты исследований, свидетельствующие о том, что в условиях южной лесостепной зоны Омской области преимущественное значение в формировании урожая зерна яровой пшеницы имеют низкие и средние дозы азотных удобрений 30-45 кг/га д.в., обеспечивающие прибавку урожайности на уровне 14-23% и рост белка в зерне на 0,92-1,03%. Поздние азотные подкормки в фазы колошение + молочная спелость, удобрением Плав (N₃₀) в данных вариантах опыта дополнительно увеличивают содержание белка в зерне на 0,53-0,57%.

Ключевые слова: яровая пшеница, минеральные удобрения, некорневая подкормка, урожайность, качество зерна.

Яровой пшенице принадлежит одно из ведущих мест в зерновом балансе нашей страны. Основным приемом, обеспечивающим высокую урожайность данной культуры при качественном и своевременном выполнении агротехнических мероприятий, является применение минеральных удобрений [1-3].

Важный момент при использовании минеральных удобрений – знание биологических особенностей культуры и состояния плодородия почвы. Высокий урожай зерна яровой пшеницы можно получить только при сбалансированном питании растений [4, 5]. Если фосфорные и калийные удобрения, внесенные в почву перед посевом, могут усваиваться яровой пшеницей в течение вегетации, то азотные дают эффект сразу после применения. Азотные удобрения имеют

первостепенное значение в питании яровой пшеницы, так как количество зерен в колосе, абсолютный вес зерна с колоса, продолжительность сохранности зеленого покрова и закономерность накопления белков в зерне тесно связаны с динамикой поступления данного элемента в растение [6, 7].

На азотные удобрения яровая пшеница реагирует по-разному в разные фазы [8]. В связи с этим, важно оптимизировать азотное питание растений в плане дробного внесения удобрений, то есть кроме предпосевного, выявить эффективность их применения в критические фазы, когда отзывчивость пшеницы на удобрение особенно высока.

В связи с этим целью исследований являлось оценить влияние дифференцированного внесения азотных удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы.

Исследования проводились на опытном полигоне лаборатории ФГБНУ «Омский АНЦ» в зернопаровом севообороте с чередованием культур: пар чистый – озимая пшеница – яровая пшеница – яровая пшеница – овёс – люцерна (выводное поле). На поле яровой пшеницы после озимой.

Опыт трехфакторный. Фактор А – фон удобренности: 1) Без удобрений; 2) P_{30} кг д.в/га.

Фактор В – дозы азотных удобрений: 1) Без удобрений 2) N_{30} ; 3) N_{45} ; 4) N_{60} .

Фактор С – некорневая подкормка (НП) Плав (N_{30}): 1) Без подкормки; 2) НП в фазу колошения; 3) НП в фазу колошения + НП в фазу молочной спелости.

Плав – водный раствор карбамида и аммиачной селитры, сходен по составу с жидким удобрением КАС.

Площадь одной делянки – 20 м² Площадь под опытом – 1120 м². Повторность в опыте четырехкратная. Минеральные удобрения (аммофос) вносились локально сеялкой СЗП – 3,6 на глубину 8-10 см, аммиачная селитра в разброс под предпосевную культивацию. Сорт яровой мягкой пшеницы – Мелодия. Посев сеялкой СЗП-3,6 в оптимальные сроки из расчета 4,5 млн. всхожих зерен/га. Некорневая подкормка раствором азотного удобрения Плав (N_{30}) проводилась в фазы колошения и колошения + молочная спелость, расход рабочего раствора 200 л/га. Учет урожая в фазу полной спелости комбайном «Сампо 130».

Проведенными исследованиями установлено, что урожайность яровой пшеницы, высеваемой по предшественнику, озимая пшеница в засушливых условиях 2020 и 2021 гг. варьировала в пределах

1,99-4,13 т/га зерна и зависела от доз, приемов внесения и комплексного сочетания элементов питания. В целом можно отметить более низкую урожайность культуры в 2021 г в сравнении с 2020 г, что обусловлено острой засухой в мае и первой декаде июня, выпавшей на период фаз всходов и кущения, что отрицательно повлияло на продуктивность культуры в дальнейшем.

В среднем за годы исследований урожайность в контрольном варианте составила 2,15 т/га зерна (табл. 1).

Таблица 1. Влияние дифференцированного внесения минеральных азотных удобрений на урожайность яровой пшеницы, т/га зерна

Вариант	без подкормки	подкормка колошение	подкормка колошение + молочная спелость
Контроль (без удобрений)	2,15	2,29	2,27
N ₃₀	2,46	2,45	2,75
N ₄₅	2,65	2,72	2,53
N ₆₀	2,52	2,77	2,56
P ₃₀	2,79	2,68	2,90
P ₃₀ N ₃₀	3,44	3,46	3,21
P ₃₀ N ₄₅	3,64	3,19	3,45
P ₃₀ N ₆₀	3,32	3,39	3,29
HCP _{05A} = 0,20 HCP _{05B} = 0,23, HCP _{05C} = 0,26, HCP _{05 ABC} = 0,57*			

Основное внесение азотных удобрений в возрастающих дозах N₃₀₋₆₀ кг д.в./га на неудобренном фоне обеспечили прибавку 0,31-0,50 т/га зерна. При сочетании с фосфорным удобрением в дозе P₃₀ прибавка зерна составила 0,65-0,85 т/га. Наибольшая урожайность получена в варианте комплексного применения азотно-фосфорных удобрений в дозе N₄₅P₃₀ – 3,64 т/га. Дополнительно получено – 1,49 т/га зерна в сравнении с контролем. Оптимизация азотного питания через применение азотных подкормок удобрением Плава в фазы колошения и колошения + молочной спелости на урожайность яровой пшеницы существенно не повлияло, однако данный прием направлен на улучшение качества зерна.

Структурный анализ яровой пшеницы сорта Мелодия подтверждает величину полученной урожайности. Существенное увеличение зерна в вариантах применения минеральных удобрений

получено за счет возрастания массы 1000 зерен и продуктивной кустистости (табл. 2).

При этом отмечено, что основное внесение азотных удобрений в дозах N₃₀₋₆₀ кг д.в./га обеспечивает тенденцию увеличения высоты растений, существенно возрастая в сочетании с фосфорным удобрением (P₃₀).

Таблица 2. Влияние дифференцированного внесения минеральных азотных удобрений на элементы структуры урожая яровой пшеницы

Основное внесение удобрений		Подкормка* (С)	Средняя высота растений, см	Масса 1000 зерен, г	Продуктивная кустистость
(А)	(В)				
0	0	0	82	31,9	1,5
		1	84	31,7	1,2
		2	80	34,6	1,2
	N ₃₀	0	81	33,2	2,0
		1	85	30,4	1,3
		2	86	33,9	1,2
	N ₄₅	0	84	31,7	1,6
		1	88	31,9	1,7
		2	85	32,7	1,6
	N ₆₀	0	88	35,6	1,9
		1	96	35,2	1,7
		2	86	33,5	1,4
P ₃₀	0	0	89	31,9	1,9
		1	85	33,7	1,5
		2	92	35,7	2,0
	N ₃₀	0	92	34,4	2,3
		1	91	33,9	2,0
		2	94	35,8	2,0
	N ₄₅	0	91	33,7	1,8
		1	92	33,6	1,8
		2	90	35,0	1,8
	N ₆₀	0	91	33,4	2,1
		1	88	34,7	1,9
		2	92	36,6	1,9

*Примечание – 0– без применения НП, 1– НП колошение, 2– НП колошение + молочная спелость

Минеральные удобрения оказывают положительное влияние не только на сбор урожая, но и его качество. Ведущая роль в повышении белковости зерна принадлежит азотным удобрениям.

По мере роста и развития растений потребление ими азота увеличивается и достигает максимума в фазе колошения. Поэтому применение азотной подкормки в данную фазу оказывает благоприятное влияние на азотный обмен пшеницы.

Исследованиями установлено, что содержание белка в зерне яровой пшеницы, варьировала в пределах 15,77-17,37% (табл. 3).

Таблица 3. Влияние дифференцированного внесения минеральных азотных удобрений на содержание белка в зерне яровой пшеницы (среднее за 2020-2021 гг.)

Вариант	Содержание белка, %		
	без подкормки	подкормка колошение	подкормка колошение + молочная спелость
Контроль (без удобрений)	15,77	15,84	16,03
N ₃₀	16,69	16,54	17,22
N ₄₅	16,80	16,92	17,37
N ₆₀	16,46	16,63	16,94
P ₃₀	16,11	16,28	16,16
P ₃₀ N ₃₀	16,40	16,51	16,46
P ₃₀ N ₄₅	16,86	16,89	17,20
P ₃₀ N ₆₀	16,31	16,70	16,99

Основное внесение азотных удобрений в возрастающих дозах N₃₀₋₄₅ кг д.в./га на неудобренном фоне обеспечило прибавку белка 0,92-1,03% в сравнении с контрольным вариантом (15,77%). При комплексном применении азотного и азотно-фосфорного удобрений содержание белка в зерне было на уровне 16,40-16,86% без существенных различий в сравнении с вариантами внесения только азотного удобрения. Применение некорневых подкормок Плавом (N₃₀) в фазы колошения и колошение + молочная спелость на фоне без удобрений обеспечило положительную тенденцию увеличения белка в зерне. Максимальная концентрация белка получена в варианте применения азотных удобрений в дозе N₄₅ в сочетании с двумя некорневыми подкормками – 17,37%, на 1,6% превышая контроль.

Полученное зерно характеризовалось клейковиной 28,8-36,4 %, натурой 719-743 г/л и стекловидностью 52-55% существенно не различаясь по вариантам опыта.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о преимущественном значении в формировании дополнительного урожая зерна яровой пшеницы низких и средних доз азотных удобрений 30-45 кг/га д.в. При этом прибавка составляет 14-23% к контролю (без удобрений). Для оптимизации минерального питания культуры необходимо комплексное внесение азотно-фосфорных удобрений, что позволяет увеличить продуктивность культуры на 54-60%. Агрономическая окупаемость при этом – 19,8-21,5 кг зерна на 1 кг д.в., в то время как при N_{60} – 13,0 кг зерна на 1 кг д.в.

В вариантах внесения азотных удобрений N_{30} и N_{45} на неудобренном фоне сформировалось зерно с содержанием белка на уровне 16,69 и 16,80%. Применение поздних некорневых азотных подкормок Плавом (N_{30}) в данных вариантах в фазы колошение + молочная спелость обеспечило максимальную дополнительную прибавку белка в зерне – 0,53-0,57%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Влияние минеральных удобрений на урожайность зерна яровой пшеницы / В.Д. Абашев, Ф.А. Попов, Е.Н. Носкова, С.Н. Жук // Пермский аграрный вестник. 2017. №1 (17). С. 7-11.
2. Дёмина Е.А., Кинчаров А.И. Взаимосвязи хозяйственно-ценных признаков яровой пшеницы на фоне применения современных удобрений и стимуляторов роста // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2017. №11. С. 69-73.
3. Воронкова Н.А., Балабанова Н.Ф., Волкова В.А., Цыганова Н.А., Пахотина И.В. Применение ростостимуляторов при возделывании яровой мягкой пшеницы // Достижения науки и техники в АПК. 2020. Т. 34. №10. С. 73-77.
4. Бобровский А.В., Плеханова Л.В., Крючков А.А. и др. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи // Достижения науки и техники АПК. 2018. №5. Т. 32. С. 23-25.
5. Глуховцев В.В., Санина Н.В. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы // Успехи современной науки и образования. 2015. №4. С. 13-16.
6. Пашкова, Г.И. Кузьминых А.Н. Влияние сроков и доз внесения азота на урожайность яровой // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2016. № 2 (6). С. 41-44
7. Гамзиков Г.П. Агрохимия азота в агроценозах: монография. Новосибирск, 2013. 790 с.
8. Жежер А.Я. Оптимизация питания зерновых культур на зональных почвах Западной Сибири. Новосибирск. 2001. 179 с.

THE EFFECT OF DIFFERENTIATED APPLICATION OF NITROGEN FERTILIZERS ON THE YIELD AND QUALITY OF SPRING WHEAT GRAIN

N.F. Balabanova, N.A. Voronkova, V.A. Volkova, N.A. Tsyganova

FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk,

e-mail: natascha.balabanowa@mail.ru

The results of research are presented, indicating that in the conditions of the southern forest-steppe zone of the Omsk region, low and medium doses of nitrogen fertilizers 30-45 kg/ha d.v., providing an increase in yield at the level of 14-23% and protein growth in grain by 0.92-1.03%, are of primary importance in the formation of the spring wheat grain yield. Late nitrogen fertilizing in the earing + milk ripeness phases, with the fertilizer of Plav (N30) in these variants of the experiment, additionally increase the protein content in the grain by 0.53-0.57%.

Keywords: spring wheat, mineral fertilizers, foliar top dressing, yield, grain quality.

УДК 631.43:631.45 (571.54)

МЕЛИОРАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ГЛИН НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ПЛОДОРОДИЕ ДЕГРАДИРОВАННЫХ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ БУРЯТИИ

А.С. Билтуев, кандидат биол. наук, доцент

А.К. Уланов, доктор с.-х. наук, доцент

ФГБНУ «Бурятский НИИСХ», г. Улан-Удэ, e-mail: burnish@inbox.ru

В микрополевом опыте проведено изучение мелиоративного воздействия глин на физические свойства и плодородие деградированной каштановой почвы. Внесение глин (40 т/га) оказало достоверное положительное воздействие на эффективное плодородие каштановых почв. Урожай зеленой массы овса в засушливых условиях повысился на 18,5%. Максимальный урожай овса получен при совместном внесении глин и полного удобрения в дозе N₆₀P₄₀K₄₀. Средние дозы полного минерального удобрения на фоне внесения глин давали значимый эффект в год внесения, а повышенные в последствии.

Ключевые слова: каштановая почва, монтморилонитовая глина, удобрения, физические свойства, урожайность.

Пахотный фонд земледелия Бурятии представлен на 43,2% малоплодородными почвами каштанового типа, а степень их деградации составляет в зависимости от административного района от 51 до 75% [1]. Основными причинами деградации пахотных каштановых почв являются дегумификация, обесструктурирование и

дефляция верхнего горизонта, что приводит к их опесчаниванию [2, 3]. Эти негативные явления являются следствием их длительного интенсивного сельскохозяйственного использования. Снижение содержания физической глины приводит к сокращению количества доступных элементов питания, ухудшает водно-физические свойства. В связи с этим, нами изучался один из способов увеличения потенциального плодородия деградированных каштановых почв за счет повышения содержания физической глины методом глинования.

Условия и методика исследований. Показатели плодородия исходной супесчанной мучнистокарбонатной малогумусной каштановой почвы в пахотном слое соответствовали основным параметрам их типичной характеристики: близкой к нейтральной реакции среды ($pH_{\text{вод}} - 6,8$), небольшой мощностью гумусового горизонта (менее 35 см), очень низким содержанием гумуса (1,63%) и общего азота (0,09%). По Чирикову количество подвижного фосфора высокое (23,1 мг/100 г), обменного калия – повышенное (10,1 мг/100 г)

Микрополевым опытом (2008-2011 гг.) по изучению мелиоративного воздействия глин на физические свойства и плодородие деградированных каштановой почвы состоял из двух блоков. Первый блок опыта представлен схемой, включающей следующие варианты применения глин в четырехкратной повторности: 1. контроль – каштановая почва, 2. почва + 300 г/сосуд (30 т/га), 3. почва + 600 г/сосуд (60 т/га), 4. почва + 900 г/сосуд (90 т/га). Размещение вариантов систематическое. В качестве мелиоранта использовалась монтморилонитовая глина месторождения Мухор-Тала, Заиграевского района Республики Бурятия.

Второй блок включал двухфакторный опыт, в котором изучалось: А – действие глин, Б – действие возрастающих доз азотных удобрений на фоне Р40К40, применяемых для обогащения глин. Схема двухфакторного опыта содержала следующие варианты в шестикратной повторности: 1. контроль – без удобрений, почва без глин, 2. почва + глина, 3. почва + глина + N60P40K40, 4. почва + глина + N120P40K40, 5. почва + глина + N240 P40K40, 6. почва + N60P40K40, 7. почва + N120P40K40, 8. почва + N240P40K40.

Методика закладки всех микролевых опытов единая, основана на Методических указаниях Геосети опытов с удобрениями [4]. Водно-физические свойства почвы определены общепринятыми методами [5]. Результаты исследований подвергнуты методам математической статистики [6].

Результаты исследований. После 4 лет после внесения монтморилонитовых глин и возделывания овса анализировалось изменение гранулометрического состава пахотного горизонта сильнодефлированных каштановых почв (табл. 1).

Увеличение доз вносимых глин способствовало возрастанию содержания физической глины от 13,1% на контроле до 14,3% при внесении максимальной дозы 90 т/га.

При этом основная динамика изменений происходила за счет увеличения пылеватых фракций. Зависимость содержания физической глины (y , %) от внесенных мелиорантов (x , т/га) описывалась линейной моделью вида: $y = 0,012x + 13,0$ ($R^2 = 0,91$).

Таблица 1. Изменение гранулометрического состава почвы при внесении различных доз глин

Варианты опыта	Размеры фракций, мм							
	Физический песок				Физическая глина			
	1,0-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	1,0-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01
Контроль - почва	29,8	41,9	15,2	86,9	3,4	6,0	3,8	13,1
Почва + глина 30 т/га	29,5	40,3	17,0	86,7	3,4	6,1	3,8	13,3
Почва + глина 60 т/га	30,0	42,7	13,7	86,4	3,8	6,0	3,8	13,6
Почва + глина 90 т/га	26,8	44,6	14,4	85,7	3,3	7,2	3,8	14,3
НСР ₀₅				0,74				0,73

В тесной связи с гранулометрическим составом почв находятся их физические свойства (табл. 2).

Таблица 2. Динамика физических свойств почвы при внесении глин

Варианты опыта	Плотность сложения, d_v , г/см ³	Плотность твердой фазы, d , г/см ³	МГ, %	ПВ, %	НВ, %	КВ, %
Контроль - почва	1,63	2,73	1,03	40,8	23,6	19,3
Почва + глина 30 т/га	1,58	2,62	1,03	40,3	24,5	18,8
Почва + глина 60 т/га	1,55	2,58	1,04	37,8	24,3	14,8
Почва + глина 90 т/га	1,60	2,55	1,04	36,6	24,4	16,6
НСР ₀₅	0,35	0,15	0,03	4,8	2,1	3,5

Увеличение содержания физической глины при внесении возрастающих доз глины не изменило плотности сложения пахотного горизонта почв, она находилась в сильной степени уплотнения. Этот показатель в большей степени зависит от содержания органического вещества и структурности почвы. В опыте выявлена тесная обратная связь ($r = -0,76$) плотности сложения от содержания фракции мелкой пыли. В отличие от плотности сложения, внесение высокой дозы глины существенно изменило плотность твердой фазы (табл.). На динамику плотности твердой фазы в большей степени повлияло содержание мелкой пыли ($r = -0,69$) и в целом физической глины ($r = -0,84$). Зависимость плотности твердой фазы (d , г/см³) от доз мелиоранта (x , т/га) имела вид:

$$d = -0,0018x + 2,7 \quad (R^2 = 0,90)$$

Максимальная гигроскопичность (МГ, %) зависит от дисперсности почвенных частиц. Соответственно, с увеличением доли физической глины МГ увеличивалась ($r = 0,82$). При определении влажности завядания (ВЗ, %) вегетационным методом выявлена эмпирическая ее зависимость от МГ:

$$ВЗ, \% = 1,34МГ + 0,21 \quad (R^2 = 0,87)$$

Полная влагоемкость (ПВ, %) зависит от соотношения плотности сложения и твердой фазы. В связи с этим в опыте наблюдалась сильная обратная зависимость от содержания физической глины ($r = -0,94$). Тренд зависимости полной влагоемкости от доз мелиоранта (x , т/га) имел вид:

$$ПВ, \% = -0,0458x + 41,1 \quad (R^2 = 0,90)$$

Наименьшая влагоемкость (НВ, %), для малогумусных каштановых почв зависела в большей степени ($r = 0,54$) от содержания физической глины. Зависимость НВ от доз мелиоранта не имела линейного тренда.

Капиллярная влагоемкость (КВ, %) в большей степени зависела от плотности сложения ($r = 0,75$) полной влагоемкости ($r = 0,82$). Соответственно этому, внесение возрастающих доз глины вызвал снижение КВ:

$$КВ, \% = -0,037x + 19,2 \quad (R^2 = 0,56)$$

Разовое внесение возрастающих доз тонкодисперсных глины улучшило физические свойства деградированной каштановой почвы. Внесение каждой ее тонны в слой 0-20 см: увеличило содержание физической глины на 0,012%; снизило плотность твердой фазы почвы на 0,002 г/см³, полную влагоемкость на 0,046%, а капиллярную на 0,037%.

Эффективность применения глин и возрастающих доз азотных удобрений изучалось в прямом действии (2009-2010 гг.) и последствии первого года (2010-2011 гг.) в микрополевым опыте с овсом на зеленую массу в условиях типичной засухи (табл. 3).

Применение монтмориллонитовых глин в дозе 30 т/га повысило урожайность овса в год внесения на 19%, в последствии первого года оно снизилось до 16%. Эффективность последствия мелиорантов и удобрений было значительно ниже, чем в год внесения.

Таблица 3. Эффективность действия и последствия применения глин минеральных удобрений при возделывании овса

Вариант	Урожайность зеленой массы овса, г/сосуд воздушно-сухой массы (n = 6)					
	действие			последствие		
	2009	2010	М	2010	2011	М
контроль – б/уд	72,4	61,6	67,0	31,8	55,8	43,8
почва + глина 30 т/га	88,7	71,3	80,0	27,0	74,5	50,8
почва + глина 30 т/га + N ₆₀ P ₄₀ K ₄₀	126,0	80,3	103,2	35,5	75,0	55,3
почва + глина 30 т/га + N ₁₂₀ P ₄₀ K ₄₀	119,2	65,7	92,5	56,5	80,0	68,3
почва + глина 30 т/га + N ₂₄₀ P ₄₀ K ₄₀	107,2	55,1	81,2	69,5	85,0	77,3
почва + N ₆₀ P ₄₀ K ₄₀	115,1	74,4	94,8	24,3	65,0	44,8
почва + N ₁₂₀ P ₄₀ K ₄₀	138,2	66,5	102,4	66,3	61,0	63,8
почва + N ₂₄₀ P ₄₀ K ₄₀	94,5	48,9	71,7	71,8	58,0	65,0
НСР ₀₅	18,5	8,8	14,4	8,8	9,0	9,4

Применение монтмориллонитовых глин в дозе 30 т/га повысило урожайность овса в год внесения на 19%, в последствии первого года оно снизилось до 16%. Эффективность последствия мелиорантов и удобрений было значительно ниже, чем в год внесения.

Наибольший эффект прямого действия оказало совместное применения глин и средней дозы полного минерального удобрения (N₆₀P₄₀K₄₀). Однако эффект глинования был незначительным, прибавка составила 8,9%. Повышение доз азотного удобрения на фоне глин оказало негативное действие на продуктивность зеленой массы овса. Снижение урожайности наступило за счет резкого снижения полевой всхожести при увеличении доз удобрений в типичных условиях засухи начала лета. Действие возрастающих доз азотного удобрения и глин проявилось лишь в последствии, урожайность овса повышалась на

24 и 40%, при увеличении доз азота соответственно на 60 и 18 кг/га. На наш взгляд, применение монтмориллитовых глин с расширяющейся решеткой способствовало аккумуляции аммония удобрений из аммонийной селитры и частичного его участия в корневом питании.

В условиях сухой степи Бурятии положительный эффект глинования наблюдался как в год внесения, так и в последствии. Средние дозы полного минерального удобрения на фоне внесения глин давали значимый эффект в год внесения, а повышенные в последствии.

Заключение. Внесение глин в деградированные каштановые почвы обладает значимым мелиоративным действием, улучшает их водно-физические свойства и повышает продуктивность культур. Внесение глин (40 т/га) оказало достоверное положительное воздействие на эффективное плодородие каштановых почв. Урожай зеленой массы овса в засушливых условиях повысился на 18,5%. Максимальный урожай овса получен при совместном внесении глин и полного удобрения в дозе $N_{60}P_{40}K_{40}$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Система земледелия Республики Бурятия: научно-практические рекомендации / Под научной редакцией А.П. Батудаева. – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2018. 349 с.
2. Куликов А.И., Дугаров В.И., Корсунов В.М. Мерзлотные почвы: Экология, теплоэнергетика и прогноз продуктивности. / Улан-Удэ, 1997. – 312 с.
3. Бохиев В.Б., Батудаев А.П., Лапухин Т.П., Уланов А.К. Научные основы систем земледелия Бурятии. / Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2008. – 480 с.
4. Карпинский Н.П., Францессон В.А. О разработке диагностики применения удобрений с учетом результатов почвенно-агрохимических исследований: рекомендации / Методические указания ВИУА, 1961. Вып. 5. 23 с.
5. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследований физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.

RECLAMATION EFFECT OF CLAYS ON THE PHYSICAL PROPERTIES AND FERTILITY OF DEGRADED CHESTNUT SOILS OF BURYATIA

A.S. Biltuev, A.K. Ulanov

FSBSI "Buryat Research Institute", Ulan-Ude, e-mail: burnish@inbox.ru

In a micro-field experiment, the study of the reclamation effect of clays on the physical properties and fertility of degraded chestnut soil was carried out. The

introduction of clays (40 t/ha) had a significant positive effect on the effective fertility of chestnut soils. The yield of green mass of oats in arid conditions increased by 18.5%. The maximum yield of oats was obtained with the joint application of clays and complete fertilizer at a dose of N60P40K40. Average doses of complete mineral fertilizer against the background of clay application gave a significant effect in the year of application, and increased in the aftereffect.

Keywords: chestnut soil, montmorillonite clay, fertilizers, physical properties, yield.

УДК 633.34:631.445.4:631.559:631.81

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН СОИ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

В.С. Бойко, доктор с.-х. наук

М.С. Шаповал,

А.Ю. Тимохин, кандидат с.-х. наук,

ФГБНУ "Омский АНЦ", г. Омск, e-mail: timokhin@anc55.ru

В статье изложены результаты исследований по изучению эффективности применения азотных и фосфорсодержащих удобрений при выращивании сои в южной лесостепи Западной Сибири. Применение минеральных удобрений в дозе N60P60 на бедных азотом и фосфором фонах увеличивает сбор до 1,58 т/га семян, содержащих 0,62 т/га белка и 0,24 т/га жира.

Ключевые слова: соя, белок, жир, урожайность, минеральные удобрения.

В настоящее время соя является одной из важнейших масличных культур в мире. По объему производства среди сельскохозяйственных культур она занимает 4 место после пшеницы, кукурузы, риса и первое место среди зерновых бобовых и масличных культур [1, 2]. Рост производства этой культуры обусловлен многогранностью спектра использования: зерно сои является одним из самых высокобелковых (до 50%), содержит до 28% жира, большое количество витаминов, ферментов, зольных элементов [3, 4]. Благодаря уникальному биохимическому и минеральному составу она широко используется в кормопроизводстве и пищевой промышленности, производстве медицинских препаратов, в химической, лакокрасочной, текстильной, бумажной, мыловаренной промышленности [5]. Соя имеет важное агротехническое значение, являясь ценным предшественником для многих культур. Благодаря ее симбиозу с клубеньковыми бактериями значительно улучшается почвенное плодородие [6].

Возделывание и повышение удельного веса зернобобовых культур, в частности сои, в полевых севооборотах позволяет улучшить агроэкологическое состояние пашни и способствует повышению продуктивности других культур при сокращении затрат [7, 8].

Неэффективные методы управления почвенными ресурсами могут привести к ухудшению качества почвы и окружающей среды, а также к снижению урожайности сельскохозяйственных культур [9, 10]. Поэтому в современных агротехнологиях зерновых культур наряду с использованием современных адаптивных сортов, большая роль отводится оптимизации питания растений [11, 12].

Засуха является основным абиотическим фактором, ограничивающим урожайность зернобобовых культур [13, 14]. В свою очередь фосфор является основным элементом питания сои [15], а низкая обеспеченность им почвы существенно снижает потенциал урожайности семян.

Исследования проводились в 2020-2021 гг. в длительном стационарном опыте с удобрениями на базе восьмипольного севооборота лаборатории полевого кормопроизводства ФГБНУ «Омский АНЦ» (учетная площадь делянки – 36 м², повторность 3-х кратная).

Цель исследований – выявить отзывчивость сои на изменение условий минерального питания в южной лесостепной зоне Омского Прииртышья.

Почва под опытом – лугово-черноземная, тяжелосуглинистая, среднемогильная, среднегумусная. Исходное содержание нитратного азота – среднее, подвижного фосфора и калия (по Чирикову) в контрольном варианте – среднее и высокое соответственно. Наименьшая влагоемкость почвы (НВ) для слоя 0-0,6 м – 184 мм, для слоя 0-1,0 м – 297 мм [16, 17].

В опыте проводилось изучение следующих факторов: А – фосфорные удобрения (Р₀ и Р₆₀); В – азотные удобрения (N₀, N₃₀ и N₆₀). Такая схема опыта позволяет смоделировать различные условия минерального питания сои в сравнении с вариантом естественного плодородия почвы (контроль).

Фосфорсодержащие удобрения (аммофос, Р₆₀) и азотные (аммиачная селитра – N₃₀₋₆₀) вносились локально в соответствующих вариантах под предпосевную культивацию.

Норма высева сои – 0,8 млн. шт./га. Посев проводился 20-25 мая, сеялка СЗТ-3,6. Предшественник – ячмень яровой. Для снижения засоренности посевы ячменя обрабатывались гербицидом Концепт (0,8 л/га).

Биохимические показатели зерна: содержание азота в абсолютно сухой массе определяли на автоматическом анализаторе «KjeltekAuto 1030 Analyzer» (коэффициент пересчета азота на белок для зерна сои – 6,25); содержание сырого жира – в аппарате Сокслета по разности обезжиренного и не обезжиренного остатка.

Погодные условия вегетационных периодов были контрастные и в целом засушливые. Увлажнение метрового слоя почвы перед уходом в зиму превышало норму на 30-50%, к посеву – на 20-30% и было благоприятным для развития культур в первый период вегетации. Период вегетации (май-август) в годы исследований был теплее обычного на 1,8 °С (18,5 °С). Количество осадков за вегетацию за все годы наблюдений было меньше среднемноголетних значений – в среднем 132 мм или 64% от нормы. ГТК в 2020 г. составил 0,60, в 2021 г. – 0,76.

В таких условиях соя положительно реагировала на оптимизацию условий минерального питания. Рост урожайности обеспечивался за счет предпосевного внесения азотных удобрений на 0,07-0,21 т/га или на 6-17% в сравнении с контролем без удобрений. В среднем по фактору А допосевное внесение Р₆₀ повышало урожайность на 0,12 т/га (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность семян сои в зависимости от изучаемых факторов, т/га

Минеральные удобрения		Годы				
фосфор (А)	азот (В)	2019	2021	среднее	прибавка к контролю	
					т/га	%
Р ₀	N ₀ (контроль)	1,20	1,20	1,20	-	-
	N ₃₀	1,32	1,23	1,27	0,07	6
	N ₆₀	1,28	1,54	1,41	0,21	17
	среднее	1,27	1,32	1,30	-	-
Р ₆₀	N ₀	1,45	1,34	1,39	0,19	16
	N ₃₀	1,30	1,29	1,29	0,09	8
	N ₆₀	1,50	1,65	1,58	0,38	31
	среднее	1,42	1,42	1,42	-	-
	N ₀ (контроль)	1,33	1,27	1,30	-	-
	N ₃₀	1,31	1,26	1,28	-0,02	-1
	N ₆₀	1,39	1,59	1,49	0,19	15
	среднее	1,34	1,37	1,36	-	-
НСР ₀₅ для фактора А		0,18	0,18	0,18	-	-
НСР ₀₅ для фактора В		0,21	0,22	0,21	-	-
НСР ₀₅ для частных средних		0,30	0,31	0,31	-	-

Азотные удобрения в дозе N₆₀ обеспечивали прибавку 0,19 т/га семян, при этом применение N₃₀ было менее эффективным.

Комплексное применение азотных и фосфорсодержащих минеральных удобрений ($N_{60}P_{60}$) способствовало увеличению урожайности с 1,20 до 1,58 т/га или на 32%.

Минеральные удобрения также оказывали положительное влияние на качественные показатели семян сои и увеличивали сбор белка с 0,47 до 0,62 т/га и жира с 0,21 до 0,26 т/га или на 32 и 23% соответственно (табл. 2).

Таблица 2. Сбор белка и жира в зависимости от условий минерального питания, т/га

Минеральные удобрения		Годы				Среднее	
фосфор (А)	азот (В)	2020		2021			
		белок	жир	белок	жир	белок	жир
1	2	3	4	5	6	7	8
Р ₀	N ₀ (контроль)	0,48	0,18	0,46	0,24	0,47	0,21
	N ₃₀	0,57	0,16	0,50	0,23	0,54	0,19
	N ₆₀	0,53	0,20	0,60	0,29	0,57	0,24
	среднее	0,53	0,18	0,52	0,25	0,52	0,22
Р ₆₀	N ₀	0,57	0,24	0,51	0,23	0,54	0,24
	N ₃₀	0,51	0,19	0,51	0,23	0,51	0,21
	N ₆₀	0,60	0,21	0,65	0,31	0,62	0,26
	среднее	0,56	0,22	0,56	0,26	0,56	0,24
	N ₀	0,52	0,21	0,49	0,23	0,50	0,22
	N ₃₀	0,54	0,18	0,51	0,23	0,52	0,20
	N ₆₀	0,57	0,21	0,62	0,30	0,60	0,25
	среднее	0,55	0,20	0,54	0,25	0,54	0,23

Таким образом, реализация биологического потенциала сои в условиях южной лесостепи Западной Сибири в определенной мере обеспечивается применением минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}$ на бедных по содержанию азота и фосфора агрофонах, что увеличивает сбор до 1,58 т/га семян, 0,62 т/га белка и 0,24 т/га жира.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Биологическая активность орошаемой лугово-черноземной почвы и продуктивность сои в зависимости от условий минерального питания в южной лесостепи Западной Сибири / О.Ф. Хамова, В.С. Бойко, А.Ю. Тимохин, Н.Н. Шулико // Масличные культуры. 2018. № 4 (176). С. 96-100. DOI 10.25230/2412-608X-2018-4-176-96-100.

2. Головина Е.В., Зотиков В.И. Продукционный процесс и адаптивные реакции к абиотическим факторам сортов сои северного экотипа в условиях Центрально-Черноземного региона РФ. Орел: Общество с ограниченной

ответственностью полиграфическая фирма «Картуш», 2019. 320 с. ISBN 978-5-9708-0784-2.

3. Попова Н.П., Бельшикина М.Е., Кобозева Т.П. Особенности белкового комплекса семян сои Северного экотипа // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2018. № 1. С. 104-108. DOI 10.26897/0021-342X-2018-1-104-108.

4. Тимохин А.Ю. Отзывчивость зернобобовых культур на различный уровень минерального питания при орошении в лесостепи Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 5. С. 10-12.

5. Омелянюк Л.В., Танакулов А.Х., Асанов А.М. Продуктивность скороспелых сортов и линий сои в зависимости от изменяющихся условий произрастания // Омский научный вестник. 2012. № 1(108). С. 195-198.

6. Бойко В.С., Тимохин А.Ю. Повышение продуктивности сои на лугово-черноземных почвах Омского Прииртышья // Земледелие. 2017. № 8. С. 21-23.

7. Юшкевич Л.В., Ершов В.Л., Ломановский А.В. Агротехнология яровой пшеницы после соевого предшественника в лесостепных агроландшафтах Западной Сибири // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2018. № 1(29). С. 56-62.

8. Оптимизация полевых севооборотов и структуры использования пашни при возделывании яровой пшеницы в Омской области / Л.В. Юшкевич, В.В. Чибис, А.Г. Щитов [и др.]. Омск: ИП Макшеева Е.А., 2020. 43 с.

9. Храмцов И.Ф., Воронкова Н.А., Балабанова Н.Ф. Современное состояние плодородия почвы и продуктивности агроценозов при длительном применении приёмов биологизации и средств химизации // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 2. С. 392.

10. Soil Quality: A Concept, Definition, and Framework for Evaluation (A Guest Editorial) / D.L. Karlen, M.J. Mausbach, J.W. Doran, R.G. Cline, R.F. Harris, G.E. Schuman // Soil Science Society of America Journal. 1997. Vol. 61. PP. 4-10. doi: 10.2136/sssaj1997.036159950006100010001x

11. Усовершенствованная технология возделывания и подбора сортов сои на орошаемых и богарных землях Омской области: рекомендации. Омск: ИП Макшеевой Е.А., 2020. 20 с.

12. Тимохин А.Ю., Омелянюк Л.В., Бойко В.С. Влияние ризоторфина на развитие сортов сои селекции СИБНИИСХ при орошении в Южной лесостепи Западной Сибири // Масличные культуры. 2016. № 3(167). С. 53-58.

13. He J. Old and new cultivars of soya bean (*Glycine max* L.) subjected to soil drying differ in abscisic acid accumulation, water relations characteristics and yield / J. He, Y.L. Du, T. Wang, N.C. Turner, Y. Xi, F.M. Li // Journal of Agronomy and Crop Science. – 2016. – Vol. 202(5). – PP. 372-383.

14. Технология возделывания новых сортов гороха в Омской области. Омск: Информационный центр сотрудничества "Литера", 2014. 25 с.

15. Тимохин А.Ю. Повышение продуктивности зернобобовых культур на лугово-черноземных почвах Омского Прииртышья: автореф. на соиск. ученой степ. канд. с.-х. наук: 06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство. Красноярск, 2017. 20 с.

16. Фосфатный режим длительно орошаемой лугово-черноземной почвы в лесостепи Западной Сибири / В.С. Бойко, С.П. Гавар, Е.Н. Морозова, А.Ю. Тимохин // Агрохимия. 2015. № 3. С. 10-16.

17. Усовершенствование системы земледелия на мелиорируемых землях Омской области. Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е.А., 2018. 32 с.

YIELD AND QUALITY OF SOYBEAN SEEDS DEPENDING ON DIFFERENT CONDITIONS OF MINERAL NUTRITION

V.S. Boiko, M.S. Shapoval, A.Yu. Timokhin,

FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk, e-mail: 55asc@bk.ru

The article presents the results of studies on the effectiveness of the use of nitrogen and phosphorus-containing fertilizers when growing soybeans in the southern forest-steppe of Western Siberia. The use of mineral fertilizers at a dose of N60P60 on backgrounds poor in nitrogen and phosphorus increases the yield to 1.58 t/ha of seeds, 0.62 t/ha of protein and 0.24 t/ha of fat.

Keywords: soy, protein, oil, productivity, mineral fertilizers.

УДК 631.4:631.5:633.34

ВЛИЯНИЕ ИНОКУЛЯЦИИ НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ РИЗОСФЕРЫ СОИ

А.А. Вейнбендер,

Н.Н. Шулико, кандидат с.-х. наук

ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, e-mail: veybender@ancd55.ru

В работе представлены результаты изменения активности почвенного фермента уреазы, при бактеризации семян различных сортов сои инокулянтном. Установлено, что наибольшая активность определяемого фермента наблюдалась в ризосфере сорта Черемшанка.

Ключевые слова: соя, ризосфера, инокуляция, ферментативная активность.

Введение

Бобовые растения – это культуры многоцелевого назначения: регуляторы плодородия почв, продукты питания и корма; сырье для переработки на пищевые и кормовые цели [1].

Обеспеченность растений питательными веществами в течение вегетационного периода зависит, с одной стороны, от условий обеспеченности ими почв, а с другой – от биологической активности почвы, особенностей культуры, реакций физического и химического поглощения.

Биологическая активность почвы обусловлена суммарным содержанием в ней определенного запаса ферментов, как выделенных в процессе жизнедеятельности растений и микроорганизмов, так и аккумулированных почвой после разрушения отмерших клеток [2].

Ферментативная активность является одной из важнейших составляющих биологической активности почв [3]. Работа ферментов определяет доступность элементов питания, гумусное состояние, азотный, фосфорный, калийный режим, а также способность почвы к детоксикации различных поллютантов [4].

Цель исследований – оценить влияние применения приема инокуляции семян сои на ферментативную активность ризосферы.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в ФГБНУ «Омский АНЦ» в условиях южной лесостепи Западной Сибири. Почва опытного участка - лугово-черноземная среднесиловатая тяжелосуглинистая с содержанием гумуса 7,5%.

Инокуляция семян сои сортов Сибирячка и Черемшанка проводилась в день посева, биопрепаратом Ризоторфин штамм ВР 835 (ФГБНУ ВНИИСХМ, г. Пушкин).

Отбор почвенных проб для анализов проводили в стерильные пергаментные пакеты 3 раза в течение вегетации растений (кущение, колошение, налив зерна). Смешанный образец почвы ризосферы составляли из нескольких отдельных проб, выкопанных с растениями. Анализ ферментативной активности почвы проводился в воздушно-сухих образцах по Гофману [5].

Результаты исследований

В ризосфере сои исследовалась активность гидролитического фермента уреазы катализирующего гидролиз мочевины до аммиака, углекислого газа и воды. Мочевина попадает в почву в составе растительных остатков, навоза, как азотное удобрение, образуется в самой почве в качестве промежуточного продукта в процессе превращения белков [6]. Активность уреазы характеризует уровень питания растений аммонийным азотом [7].

Установлено, что наибольшая величина активности уреазы наблюдается в ризосфере сорта Черемшанка в варианте с применением Ризоторфина (0,56 мг $\text{NH}_3/\text{г}$), что выше контроля на 10%, это указывает на усиление минерализационных процессов в почве. В ризосфере сорта сои Сибирячка отмечена тенденция увеличения определяемого фермента по отношению к контролю (рис. 1).

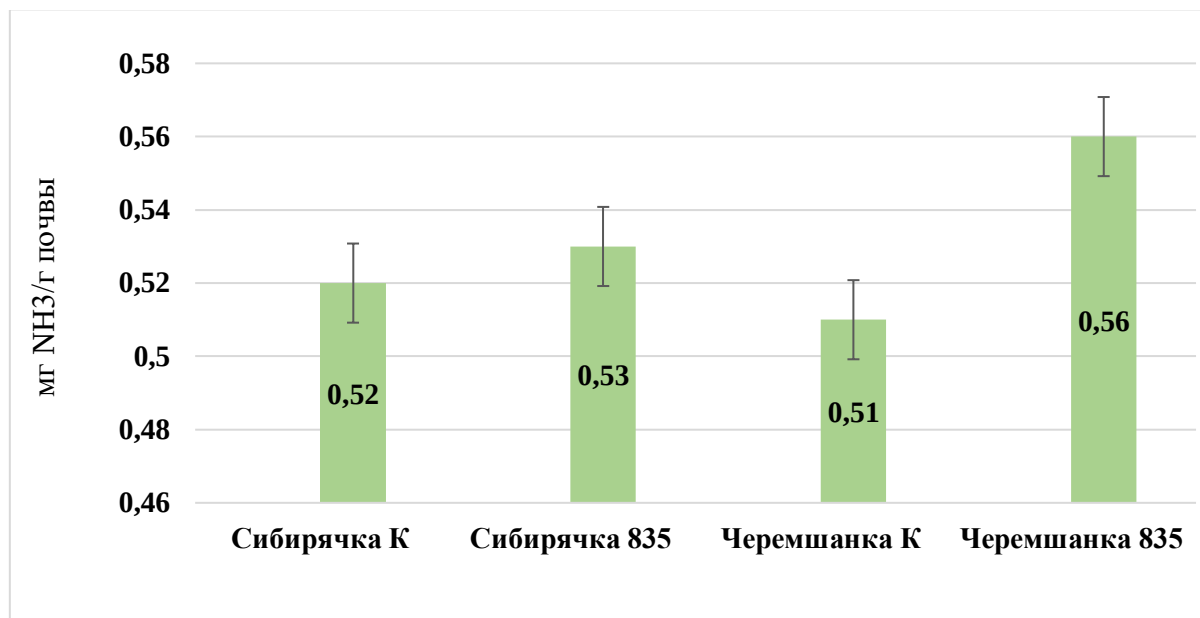


Рисунок 1 – Влияние инокуляции семян сои на активность почвенного фермента уреазы, 2021 г

Таким образом, наибольшей ферментативной активностью обладал вариант с применением биопрепарата Ризоторфин ВР 835. Наибольшая активность определяемого фермента наблюдалась в ризосфере сорта Черемшанка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Завалин А.А., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. Экология азотфиксации. Саратов: Изд-во «Амирит», 2019. 250 с.
2. Савельев В.А. растениеводство: учебное пособие. 2-е изд., доп. СПб.: Издательство «Лань», 2019. 176с.
3. Антонова О.И., Горшкова М.С. Ферментативная активность черноземов умеренно-засушливой колючей степи в связи с внесением навозных стоков в условиях агроценозов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. № 3(113). С. 28-34.
4. Динамика активности гидролазно-оксидоредуктазного ферментного комплекса почвы в зависимости от инокуляции биопрепаратами / Р.С. Гамзаева, Р.С. Ходжаев, М.В. Башарина // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2021. № 1(62). С. 91-101.
5. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 2005. 252 с.
6. Биодиагностика почв: для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности и направлению подготовки высшего проф. образования 020700 "Почвоведение" / Т.А. Девятова, Т.Н. Крамарева. Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высшего проф. образования Воронежский гос. ун-т. Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2008. 140 с.
7. Хазиев Ф.Х. Почвенные ферменты (Биохимия служит земледелию). М.: Знание, 1972. 32 с.

THE EFFECT OF INOCULATION ON THE ENZYMATIC ACTIVITY OF THE SOIL IN THE SOYBEAN RHIZOSPHERE

A.A. Weinbender, N.N. Shuliko

FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk, e-mail: veybender@ancd55.ru

The paper presents the results on the activity of the soil enzyme – urease, during the biologization of seeds of various soybean varieties. The most responsive variety was identified – Cheremshanka, with maximum enzyme activity.

Keywords: soy, rhizosphere, inoculation, enzymatic activity.

УДК 631.82:631. 582: 633. 521 (571.13)

ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В СЕВООБОРОТАХ СО ЛЬНОМ-ДОЛГУНЦОМ В ПОДТАЁЖНОЙ ЗОНЕ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

М.А. Горбова¹,

А.И. Мансапова², кандидат с.-х. наук

¹*ФГБНУ «Омский АНЦ» отдел северного земледелия, г. Тара, e-mail: gorbova@anc55.ru.*

²*ТФ Омского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина, г. Тара e-mail: sibniish-tara@yandex.ru*

Представлены данные по изучению льна-долгунца в четырех зернопаровых, зернопаротравянных севооборотах и бессменном посеве для льна-долгунца. Исследования проводились в 2017-2019 году в отделе северного земледелия Омского аграрного научного центра на опытном поле в подтаежной зоне Омской области.

Ключевые слова: лен-долгунец, севооборот, предшественник, семена, солома.

Лен-долгунец – традиционно возделываемая в Западной Сибири ценная техническая культура, являющаяся основным источником натуральных волокон. Все виды льнопродукции широко применяются в различных областях промышленности. Особое значение для отечественной текстильной промышленности имеет перспективное направление по использованию не только длинного, но и короткого льняного волокна и отходов трепания для производства хлопкообразного волокна – котонина, в дальнейшем его применяют для получения смесовых пряж и тканей. Внедрение современных

технологий переработки льносырья определяет новый подход к выбору сортов льна-долгунца [1,2,3].

Перед льноводами стоят две основные задачи: вырастить высокий урожай и получить льносырье хорошего качества. Технология возделывания и уборки льна-долгунца – важное звено научно обоснованных систем земледелия. Осваивать ее следует с учетом конкретных почвенно-климатических условий, биологических особенностей льна-долгунца [4].

В настоящее время при усовершенствовании агротехнических мероприятий по получению высоких урожаев льна-долгунца в сложившийся сложной экономической обстановки большое значение имеет правильный подбор предшествующих культур в севообороте.

Лен-долгунец наиболее требователен к предшественникам и правильному чередованию культур в севообороте. Почва подо льном должна быть достаточно плодородной и чистой от сорняков.

К размещению льна в севооборотах необходимо подходить дифференцированно в зависимости от плодородия почвы, обеспеченности удобрениями, урожайности предшественника и степени засоренности полей [5].

Методика исследований. В подтаёжной зоне Западной Сибири изучались четыре севооборота на двух фонах, насыщенные льном от 14,3 до 25,0 % и бессменный посев льна с паровым полем – прерывателем.

Опыты закладывались в стационаре отдела северного земледелия ФГБНУ «Омский АНЦ» с 2017 по 2019 год. Почва серая лесная оподзоленная среднесиловатая суглинистая. Мощность пахотного горизонта 18-20 см с содержанием гумуса 2,5-3,5%. Содержание подвижного фосфора и обменного калия в пахотном горизонте среднее.

Исследования проводили по двум фонам: без внесения минеральных удобрений и удобренном ($N_{30}P_{30}K_{30}$). Повторность в опыте 4-х кратная. Размещение вариантов рендомизированное. Площадь делянки 50 м². Высевали сорт льна-долгунца ТООТ 5.

Чередование культур в севооборотах следующее:

1. Чистый пар – озимая рожь – лен – овес
2. Занятый пар (овес + горох) – лен – овес – ячмень
3. Чистый пар – озимая рожь – ячмень – клевер + тимофеевка (2 года) – лен – овес
4. Сидеральный пар, засеянный рапсом – озимая рожь – пшеница – травы - травы – ячмень – лен

5. Лен – лен – пар – лен – лен.

Способ посева узкорядный (7,5 см) на глубину 1,0-2,0 см, срок посева 10-15 мая. Норма высева 25 млн. шт./га всхожих семян. Уборку льна проводили вручную. Учет урожайности льнопродукции и определение качества льносоломы проводили согласно «Методическим указаниям по проведению полевых опытов со льном-долгунцом» [6].

Лабораторные исследования (инструментальный анализ льносоломы) выполнялись на базе лаборатории отдела северного земледелия «Омского АНЦ», агрохимические анализы почвы проводились в лаборатории агрохимии и защиты растений «Омского АНЦ».

Математическая обработка урожайных данных проводилась по методикам Б.А. Доспехова [7].

Метеорологические условия в годы проведения исследований были контрастными: распределение температур и осадков в течение вегетационных периодов было крайне неравномерным, что отрицательно влияло на формирование урожая.

Вегетационный период 2017 года в целом был влажным и тёплым, осадков выпало 163,6% от средне многолетних данных. Среднесуточная температура воздуха за период май – сентябрь составила 14,1 °С, что на 0,2 °С выше нормы.

Метеорологические условия вегетационного периода 2018 года отличались большим количеством осадков – 410,9 мм, что составило 152 %, от средне многолетнего показателя. Среднесуточная температура воздуха за период май – сентябрь составила 13,6 °С, что на 0,3 °С ниже нормы.

В 2019 году метеорологические показатели за период май-сентябрь в среднем были близки к норме – среднесуточная температура воздуха составила 14,2 °С, осадков за этот же период выпало 267 мм.

Результаты исследования. Лен-долгунец предъявляет повышенные требования к влаге. Для него очень важно наличие влаги в почве в период всходы – цветения. В начале роста (период всходов) лен требует устойчивого увлажнения почвы, так как важно, чтобы довольно быстро набухшие семена не подвергались высыханию при мелкой их заделке.

В 2018 году запасы продуктивной влаги перед посевом были ниже, чем в остальные годы, что отразилось на формировании урожая.

В среднем за 3 года запасы продуктивной влаги колебались в слое 0-20 в пределах от 25,0 до 28,5 мм в зависимости от предшественников. Наибольшие запасы были по занятому пару 28,5 мм.

Для появления дружных всходов льна-долгунца данного запаса продуктивной влаги было вполне достаточно. В метровом горизонте запасы влаги весной были в пределах 112,4-165,0 мм. К моменту уборки запасы продуктивной влаги в почве оставались достаточно высокими.

Лен-долгунец предъявляет высокие требования к наличию в почве питательных веществ в легкодоступной форме. Содержание нитратного азота в почве было очень низким. Наиболее благоприятные условия для накопления нитратов в посевах льна складывались по пласту трав. Содержание нитратного азота в слое 0-40 см составило после этого предшественника 2,1-2,56 мг/кг почвы. Более низкое содержание – 0,99-1,08 мг отмечалось в бессменном посеве (табл. 1).

Таблица 1. Содержание нитратного азота в слое почвы 0-40 см, в среднем за 2017-2019 гг., мг/кг почвы

Предшественник	Фон			
	без удобрений		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	
	посев	уборка	посев	уборка
Занятый пар	1,26	1,63	1,20	2,04
Пласт трав	2,56	0,90	2,10	2,35
Ячмень	1,11	0,92	0,98	1,99
Озимая рожь	1,30	0,84	1,40	0,96
Бессменный посев	0,99	0,77	1,08	0,92

Содержание подвижного фосфора как перед посевом, так и после уборки льна было более высокое по удобренному фону. Так по фону без удобрений подвижного фосфора содержалось 118-139, по удобренному фону – 150-165 мг/кг почвы. Содержание обменного калия в опыте по всем предшественникам было низким – 51-72 мг/100 г почвы.

Анализ питательного режима почвы показал, что при возделывании льна-долгунца на серых лесных почвах необходимо комплексное внесение минеральных удобрений, особенно азотных и калийных.

Засоренность посевов льна-долгунца является одним из основных факторов, отрицательно действующих на развитие культуры. На посевах льна применяли гербициды против двудольных и мятликовых сорняков. Многолетних сорняков после обработки гербицидами

насчитывалось всего 5-8 шт./м², малолетних – 8-13 шт./м². Наиболее были засорены бессменные посевы – 21 шт./м² (таблица 2). Масса сорняков после гербицидов была небольшой.

Таблица 2. Засоренность посевов льна-долгунца после обработки гербицидами, шт./м²

Вариант	Всего сорняков	В том числе	
		многолетних	малолетних
Занятый пар	15	5	10
Пласт трав	15	6	9
Ячмень	18	6	9
Озимая рожь	15	7	8
Бессменный посев	21	8	13

Видовой состав сорняков в посевах льна был представлен малолетними видами – мятликовые (куриное просо и щетинник), лебеда, торица гречишка вьюнковая и развесистая; многолетними - осот розовый и желтый.

Урожайность льна-долгунца в зависимости от предшественника и фона удобренности составила: соломы 3,14 - 5,74 т/га и семян – 0,49 - 0,92 т/га (таблица 3).

Таблица 3. Урожайность льна-долгунца в зависимости от предшественника и удобрений, в среднем за 2017 - 2019 гг., т/га

Предшественник	Урожайность			
	соломы		семян	
	контроль	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	контроль	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀
Озимая рожь	3,14	4,62	0,49	0,74
Занятый пар	3,58	5,42	0,60	0,89
Многолетние травы (клевер)	4,31	5,50	0,74	0,88
Ячмень (оборот пласта мн.тр.)	4,59	5,74	0,74	0,92
Бессменный посев	3,01	4,50	0,41	0,60
НСР ₀₅	0,42	0,29	0,11	0,07

На урожайность льна-долгунца оказали существенное влияние как предшественники, так и минеральные удобрения. Более высокий урожай льна получен по ячменю (обороту пласта многолетних трав) и многолетним травам. Урожайность соломы по предшественнику ячмень на контроле и удобренному фону составила соответственно,

4,59 и 5,74 т/га, урожайность семян – 0,74 т/га и 0,92 т/га. По многолетним травам урожайность льнопродукции незначительно снижалась. Самые низкие показатели урожайности семян и соломы – по бессменным посевам на фоне без удобрений – 0,41 и 3,01 т/га соответственно.

По качеству волокна существенных различий не наблюдалось. Номер соломы по вариантам варьировал от 2,5 до 2,75 (таблица 4).

Таблица 4. Показатели качества соломы

Показатель	Фон	Предшественник			
		занятый пар	пласт трав	ячмень	озимая рожь
Горстевая длина, см	контроль	85,1	85,5	88,1	81,1
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	90,2	87,1	91,0	86,3
Содержание луба, %	контроль	31,5	33,1	31,7	30,9
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	33,5	33,2	31,1	31,4
Номер соломы	контроль	2,50	2,75	2,50	2,50
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	2,75	2,50	2,50	2,50

Таким образом, установлено, что наиболее высокую урожайность льна-долгунца обеспечивает размещение его в семипольных зернопаротравяных севооборотах после многолетних трав (клевер+тимофеевка) и обороту пласта многолетних трав – предшественник ячмень.

По экономическим показателям по возделыванию льна на семена и волокно наибольший доход и рентабельность были получены по ячменю (обороту пласта многолетних трав) и многолетним травам. Рентабельность составила 71% и 53% соответственно. По многолетним травам показатели немного снижались и рентабельность составила по фону без удобрений 67%, по удобренному фону – 46%. При выращивании льна только на волокно производство было убыточно.

Выводы. Таким образом, в подтайге Западной Сибири при выращивании льна-долгунца на волокно и семена существенное влияние оказали как предшественники, так и минеральные удобрения. Лучшими предшественниками, обеспечивающим высокую урожайность и лучшее качество, являются оборот пласта многолетних трав и многолетние травы (клеверо-тимофеевичная смесь). Для

достижения наибольшего экономического эффекта при возделывании льна-долгунца необходимо получать два вида продукции: волокно и семена.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Крепков А.П. Лен-долгунец в Сибири. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2004. 168 с.
2. Мансапова А.И., Горбова М.А., Храмов С.Ю. Возделывание новых сортов льна-долгунца для получения высококачественной продукции в условиях подтайги Западной Сибири: практическое пособие. Омск: ЛИТЕРА, 2016. 40 с.
3. Элементы агротехнологии возделывания льна-долгунца в подтаежной зоне Западной Сибири/ А.И. Мансапова, О.Ф. Хамова, М.А. Горбова, С.Ю. Храмов, Л.О. Берендеева // *Земледелие*. 2019. № 3. С. 27-30.
4. Мансапова А.И., Горбова М.А. Роль предшественников в формировании урожая льна-долгунца // Актуальные проблемы научного обеспечения земледелия Западной Сибири: сборник научных статей, посвященный 70-летию академика РАН Храмова Ивана Федоровича, 95-летию основания отдела земледелия ФГБНУ «Омский АНЦ». Омск. 2020. С. 256-262.
5. Клячина С.Л. Лен-долгунец. М.: Изд-во ООО «Редакция журнала «Достижение науки и техники АПК», 2012. 160 с.
6. Долгов Б.С., Заворотченко Н.С., Ковалев И.С. Методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом. Торжок, 1978. 75 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агроминздат, 1985. 351 с.

APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS IN CROP ROTATIONS WITH FLAX IN THE SUBTAIGA ZONE OF THE OMSK REGION

M.A. Gorbova, A.I. Mansapova

FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk, e-mail: gorbova@anc55.ru

TF Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Tara, e-mail: sibniish-tara@yandex.ru

The data on the study of flax fiber in four grain-steam, grain-grass crop rotations and permanent sowing for flax fiber are presented. The research was carried out in 2017-2019 in the department of northern agriculture of the Omsk agrarian scientific center on an experimental field in the subtaiga zone of the Omsk region.

Keywords: Flax, crop rotation, precursor, seeds, straw

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТОВ И ВЫНОС ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПОЧВЫ С УРОЖАЕМ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

О.В. Илюшкина, канд. с.-х. наук

Отдел северного земледелия ФГБНУ "Омский АНЦ", г. Тара

e-mail: olga-cheboha@mail.ru

Научные исследования технологии ведения полевых севооборотов при условии естественного уровня плодородия серой лесной почвы позволяет в полной мере отследить динамику накопления питательных веществ в почве, а также дополнительно на удобренном фоне установить влияние минеральных удобрений на основные величины плодородия почвы и получаемой продукции.

Ключевые слова: серая лесная почва, минеральные удобрения, вынос, севооборот, урожай.

Наличие освоенных, научно-обоснованных севооборотов помогает решить ряд проблем, в том числе и экономить на элементах агротехники [2]. Безнавозная система удобрений предусматривает применение минеральных, зеленых удобрений, растительных остатков. Она необходима прежде всего в тех хозяйствах, которые специализируются преимущественно на возделывании сельскохозяйственных культур и не занимаются животноводством или на полях, удаленных от ферм.

Опыты направленные на совершенствование технологии ведения севооборотов, заложены в 1999 году, в подтаежной зоне Омской области [5]. Метеоусловия по годам типичные для зоны. В статье представлены данные с 2017 по 2021 гг. Продолжительность вегетационного периода изменяется от 95 до 110 дней. В среднем за пять лет выпало 351 мм осадков, что на 129% выше нормы, среднесуточная температура составила 14,5°C, на 1,1°C выше среднемноголетнего значения. Гидротермический коэффициент (по Селянинову) в среднем равен 1,4. Опыт заложен в четырехкратной повторности, по двум фонам, фон 1 – без удобрений, фон 2 – с удобрениями, из удобрений применялись аммиачная селитра, аммофос и калий хлористый в дозе под зерновые и травы N₆₀P₆₀K₆₀, под озимую

рожь $N_{40}P_{60}K_{60}$ кг д.в./га (азотные удобрения вносились ранней весной в подкормку). Изучаются севообороты с разной насыщенностью культурами и парами (схема приведена в таблице 2). Площадь одной делянки составила 75 м^2 , размещение вариантов рендомизированное, всего изучалось 248 делянок. Агротехника общепринятая для зоны, при посеве использовались сорта, оригинатором которых является «Омский АНЦ»: озимая рожь – Сибирь, яровая пшеница – Тарская 12, овес – Уран (зерно), Иртыш 22 (зел. массу), горох – Сибур, клевер – Тарский местный, ячмень – Омский 96. В ходе исследований проводились агрохимические анализы почвы – лаборатория ФГБНУ «Омский АНЦ» [4]. Обработка данных по опытам осуществлялась по методике Д.А. Доспехова.

К основным земным факторам жизнедеятельности растений относятся наличие питательных веществ в почве и доступной для растений влаги. Известный научный деятель Вильямс (1989 г.) в своих трудах обозначал: «Вода и большинство элементов пищи, могут влиять на растение только через посредника – почву» [2].

Опыты заложены на светло-серой лесной среднесуглинистой почве. Данные по метеоусловиям и содержанию питательных веществ в почве, на опытном участке приведены в таблице 1.

Таблица 1. Метеоусловия проводимых исследований и агрохимическая характеристика серой лесной почвы, за 2017-2021 гг.

Год	Гумус, %	Содержание в почве, мг/кг			Метеоусловия		Продуктивная влага, мм	
		N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	Темпера- тура °С	Осадки, мм	0-20 см	0-100 см
	ГОСТ 26213- 91	ГОСТ 56951- 86	ГОСТ Р 54650- 2011		Данные метеостанции, г. Тара		ГОСТ 28268-89	
2017	2,5	4,9	93,5	62,1	14,1	407,0	24,1	174,7
2018	-	2,7	100,9	62,8	13,6	410,9	24,9	171,0
2019	2,8	2,8	120,0	64,1	14,2	267,4	21,0	134,3
2020	-	3,8	131,3	67,4	15,7	319,0	25,6	156,3
2021	-	5,0	129,4	65,8	14,9	350,0	33,8	166,4
Среднее	2,7	3,6	115,0	66,4	14,5	350,9	26,3	163,9

В целом почва характеризуется низкими запасами нитратного азота, низким содержанием обменного калия и повышенным

содержанием подвижного фосфора. По температурному режиму самым холодным годом был 2018 (13,6 °С), на 0,9 градусов ниже среднемноголетних данных, количество осадков за вегетационный период выпало наибольшее (410,9мм). В этот же период наблюдается наименьшее содержание в серой лесной почве нитратного азота (2,7 мг/кг) и обменного калия (62,8 мг/кг), с учетом выпавших осадков на 60 мм больше нормы. Выпавшие в наименьшем количестве осадки в 2019 году при температуре близкой к средней многолетней, привели к снижению запасов продуктивной влаги в почве на 29,6 мм по сравнению со средним показателем. В среднем по годам степень обеспеченности растений влагой является удовлетворительной, однако в годы с наибольшим количеством осадков наблюдается снижение запасов питательных веществ.

Система удобрений в севооборотах требует регулярного контроля за агрохимическими показателями плодородия почв, балансом гумуса и питательных веществ с учетом требований возделываемых культур. Севооборот и агрохимия – это вещи не разделимые и требуют тщательного и глубокого изучения. Агрохимические анализы должны проводиться не только почвенных, но и растительных образцов. Вынос элементов питания рассчитан по справочным данным представленных в монографии Ермохина Ю.И. и Красницкого В.М. (2000 г.), расчеты учитывают только фактическую урожайность культур. В современных условиях большую роль играет не только получение высоких урожаев, но и качественные показатели продукции. Необходимо учитывать взаимосвязь в системе почва-растение-удобрение, т.е. в основе должен лежать как минимум принцип треугольника Прянишникова Д.Н.

Уровень естественного плодородия почв (без удобрений – фон 1) изучаемых севооборотов имеет примерно одинаковые показатели. Содержание нитратного азота характеризуется как очень низкое т.к. фактическое его значение находится <5,0 мг/кг. Вносимый азот под культуры в дозе 60 кг д.в./га в течение ротации использовался достаточно интенсивно на создание урожая. Увеличение содержание нитратного азота (3,9 мг/кг) в слое почвы 0-40 см отмечено во втором севообороте с занятым паром. В течении ротации севооборота номер 4 культуры испытывали наибольшую потребность из-за более интенсивного его потребления и недостаточного содержания.

Таблица 2. Агрохимическая характеристика почвы изучаемых севооборотов и бессменных посевов. Средние данные за 2017-2021 гг.

№ севооборота	Схема севооборота	Содержание в почве, мг/кг					
		N-NO ₃		P ₂ O ₅		K ₂ O	
		ФОН 1	ФОН 2	ФОН 1	ФОН 2	ФОН 1	ФОН 2
1	2	3	4	5	6	7	8
I	Чистый пар-оз.рожь-пшеница-овес	3,4	3,4	114,6	168,9	65,0	64,6
II	Занятый пар-пшеница-горох-ячмень	3,8	3,9	114,9	169,1	67,7	70,2
III	Чистый пар-оз.рожь-ячмень+мн.тр.-мн.тр.1 г.п -мн.тр. 2 г.п.-пшеница-овес	3,6	3,7	117,9	161,3	65,8	66,8
IV	Сидеральный пар-оз.рожь-пшеница+мн.тр.-мн.тр.1 г.п -мн.тр. 2 г.п.-ячмень-овес	2,3	2,5	98,2	112,3	66,4	67,8
Бессменные посевы	овёс	2,6	3,0	95,2	186,3	68,7	69,7
	пшеница	3,0	3,0	103,6	188,3	68,2	68,4
	ячмень	2,8	2,9	90,3	182,8	55,6	59,4

Особенно хорошо вносимые дозы удобрений способствовали увеличению содержания фосфора в почве, с градации среднего значения до градации повышенного и высокого значения. Похожая динамика содержания основных элементов питания наблюдается и на бессменных посевах.

Каждая культура, возделываемая в севообороте, имеет свои особенности, но для всех одинаково то, что с увеличением вегетативной массы растений происходит и увеличение выноса элементов питания (таблица 3) [3].

В изучаемых севооборотах вынос имеет различия и зависит от количества занятых полей и урожая сельскохозяйственных культур. Самый высокий вынос наблюдается на семипольных севооборотах с чистым и сидеральным парами, где урожайность культур выше даже на неудобренном фоне.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что продуктивность изучаемых севооборотов с внесением минеральных удобрений достигает весьма значительных размеров, по сравнению с неудобренными вариантами. Это обстоятельство на серой лесной почве, обладающей низким уровнем естественного плодородия, подчеркивает роль удобрений как одного из главнейших элементов комплекса агротехники высокого урожая, даже в системе целого севооборота.

Таблица 3. Вынос культурами питательных веществ из почвы, 2017-2021 гг.

№ севооборота	Схема севооборота		Средняя урожайность, т/га		Вынос питательных веществ в севообороте, кг/га		
			Зерно вых	мн. и одн. трав	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
I	Чистый пар-оз.рожь-пшеница-овес	фон 1	2,82	-	69,39	25,94	67,68
		фон 2	3,92	-	95,88	36,16	80,32
II	Занятый пар-пшеница-горох-ячмень	фон 1	1,96	16,00	51,57	20,24	41,42
		фон 2	2,78	20,00	64,91	24,98	51,52
III	Чистый пар-оз.рожь-ячмень+мн.тр.-мн.тр.1 г.п -мн.тр. 2 г.п.-пшеница-овес	фон 1	3,30	5,70	82,14	32,34	82,31
		фон 2	3,94	7,10	100,02	39,37	100,75
IV	Сидеральный пар-оз. рожь-пшеница+мн.тр.-мн.тр.1 г.п -мн.тр. 2 г.п.-ячмень-овес	фон 1	2,78	7,10	92,05	38,54	97,22
		фон 2	3,49	8,80	112,26	46,40	117,84
Бессменные посевы	овёс	фон 1	1,93	-	14,48	6,27	13,99
		фон 2	2,58	-	19,35	8,39	18,71
	пшеница	фон 1	2,50	-	23,75	7,50	15,63
		фон 2	3,55	-	33,73	10,65	22,19
	ячмень	фон 1	2,00	-	13,50	5,50	12,00
		фон 2	2,64	-	17,82	7,26	15,84

На бессменных посевах за счет низкой урожайности зерновых культур в вариантах без удобрений вынос также наблюдается ниже, чем на удобренных вариантах. Бессменные посевы обладают низкой продуктивной способностью, за счет ряда факторов, важное значение из которых имеет использование минеральных удобрений.

Опираясь на представленные данные, можно сделать вывод, что при чередовании культур за счет ведения системы севооборотов, даже в условиях естественного плодородия почвы, можно получать урожаи зерновых от 1,96 до 3,30 т/га, что обеспечивает получение прибавки зерновых культур в среднем – 0,3 т/га. Внесение минеральных удобрений в среднем позволяет получить – 0,6 т/га дополнительного урожая зерна. Серая лесная почва обладает по своим агрохимическим показателям низким уровнем естественного плодородия и вносимые дозы минеральных удобрений позволяют всего лишь создавать заново «достаточные запасы» доступных питательных веществ в почве, дающие возможность получать более высокие урожаи, особенно по таким элементам как азот и калий, которые находятся в минимуме [2].

Поэтому ведение севооборотов в хозяйствах Нечерноземной зоны способствует повышению урожайности зерновых культур, а для получения большей продукции целесообразно дополнительно вносить минеральные удобрения, даже при условиях бессменного возделывания культур. Так же большое значение имеет регулярное проведение агрохимического обследования почв и анализа растительных образцов, ведь только фактические данные позволят сделать правильные выводы, и принять меры, направленные на получение высоких показателей урожая [1].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ермохин Ю.И., Красницкий В.М. Программирование урожая: монография. Омск: Изд-во ОмГАУ, 2000. 84 с.
2. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения. М.:Сельхозгиз, 1963. Т.1. 735с.
3. Сычёв В.Г. Методические указания по определению баланса питательных веществ азота, фосфора, калия, гумуса, кальция. М.: Изд-во ЦИНАО, 2000. 40 с.
4. Храмцов И.Ф. Система адаптивного земледелия Омской области. ФГБНУ «Омский АНЦ» / И.Ф. Храмцов, В.С. Бойко, Л.В. Юшкевич и др. – Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е.А., 2020. 522 с.
5. Мансапова А.И. Формирование полевых севооборотов в условиях подтаежной зоны Западной Сибири: методическое пособие / А.И. Мансапова, Л.Л. Котелкина, А.В. Банкрутенко; под ред. И.Ф. Храмцова; Россельхозакадемия ГНУ СибНИИСХ. – Омск: ЛИТЕРА, 2014. 20 с.

THE INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON THE PRODUCTIVITY OF FIELD CROP ROTATIONS AND THE REMOVAL OF NUTRIENTS FROM THE SOIL WITH A CROP IN THE CONDITIONS OF THE WEST SIBERIAN NON-BLACK EARTH REGION

O.V. Ilyushkina

*Department of Northern Agriculture FSBSI «Omsk agrarian scientific center»,
Tara, e-mail: olga-cheboha@mail.ru*

Scientific research on the technology of conducting field crop rotations under the condition of the natural level of fertility of gray forest soil makes it possible to fully track the dynamics of the accumulation of nutrients in the soil, and additionally, on a fertilized background, establish the effect of mineral fertilizers on the main values of soil fertility and the resulting products.

Key words: gray forest soil, mineral fertilizers, removal, crop rotation, harvest.

УДК 631.452:633 15:631.58.559

БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТИ КУКУРУЗЫ

С.Б. Кененбаев, академик НАН РК,

Г.Л. Есенбаева, кандидат с.-х. наук,

Е.А. Жанбырбаев, доктор PhD,

Н. Калдыкозов, докторант

*Казахский национальный аграрный исследовательский университет,
г. Алматы, Казахстан, e-mail: serik.kenenbayev@kaznaru.edu.kz*

В статье приведены результаты исследования по применению биологических методов, способствующие повышению плодородия почвы и продуктивности кукурузы. Установлено, положительное влияние биологических средств на содержание гумуса и подвижных элементов питания, на показатели продуктивности кукурузы. При этом превышение составили: гумуса на 0,03-0,04%, легкогидролизуемого азота - 4,7-12,2 мг/кг, подвижного фосфора - 5,4-7,7 мг/кг и обменного калия - 3,4-10,0 мг/кг. В целом, урожайность зерна кукурузы, в зависимости от применения средств биологизации составила 87,5-113,5 ц/га, при уровне контроля 77,2 ц/га.

Ключевые слова: кукуруза, биологизация, биоудобрения, биопрепараты.

Введение. В конце XX века, в результате антропогенной деятельности человека, в основном из-за нерационального использования земельных угодий произошли снижение продуктивности

вности пашни и деградация почвенного плодородия. К тому же, в процессе своей хозяйственной деятельности, в целях повышения урожайности сельскохозяйственных культур, было использовано множество агроприемов, в том числе внесение нерациональных доз минеральных удобрений, химических средств защиты от болезней, вредителей и сорной растительности. Будучи химически агрессивными, они приводили к деградации почвы, к разрушению её гуминовых веществ, отрицательно действовали на почвенную микрофлору. Особую опасность представляли также примеси в минеральных удобрениях как мышьяк, свинец, кадмий, стронций и другие элементы, которые зачастую в них содержатся. Это явление следует рассматривать не только как изменение свойств почвы, но и как содействие нарушению экологического равновесия, которое быстро не восстанавливается [1,2].

Обострение экологических проблем привело к осознанию, формированию и выработки нового «зелёного» курса природопользования, которое должно базироваться на отказе от антропоцентрической концепции и признании ценности природы [3-5].

Научной предпосылкой проводимого исследования является регулирование органического вещества почвы, путем активизации положительных почвенно-биологических процессов, оптимизации корневого питания растений и восстановления микрофлоры почвы с применением био-, органоудобрений и биопрепаратов.

Материал и методика. Объект исследования - кукуруза, виды био-, органоудобрений и биопрепаратов.

Полевые исследования проводились в ТОО «Балтабай - 2030» Енбекшиказахского района Алматинской области. Климат района исследований характеризуется как резко континентальный. Район относится к предгорной пустынно-степной зоне с абсолютными отметками 550-700 метров над уровнем моря. Почва опытного участка обыкновенные сероземы. Величина гумуса 1,5-2%, Содержание общего азота в верхних горизонтах 0,10-0,13%.

Схема опыта включает варианты:

- 1) контрольный вариант (без применения средств биологизации);
- 2) биогумус (2 т/га) - внесен в 2021 году, в 2022 и последующие годы изучается последствие;
- 3) навоз (30 т/га) – внесен в 2021 году, в 2022 и последующие годы изучается последствие;
- 4) комплексная программа питания для кукурузы “ТОО HANSEPLANT-ALMATY” включающий: (2 мл/1 кг семян SeedSpor C - обработка семян перед посевом) + (150 кг/га Smart Start P - стартовое

удобрение при посеве) + (5,0 л/га HanseBiosulfur в фазе 2-4 листа - листовая подкормка) + (3,0 л/га Prairie Pride А + 7,5 кг/га Prairie Pride В + 1,0 л/га Absorb в фазу 6 листьев - листовая подкормка);

5) комплекс Биоэкогум: 0,25 л/100 кг - обработка семян, 5 л/га в фазах 2-4 и 6 листьев - листовая подкормка;

6) Тумат: 30 мл/100 кг - обработка семян, 1 л/га в фазах 2-4 и 6 листьев - листовая подкормка.

7) Агрофлорин: 0,25 л/га в фазах 2-4 и 6 листьев - листовая подкормка (2022 г.).

Динамика линейного роста определялась подекадно в 10 пунктах делянки в двух несмежных повторностях опыта, путем измерения от основания до верхушки растений. Структура урожая кукурузы: с отметкой длины початка (см), количества зерен в початке (шт.), массы зерен в початке (г) и массы 1000 зерен (г). Урожайность определялась методом сплошной уборки учетной делянки, с последующим взвешиванием и пересчетом на 14% влажность. Общий гумус - по методу И. В. Тюрина, легкогидролизруемый азот – по Тюриной-Кононовой, подвижные формы фосфора и калия по Мачигину.

Результаты исследований. Применение средств биологизации оказали положительное влияние на рост, развитие и показатели продуктивности растений кукурузы.

Высота растений кукурузы показала положительную динамику и на вариантах с био-, органоудобрений и биопрепаратами она была значительно выше контроля. Если на контрольном варианте в фазу 3-4 листьев кукурузы, высота растений была на уровне 37,4 см в, то в фазу выметывания она достигла 192,1 см (рис. 1).

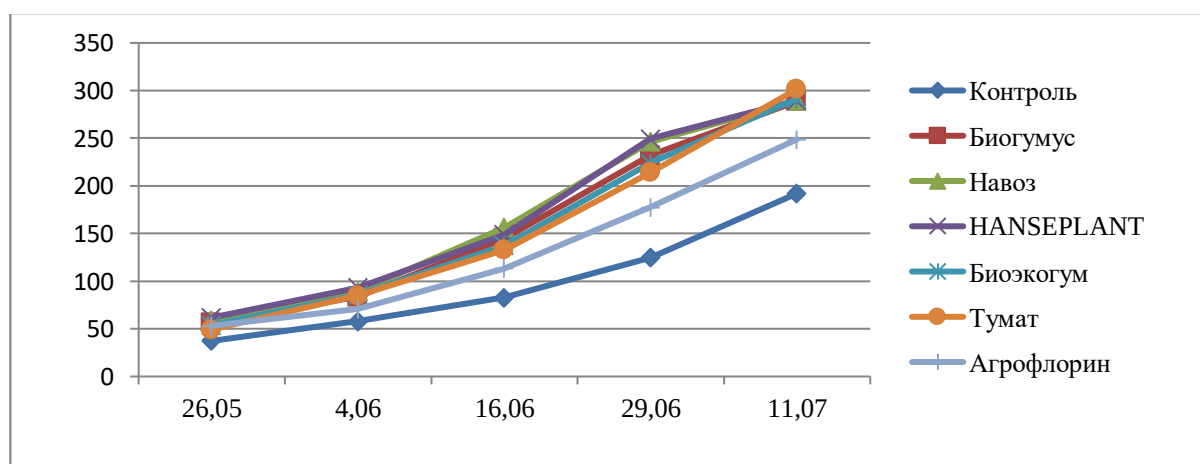


Рисунок 1 – Динамика высоты растений кукурузы в зависимости от средств биологизации (данные за 2022 год)

На вариантах с применением средств биологизации (биогумус, навоз, HANSEPLANT, Биоэкогум, Тумат, агрофлорин) превышение

составила 12,0-24,4 см в фазу 3-4 листьев кукурузы, а в фазу выметывания 56,8-109,5 см.

На вариантах с внесением навоза и биогумуса наблюдается тенденция повышения как общего гумуса (0,03-0,04%), так и подвижных элементов P_2O_5 (5,4-7,7 мг/кг) и K_2O (3,4-10,0 мг/кг) питания по сравнению с контрольным вариантом. Отмечено значительное увеличение легкогидролизуемого азота на изучаемых вариантах (от 28,9 мг/кг на контрольном варианте до 33,6-41,0 мг/кг на вариантах со средствами биологизации). На вариантах где применялись биоудобрения (HANSEPLANT, Биоэкогум, Тумат) содержание гумуса (1,11%), подвижных форм фосфора (42,0-42,7 мг/кг) и калия (214,6-216,3 мг/кг) находились на уровне контроля (таблица 1).

Таблица 1. Агрохимические показатели почвы в зависимости от средств биологизации (данные за 2021 год)

Варианты	Общий гумус, %		Подвижные формы, мг/кг		
	%	±	азот	фосфор	калий
1	2	3	4	5	6
Контроль	1,11	-	28,9	41,6	213,3
Биогумус	1,15	0,04	33,6	47,0	223,3
Навоз	1,14	0,03	39,2	49,3	216,7
Hans Plant	1,13	0,02	41,0	42,0	215,3
Биоэкогум	1,12	0,01	40,6	42,7	216,3
Тумат	1,12	0,01	34,5	42,5	214,6

Положительное влияние средств биологизации отразилось на элементах структура урожая и урожайности кукурузы (таблица 2).

Таблица 2. Влияние средств биологизации на формирование элементов структуры урожая и урожайность кукурузы (данные за 2021 год)

Вариант	Длина початка, см	Количество зерен в початке, шт	Масса зерен в початке, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га
Контроль	18,7	540,1	939,5	255,5	77,2
Биогумус	20,2	654,3	1222,9	259,5	95,4
Навоз	18,4	601,3	1075,9	260,1	87,5
HANSEPLANT	18,8	701,0	1322,0	265,9	104,3
Биоэкогум	19,7	765,8	1346,7	264,8	113,5
Тумат	20,6	671,3	1247,5	265,4	99,7

Из таблицы видно, что длина початка (см) на контрольном варианте составляла 18,7 см, на вариантах со средствами биологизации это значение достигла 18,8-20,6 см. По количеству (шт.) и массе зерна (г) в початке отмечено значительное превышение средств биологизации. При количестве зерен в початке 540,1 шт. на контрольном варианте превышение составила 61,2-225,7 шт. или 11,3-41,8%. При 939,5 г зерен с одного початка на контрольном варианте, при применении средств биологизации это значение увеличилось от 1075,9 до 1346,7 г, т.е. превышение составила 136,4-407,2 г или 14,5-43,4%.

Урожайность зерна кукурузы в 2021 году, в зависимости от применения средств биологизации составила 87,5-113,5 ц/га, при значении контроля 77,2 ц/га.

Заключение

На вариантах с внесением навоза и биогумуса наблюдается тенденция увеличения как общего гумуса, так и подвижных элементов питания (NPK) по сравнению с контролем. На вариантах с биоудобрениями гумус, подвижные формы фосфора и калия находились на уровне контроля.

Средства биологизации оказали положительное влияние на элементы структуры урожая и урожайности кукурузы. При этом прибавка урожая на всех изучаемых вариантах опыта была на 10,3-36,3 ц/га выше, по сравнению с контролем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стариков А.С., Самарина В.П. Проблемы рационального использования земель сельскохозяйственного назначения // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 4.
2. Влияние различных систем удобрения на накопление тяжелых металлов в сельскохозяйственной продукции / Н.М. Белоус, В.Ф. Шаповалов, Ф.В. Моисеенко, М.Г. Драганская // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. Брянск, 2006. С. 22-29.
3. Зелёная экономика и цели устойчивого развития для России: коллективная монография / под науч. ред. С. Н. Бобылёва, П. А. Кирюшина, О.В. Кудрявцевой. М.: Экономический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова, 2019. 284 с.
4. Научное земледелие России / А.Н. Каштанов, И.П. Макаров, А.В. Захаренко // Достижения науки и техники АПК. 2004. № 6. С. 10.
5. Лошаков В.Г. Севооборот и плодородие почвы. М.: Изд. ВНИИА, 2012. 512 с.

BIOLOGICAL METHODS OF INCREASING SOIL FERTILITY AND CORN YIELD

S.B. Kenenbayev, G.L. Yessenbayeva,

Y.A. Zhanbyrbayev, N. Kaldykozov

(Kazakh National Agrarian Research University,

Almaty, Kazakhstan, e-mail: serik.kenenbayev@kaznaru.edu.kz

The article presents the results of a study on the use of biological methods that contribute to increasing soil fertility and corn productivity. It has been established that biological agents have a positive effect on the content of humus and mobile nutrition elements, on corn productivity indicators. At the same time, the excess was: humus by 0.03-0.04%, easily hydrolyzed nitrogen - 4.7-12.2 mg/kg, mobile phosphorus - 5.4-7.7 mg/kg and exchangeable potassium - 3.4-10.0 mg/kg. In general, the yield of corn grain, depending on the use of biologization agents, was 87.5-113.5 c/ha, with a control level of 77.2 c/ha.

Keywords: corn, biologization, biofertilizers, biological products.

УДК 632:631.559:633.11 «321» (571.13)

ВЛИЯНИЕ ФУНГИЦИДОВ И СМЕСЕЙ С РЕГУЛЯТОРОМ РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Е.Н. Ледовский, кандидат с.-х. наук

Я.Ф. Молод

ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, e-mail: ledovskii@anc55.ru

Исследования проведены в 2018 и 2019 гг. в южной лесостепи Омской области. Цель работы – оценка влияния фунгицидов и баковых смесей с регулятором роста на их биологическую эффективность, урожайность зерна яровой мягкой пшеницы. Выявлено значительное влияние применения фунгицидов и их баковых смесей с регулятором роста Лариксин на урожайность зерна. Биологическая эффективность против основных инфекций – бурой листовой и линейной ржавчин в среднем составила от 89,5 до 97,5%.

Ключевые слова: яровая пшеница, листостеблевые болезни, урожайность, фунгициды, регулятор роста.

Введение

Современные технологии выращивания зерновых культур практически невозможны без защиты растений от листостеблевых инфекций. На юге Западной Сибири, где расположены основные площади посевов яровой мягкой пшеницы, недобор урожая в годы

эпифитотий может достигать 40-60%. Наиболее актуальна эта проблема для сортов со слабой полевой устойчивостью к грибным инфекциям. Исследования показали, что наиболее вредоносными в регионе являются: бурая листовая и линейная ржавчины (*Puccinia triticina* Eriks., *Puccinia graminis* Rers.), мучнистая роса (*Erysiphe graminis* DC.) и септориоз (*Septoria* ssp.). Наряду со снижением урожайности, ухудшается и качество продукции, например, уменьшается содержание в зерне белка и клейковины, моносахаров и дисахаров, снижается стекловидность [1,2,3,4].

Значительным резервом роста производства зерна яровой пшеницы и повышения его качества может стать защита посевов от листостеблевых грибных инфекций. Здесь на первый план выступают химические фунгициды, своевременное применение которых позволяет эффективно защищать культуру, минимизировать потери и значительно повышать урожайность. Определённый научно-практический интерес представляет изучение эффективности регуляторов роста, предположительно повышающих иммунитет и стрессоустойчивость культуры.

Условия и методика исследований

В период исследований из листостеблевых инфекций на опытном поле преобладали бурая листовая и стеблевая (линейная) ржавчины, в меньшей степени – мучнистая роса.

Условия вегетации 2018 года были характерны холодной погодой, с большим количеством осадков в мае, а также продолжительными «сухими» периодами в первых двух декадах июня и июля. 2019 год отличался прохладной погодой с повышенным количеством осадков в июне и теплой с дефицитом влаги во второй половине июля и отчасти в августе. В целом, условия были благоприятными для массового развития листостеблевых болезней.

Исследования выполнены на опытных полях ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» в посевах яровой мягкой пшеницы Омская 36. Особенность этого популярного в регионе сорта – слабая полевая устойчивость к основным листостеблевым инфекциям. Севооборот: пар чистый – яровая пшеница – яровая пшеница – ячмень. Предшественник – чистый пар. Почва опытного участка – лугово-чернозёмная, среднemocная тяжелосуглинистая, содержание гумуса в пахотном слое 6,4-6,6%. Основная обработка почвы плоскорезная на глубину 10-12 см. Площадь делянки в опытах 25м², размещение вариантов – рендомизированное, повторность 4-х кратная.

В схеме опыта три химических системных комбинированных фунгицида, регулятор роста биологического происхождения Лариксин и баковые смеси его с фунгицидами. Лариксин это биологический регулятор роста и развития растений, индуктор иммунитета к грибным заболеваниям. Действующее вещество – биофлавоноид дигидрокверцитин, получаемый из древесины лиственницы сибирской. Относится к числу наиболее перспективных и эффективных регуляторов роста с антистрессовым и иммунопротекторным свойствами [5,6]. Рекомендуются для повышения полевой всхожести семян, иммунитета к болезням и неблагоприятным факторам среды, увеличения урожайности и повышения качества зерна. Положительным качеством препарата является и его экологичность.

Внесение препаратов проводили ранцевым опрыскивателем «PJ-18» при появлении первых пустул бурой ржавчины, фаза развития культуры – начало колошения. Норма расхода рабочего раствора 250 л/га. Методика фитопатологических исследований – общепринятая [7]. Учёт урожая зерна – однофазная уборка комбайном «Сампо-130». Обработка урожайных данных проводилась методом дисперсионного анализа [8].

Результаты и их обсуждение

Уровни развития основных болезней культуры на контрольном варианте и биологическая эффективность препаратов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Биологическая эффективность препаратов (в %) против листостеблевых болезней яровой пшеницы Омская 36 после пара

Вариант	Мучнистая роса		Виды ржавчины		Среднее	
	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	Мучни- стая роса	виды ржавчины
1.Контроль	13,2*	20,8*	79,0*	74,0*	17,0*	76,5*
2. Лариксин	15,9	54,3	49,4	2,0	39,4	26,5
3. Титул Дуо	48,5	80,3	100,0	86,0	67,9	93,2
4. Титул Дуо + Лариксин	24,2	89,4	96,2	94,3	64,1	95,3
5. Рекс Плюс	30,3	63,5	100,0	78,4	50,6	89,5
6.РексПлюс+Лариксин	16,7	98,6	100,0	97,2	66,8	98,6
7. Солигор	1,5	80,8	99,1	92,3	50,0	95,8
8. Солигор + Лариксин	67,4	90,4	99,7	95,1	81,5	97,5

*на контроле – развитие болезни в %

Индекс развития мучнистой росы в 2018 году на контроле составил 13,2%. Эффективность препаратов и смесей против неё была низкой, причём в баковых смесях с Титул дуо и Рекс плюс она заметно снижалась в сравнении с этими препаратами в «чистом «виде». Исключением стала смесь «Солигор + Лариксин», где поражённость уменьшилась на 67,4%, тогда как по Солигору в «чистом» виде эффективность практически нулевая. Наиболее вредоносными патогенами были бурая листовая и линейная ржавчины, с уровнем поражённости контроля 79%. Биологическая эффективность Лариксина против ржавчин составила 49,4, а химических фунгицидов и баковых смесей от 96,2 до 100%.

В 2019 году уровень развития мучнистой росы в посеве на контрольном варианте достиг 20,8%. Эффективность вариантов защиты против неё варьировала от 54,3 (Лариксин) до 98,6% (Рекс Плюс + Лариксин). Как и в предыдущем году доминировали ржавчинные инфекции с уровнем развития на контроле 74%. Лариксин практически не повлиял на развитие ржавчин, тогда как эффективность фунгицидов и смесей с ним была достаточно высокой – от 78,4 (Рекс Плюс) до 97,2% (Рекс Плюс + Лариксин). При этом заметна тенденция роста её по смесям с Лариксином в сравнении с фунгицидами в «чистом» виде.

Средние показатели биологической эффективности по варианту «Лариксин» против мучнистой росы 39,4, ржавчин – 26,5%. Эффективность фунгицидов и смесей с Лариксином против мучнистой росы варьировали от 50,0 (Солигор) до 81,5% (Солигор + Лариксин), видов ржавчин – от 89,5 (Рекс Плюс) до 98,6% (Рекс Плюс + Лариксин).

В период созревания зерна поражённость пшеницы на контроле возрастала до 80-90%, в основном за счёт линейной ржавчины. Наиболее пролонгированным защитным действием против ржавчин отличались варианты с Рекс Плюс.

Обработка посевов фунгицидами баковыми смесями значительно повышала урожайность зерна культуры (таблица 2).

Таблица 2. Влияние препаратов и баковых смесей на урожайность зерна яровой пшеницы Омская 36 после пара

Вариант	Норма расхода, л/га	Урожайность зерна, т			± к контролю	Хозяйственная эффективность, %
		2018 г.	2019 г.	среднее		
1. Контроль	-	1,56	1,76	1,66	-	-
2. Лариксин	0,03 + 0,03	2,14	1,88	2,01	0,35	17,4
3. Титул Дуо	0,32	2,50	2,96	2,73	1,07	39,2
4. Титул Дуо + Лариксин	0,32 + 0,03	2,54	2,76	2,65	0,99	37,4
5. Рекс Плюс	0,9	3,40	3,74	3,57	1,91	53,5
6. Рекс Плюс + Лариксин	0,9 + 0,03	2,89	4,02	3,46	1,8	52,0
7. Солигор	0,5	3,20	3,12	3,16	1,5	47,7
8. Солигор + Лариксин	0,5 + 0,03	2,98	2,9	2,94	1,28	43,5
НСР ₀₅		0,55	0,45			

В условиях 2018 г. рост урожайности к контролю по варианту «Лариксин» составил 0,58, а по фунгицидам и смесям от 0,94 (Титул Дуо) до 1,84 (Рекс Плюс). В 2019 г. прибавки варьировали от 1,0 (Титул Дуо + Лариксин) до 2,26 т/га (Рекс Плюс + Лариксин). Несмотря на отмеченную выше тенденцию, в основном роста биологической эффективности баковых смесей против ржавчины, по урожайности преобладала обратная тенденция, некоторое снижение её (недостовверное) в сравнении с фунгицидами в «чистом» виде. В среднем за два года урожайность зерна от применения Лариксина возросла на 0,35, а фунгицидов и баковых смесей с ним на 0,99 (Титул Дуо + Лариксин) и 1,91 т/га (Рекс Плюс). Хозяйственная эффективность лучших вариантов защиты яровой пшеницы превысила 50%.

Заключение

Выявлено значительное влияние фунгицидов и их баковых смесей с регулятором роста на урожайность зерна. Средние показатели биологической эффективности против основных листостеблевых болезней – бурой листовой и линейной ржавчин варьировали от 89,5 до 98,6% (Рекс Плюс + Лариксин). Рост урожайности зерна к контролю составил от 0,99 (Титул Дуо + Лариксин) до 1,91 т/га (Рекс Плюс), хозяйственная эффективность от 37,4 до 53,5%. Показатели биологической и хозяйственной эффективности Лариксина в «чистом» виде значительно уступали фунгицидам и баковым смесям с ним.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Доронин В.Г., Ледовский Е.Н., Кривошеева С.В. Защита яровой мягкой пшеницы от листостеблевых болезней в южной лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2016. №6. С. 43-46.
2. Шупинская И.А., Самсонова Н.Е., Антонова Н.А. Влияние корневого и foliarного питания растений минеральными удобрениями и соединениями кремния на показатели фотосинтетической деятельности и урожайность зерна яровой пшеницы // Агрохимия. 2017. №2. С. 11-17.
3. Современные экологически безопасные системы фитосанитарной оптимизации растениеводства Сибири / В.А. Чулкина [и др.]. Новосибирск, 2003. 116 с.
4. Чумаков А.Е., Захарова Т.И. Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур. М.: Агропромиздат, 1990. 127 с.
5. Шаповалова А.А., Зубкова Н.Ф. Отечественные регуляторы роста растений // Агрохимия. 2003. №11. с. 33-47.
6. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации. 2019 год. Справочное издание// Приложение к журналу «защита и карантин растений. 2019. №4. 848 с.
7. Методические указания по государственным испытаниям фунгицидов, антибиотиков и протравителей семян сельскохозяйственных культур/ Госхимкомиссия, ВИЗР. М., 1985. 130 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1979. 416 с.

INFLUENCE OF FUNGICIDES AND MIXTURES WITH GROWTH REGULATOR ON YIELD OF SPRING WHEAT GRAIN IN THE SOUTHERN FOREST-STEPPE

E.N. Ledovsky, Y.F. Molod

FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk, e-mail: 55asc@bk.ru

The studies were carried out in 2018 and 2019 in the southern forest-steppe of the Omsk region. The purpose of the work is to evaluate the effect of fungicides and tank mixtures with a growth regulator on their biological effectiveness, grain yield of spring soft wheat. A significant effect of the use of fungicides and their tank mixtures with growth regulator Lariksin on grain yield was revealed. Biological effectiveness against the main infections - brown leaf and linear rusts averaged from 89.5 to 97.5%.

Key words: spring wheat, productivity, structural indicators, fungicides, growth regulator.

ЗАЩИТА ПОСЕВОВ ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ ОТ ПОЧВЕННО-СЕМЕННЫХ ИНФЕКЦИЙ В УСЛОВИЯХ ОМСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ

Е.Н. Ледовский, кандидат с.-х. наук

Я.Ф. Молод

ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, e-mail: ledovskii@anc55.ru

Для условий региона недостаточно сведений по эффективности современных химических и биологических препаратов против почвенно-семенных инфекций ячменя. Цель научных исследований, проведённых в 2018-2020 гг. – изучить биологическую эффективность фунгицидных протравителей, биопрепаратов и их баковых смесей для ярового ячменя в южной лесостепи Омской области. Основные задачи: определить биологическую эффективность современных препаратов в посевах ячменя сорта Беатрис, изучить влияние их на урожайность зерна. Исследования проведены в краткосрочных полевых опытах. Площадь делянки 25 м², повторность – четырёхкратная, размещение вариантов систематическое.

Ключевые слова: яровой ячмень, болезни растений, фунгицидный протравитель семян, биологическая эффективность, урожайность зерна.

Введение

Для условий южной лесостепи Западной Сибири весьма актуальны вопросы защиты зерновых культур от почвенно-семенных грибных инфекций. Наиболее распространена обыкновенная корневая гниль или темно-бурая пятнистость, возбудитель болезни – несовершенный гриб *Bipolaris sorokiniana* Sh. Вопросы биологии болезни, вредоносности и мер защиты от них рассматриваются в ряде изданий [1,2,3,7,8].

Цель исследований, проведённых в 2018-2020 гг. – изучить эффективность химических фунгицидов, биопрепаратов и их баковых смесей против обыкновенной корневой гнили в посевах пивоваренного ярового ячменя сорта Беатрис в южной лесостепи Омского Прииртышья.

Основные задачи: проведение мониторинга фитосанитарной обстановки, определение биологической эффективности химических и биологических препаратов, их баковых смесей, оценка влияния на урожайность зерна.

Условия и методика исследований

Исследования проведены на опытных полях ФГБНУ «Омский АНЦ» в посевах ярового ячменя сорта Беатрис. Севооборот: пар чистый – яровая пшеница – яровая пшеница – ячмень. Ячмень Беатрис зарубежной селекции распространён в регионе и выращивается на пивоваренные цели. Почва опытного участка – чернозём выщелоченный, средне- и тяжелосуглинистый с содержанием гумуса в пахотном слое 5-7%, агротехника – зональная. Под предпосевную культивацию вносилась аммиачная селитра – 100 кг/га физического веса.

Основным методом выполнения НИР был полевой эксперимент. Сравнение всех вариантов предпосевной обработки семян проводили с контролем. Площадь делянки в опыте 25м², размещение вариантов систематическое, повторность 4-х кратная.

Обработка семян проводилась на лабораторной установке «Клён – ПСБ – 0,01, с нормой рабочей жидкости 10 л/т. Методика учёта пораженности корневой системы – общепринятая [4].

Анализ поражённости корневой системы ячменя проводили в фазы полного кущения и молочно-восковой спелости культуры. Учёт урожая зерна – однофазная уборка комбайном «Сампо-130». Обработка урожайных данных проводилась методом дисперсионного анализа с использованием прикладных программ [5].

Погодные условия вегетационных периодов за время исследований существенно различались. 2018 год отличался холодной погодой в мае с количеством осадков 74 мм (285% нормы). В июне – небольшой недобор и осадки в 124% к норме. В июле и первой половине августа преобладала тёплая погода, третья декада августа – прохладная и дождливая.

В мае 2019 г. средняя температура воздуха и количество осадков были близкими к норме. Июнь – прохладный и влажным, температура воздуха оказалась на 2,4°C ниже среднемноголетних показателей, а осадков выпало 85 мм (167% нормы). Июль – в основном тёплый и сухой, ГТК за месяц составил 0,44. Тёплым был и август – средняя температура воздуха – на 1,2°C выше нормы.

Май 2020 года был жарким и сухим – отмечено рекордное превышение среднемесячной температуры воздуха на 5,6°C. Июнь –

прохладный, но существенные осадки выпали только в 3-й декаде (82% нормы).

В июле очень тёплая и жаркая погода была в первых двух декадах, осадков выпало очень мало, ГТК за месяц составил 0,2. В августе было тепло, средняя температура воздуха превысила норму на 3,2°C, а осадки выпали во 2 и 3 декадах.

Результаты и их обсуждение

По результатам фитоэкспертизы максимальная пораженность семян перед посевом была в 2020 г. – 15,5 гельминтоспориозом и 8,5% – альтернариозом.

Индекс развития корневой гнили в фазу кущения ячменя составлял от 12,5 (2020) до 38,1 – в 2018 г., в среднем развитие корневых гнилей составила 24,2%. (табл. 1). Эффективность биопрепаратов сильно варьировала по годам исследований и в целом была ниже, чем у химических. В среднем за 3 года наиболее высокий показатель был у Оргамики Ф и Псевдобактерина-3 – 27,5 и 19,9% соответственно (табл. 1).

Таблица 1. Эффективность предпосевной обработки семян ячменя Беатрис против обыкновенной корневой гнили (учёт в фазу кущения)

Вариант	2018		2019		2020		Среднее	
	Р	Б.Э.	Р	Б.Э.	Р	Б.Э.	Р	Б.Э.
1. Контроль	38,1	-	22,0	-	12,5	-	24,2	-
2. Псевдобактерин-3	27,1	28,9	15,2	30,9	13,3	0	18,5	19,9
3. Оргамика Ф	35,0	8,1	13,2	40,0	8,2	34,4	18,8	27,5
4. Оргамика С	40,0	0	12,1	45,0	12,2	2,4	21,4	15,8
5. Скарлет	16,0	58,0	6,1	72,3	7,2	42,4	9,8	57,6
6. Скарлет +Оргамика Ф	12,1	68,2	5,1	76,8	5,2	58,4	7,5	67,8
7. Скарлет+Оргамика С	5,1	86,6	7,1	67,7	6,4	48,8	6,2	67,7
8. Скарлет + Форсаж	16,2	57,5	4,1	81,4	7,5	40,0	9,3	59,6
9. Систива + Иншур Перформ	6,0	84,2	6,0	72,7	6,5	48,0	6,2	68,3
10. Систива + Иншур Перформ + Форсаж	10,3	73,0	1,1	95,0	3,1	75,2	4,8	81,2
11. Квартет	9,2	75,8	0,0	100,0	5,0	60,0	4,7	78,8
12. Квартет + Форсаж	15,4	59,6	4,0	81,8	9,0	28,0	9,5	56,5
13. Квартет + Оргамика Ф	0,0	100,0	4,0	81,8	6,0	52,0	3,3	77,9
14. Квартет + Оргамика С	8,2	78,5	12,0	45,4	5,3	57,6	8,5	60,5

Примечание: Р – развитие болезни. Б.Э. – биологическая эффективность

Из химических препаратов максимальный показатель биологической эффективности показал инсектофунгицидный протравитель Квартет – 78,8% [6]. Также можно отметить баковую смесь смесь фунгицидов Систива + Иншур Перформ с удобрением Форсаж – 81,2%. В тоже время, на вариантах смесей Квартет с Оргамика С и Форсаж произошло заметное снижение биологической эффективности до 60,5 и 56,5%, к уровню препарата в чистом виде.

Пораженность культуры к фазе молочной спелости значительно возростала в 2018 и 2020 годах на контроле составила 52,0 -41,1% соответственно, а 2019 году пораженность ячменя была на невысоком уровне - 29,0 % (таблица 2).

Таблица 2. Эффективность предпосевной обработки семян ячменя Беатрис против обыкновенной корневой гнили (учёт в фазу молочной спелости)

Вариант защиты	2018		2019		2020		Среднее	
	Р	Б.Э.	Р	Б.Э.	Р	Б.Э.	Р	Б.Э.
1. Контроль	52,0	-	29,0	-	41,1	-	40,7	-
2. Псевдобактерин-3	44,0	15,4	19,0	34,5	43,0	0	35,3	16,6
3. Оргамика Ф	37,0	28,8	16,0	44,8	29,3	28,7	27,4	34,1
4. Оргамика С	37,0	28,8	15,0	48,3	28,5	31,0	26,8	36,0
5. Скарлет	40,0	23,1	9,0	69,0	22,2	46,0	23,7	46,0
6. Скарлет + Оргамика Ф	28,0	46,2	14,0	51,7	22,3	45,7	21,4	47,9
7. Скарлет + Оргамика С	36,0	30,8	15,0	48,3	17,1	58,4	22,7	45,8
8. Скарлет + Форсаж	25,0	51,9	10,0	65,5	30,5	25,8	21,8	47,7
9. Систива + Иншур Перформ	25,0	51,9	10,0	65,5	16,3	60,3	17,1	59,2
10. Систива+Иншур Перформ + Форсаж	23,2	55,4	10,0	65,5	13,1	68,1	15,4	63,0
11. Квартет	31,0	40,4	10,0	65,5	19,6	52,3	20,2	52,7
12. Квартет + Форсаж	29,0	44,2	11,0	62,1	8,2	80,0	16,1	62,1
13. Квартет +Оргамика Ф	37,0	28,8	9,0	69,0	16,0	61,1	20,7	53,0
14. Квартет + Оргамика С	47,0	9,6	14,0	51,7	16,0	61,1	25,6	41,0

Из биопрепаратов лучшие показатели за период исследований получены от Оргамики Ф и Оргамики С – 34,1 и 36,0%. Биологическая эффективность протравителя Скарлет составила 46,0, а смеси «Скарлет + Оргамика Ф» - 47,9 %. Эффективность смеси «Систива + Иншур Перформ» была 59,2, а при добавлении удобрения Форсаж – 63,0%.

Заметна тенденция роста эффективности у смеси «Квартет + Форсаж» в сравнении с вариантом «Квартет». В то же время, при добавлении к инсектофунгициду Квартет биопрепаратов Оргамика Ф и Оргамика С» она снижалась.

В условиях 2018 года существенный рост урожайности зерна к контролю получен от смесей «Систива + Иншур Перформ + Форсаж» и «Квартет + Оргамика С», соответственно 0,36 и 0,42 т/га (таблица 3).

Таблица 3. Влияние предпосевной обработки семян на урожайность зерна ячменя сорта Беатрис, т/га

Вариант защиты	Норма расхода препарата, л, кг/т	Год			Среднее
		2018	2019	2020	
1. Контроль	-	2,82	4,49	5,34	4,22
2. Псевдобактерин-3	0,2	3,11	4,32	5,37	4,27
3. Оргамика Ф	1,0	3,04	4,38	5,68	4,37
4. Оргамика С	0,2	2,61	4,37	5,56	4,18
5. Скарлет	0,35	3,00	4,47	5,49	4,32
6. Скарлет + Оргамика Ф	0,35 + 1,0	2,95	4,46	5,50	4,30
7. Скарлет + Оргамика С	0,35 + 0,2	2,52	4,64	5,23	4,13
8. Скарлет + Форсаж	0,35 + 1,0	2,94	4,54	5,26	4,25
9. Систива + Иншур Перформ	0,75 + 0,5	2,73	5,10	5,83	4,55
10. Систива + Иншур Перформ + Форсаж	0,75+0,5+1,0	3,18	5,00	5,56	4,58
11. Квартет	1,2	2,99	4,50	5,74	4,41
12. Квартет + Форсаж	1,2 + 1,0	3,1	4,60	5,75	4,48
13. Квартет + Оргамика Ф	1,2 + 1,0	3,04	4,52	5,43	4,33
14. Квартет + Оргамика С	1,2 + 0,2	3,24	4,62	5,46	4,44
НСР ₀₅		0,30	0,27	0,33	0,30

В условиях 2019 г. получен существенный рост урожайности от смесей «Систива + Иншур Перформ» и «Систива + Иншур Перформ + Форсаж», соответственно, на 0,61 и 0,51 т/га. На фоне высокой урожайности ячменя в 2020 году достоверные прибавки получены от биопрепарата Оргاميки Ф (0,34), смеси фунгицидов «Систива + Иншур Перформ (0,49), препарата Квартет и смеси «Квартет + Форсаж», 0,4 и 0,41 т/га.

В среднем за 2018-2020 гг. достоверные прибавки урожайности зерна к уровню контроля получены от применения смесей «Систива + Иншур Перформ» и «Систива + Иншур Перформ + Форсаж». Также, отмечена тенденция увеличения урожая зерна на вариантах с инсектофунгицидным препаратом Квартет.

Заключение

Средний уровень развития обыкновенной корневой гнили ячменя сорта Беатрис в фазу кущения за годы исследований составил 24,2 в молочную спелость 40,7%. Биологическая эффективность препаратов и баковых смесей в фазу кущения варьировала от 15,8 (биопрепарат Оргاميки С) до 81,2% - баковая смесь «Систива + Иншур Перформ + Форсаж», в молочную спелость – от 16,6 (Псевдобактерин-3) до 63,0% (смесь «Систива + Иншур Перформ + Форсаж»). Наибольший показатель эффективности из биопрепаратов в фазе кущения у Оргамики Ф – 27,5, в молочную спелость – у Оргамики С – 36,0%. Но существенного роста урожайности зерна за 2018-2020 г. не получено. Эффективность биопрепаратов сильнее зависела от погодных условий периода вегетации.

В условиях 2018 года достоверные прибавки были от обработки семян смесями «Систива + Иншур Перформ + Форсаж» и «Квартет + Оргاميки С», соответственно 0,36 и 0,42 т/га. В 2019 году рост урожайности от смесей «Систива + Иншур Перформ» и «Систива + Иншур Перформ + Форсаж», составил 0,61 и 0,51 т/га. В 2020 году достоверные прибавки получены от биопрепарата Оргاميки Ф (0,34), смеси фунгицидов «Систива + Иншур Перформ (0,49), препарата Квартет и смеси «Квартет + Форсаж», 0,4 и 0,41 т/га, что даёт основания рекомендовать данные баковые смеси для использования на пивоваренных сортах ячменя в условиях Омского Прииртышья.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Валиуллин А.Р., Зиганшин А.А., Шибаета О.В., Сафин Р.И. Влияние различных фунгицидов на формирование урожая ярового ячменя // Вестник Казанского ГАУ. 2009. №2 (12). С. 108-110.
2. Гешеле Э.Э. Болезни зерновых культур в Сибири. М., 1956. 127 с.
3. Доронин В.Г., Ледовский Е.Н., Кривошеева С.В. Препараты для предпосевной обработки семян ярового ячменя в южной лесостепи Западной Сибири // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2019. № 2 (55). С. 20-28.
4. Методические указания по государственным испытаниям фунгицидов, антибиотиков и протравителей семян сельскохозяйственных культур / Госхимкомиссия, ВИЗР. М., 1985. 130 с.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 4-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1979. 416 с.
6. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации. 2019 год. Справочное издание // Приложение к журналу «Защита и карантин растений. 2019. №4. 848 с.
7. Земледелие на равнинных ландшафтах и агротехнологии зерновых в Западной Сибири (на примере Омской области) /РАСХН. Сиб. отделение, СибНИИСХ. Новосибирск, 2003. С.254-307.
8. Ткаченко М.Н. Приемы защиты ярового ячменя от гельминтоспориозной корневой гнили и темно-бурой пятнистости листьев в условиях Курганской области: автореф. дис... канд. с.-х. наук. Курган: КГАУ, 2004. 20 с.

PROTECTION OF CROPS OF LEVERING BARLEY FROM SOIL-SEED INFECTIONS UNDER THE CONDITIONS OF THE OMSK IRRTYSH REGION

E.N. Ledovsky, Y.F. Molod

FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk, e-mail: ledovskii@anc55.ru

For the conditions of the region, there is not enough information on the effectiveness of modern chemical and biological preparations against barley root rot. The purpose of scientific research conducted in 2018-2020. – to study the biological effectiveness of fungicides, disinfectants, biological products and tank mixtures for spring barley in the southern forest-steppe of Western Siberia. Main objectives: to determine the biological effectiveness of modern drugs in the crops of barley variety Beatrice, to study their effect on grain yield. The studies were carried out in short-term field experiments. The area of the plot is 25 m², the repetition is four times, the placement of options is systematic.

Key words: spring barley, plant diseases, fungicides, disinfectants, biological efficiency, grain yield.

БИОИНДИКАЦИЯ ВОДЫ НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ПЕННАТНЫМ ДИАТОМЕЯМ

В.В. Михайлов, кандидат биол. наук

ФГБНУ "Омский АНЦ", г. Омск, e-mail: slava.mikhaylov.1989@mail.ru

В 2016–2017 гг. в Новосибирском водохранилище обнаружено 135 видов пеннатных диатомей из 43 родов. Качество воды в 2016–2017 гг. по показателям сапробности пеннатных диатомовых водорослей в верхней и средней частях водохранилища соответствовало категории «чистая» (2016 г.), кроме 2017 г., где она была «загрязненной», а в нижней зоне и в Бердском заливе – «загрязненная».

Ключевые слова: пеннатные диатомовые водоросли, качество воды, индикаторы сапробности, фитопланктон, Новосибирское водохранилище.

Метод биоиндикации, где индикатором является фитопланктон, который первым реагирует на изменения в водных экосистемах, широко используется для проведения оценки качества воды водных объектов [1].

Диатомовые водоросли, в том числе и пеннатные, благодаря высокой чувствительности к содержанию веществ-загрязнителей в воде, являются индикаторами антропогенного загрязнения водоемов [2].

Новосибирское водохранилище площадью 1098 км² является крупнейшим в Западной Сибири, основное предназначение которого в настоящее время – обеспечение питьевого водоснабжения населения г. Новосибирска. Вследствие чего качество его вод должно соответствовать санитарно-гигиеническим нормативам [3, 4].

Каждый гидробионт может обитать в различных условиях загрязненности среды органическими веществами, которая определяется его зоной сапробности, где он используется в качестве индикатора качества воды [5].

Целью данной работы является оценка качества воды частей Новосибирского водохранилища по показателям сапробности обнаруженных в фитопланктоне пеннатных диатомовых водорослей на основе их встречаемости в определенной зоне водоема.

Научная статья написана по данным обработки снимков створок диатомовых водорослей, полученных в Институте водных и экологических проблем СО РАН (г. Барнаул) на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) Hitachi S 3400N при обследовании 12 количественных проб фитопланктона.

Их отбор осуществлялся в августе 2016 и 2017 гг. с 7 створок, характеризующих все части акватории Новосибирского водохранилища: верхнюю (Камень-на-Оби, Малетино), среднюю (Чингис), нижнюю (Быстровка, Верхний бьеф) и Бердский залив (Речкуновка и Агролес) (рис. 1) [6].



Рисунок 1 – Карта–схема расположения гидробиологических створов Новосибирского водохранилища: 1 – Камень-на-Оби; 2 – Дресвянка; 3 – Малетино; 4 – Спирино – Чингисы; 5 – Ордынское – Нижняя Каменка; 6 – Боровое – Быстровка; 7 – Ленинское – Сосновка, 8 – Бердский залив, Агролес; 9 – Бердский залив, Речкуновка; 10 – верхний бьеф плотины Новосибирской ГЭС.

Пробы фитопланктона каждого из створов перед сжиганием интегрировали, объединив различные горизонты отбора: поверхность, дно и различные глубины фотического слоя: 0,5S, 1S, 2S (S – прозрачность воды по диску Секки).

От органического вещества и хлоропластов створки диатомей освобождали, используя метод холодного сжигания [7]. Идентификацию пеннатных диатомей производили по определителям [8–12]. Показатели сапробности видов-индикаторов брали из работ [13, 14].

В Новосибирском водохранилище в 2016–2017 гг. идентифицировано 135 видов пеннатных диатомей, включающих следующие рода: *Fragilaria* – 5, *Pseudostaurosira* – 1, *Staurosira* – 2, *Staurosirella* – 1, *Hannaea* – 1, *Ulnaria* – 2, *Eunotia* – 3, *Platessa* – 2, *Anomoeoneis* – 1, *Cymbella* – 6, *Cymbopleura* – 2, *Encyonema* – 3,

Gomphonema – 11, Placoneis – 1, Reimeria – 1, Gomphonella – 1, Achnanthidium – 4, Eucocconeis – 1, Lemnicola – 1, Planothidium – 1, Psammothidium – 3, Cocconeis – 5, Brachysira – 1, Neidium – 1, Sellaphora – 4, Diploneis – 2, Caloneis – 1, Gyrosigma – 3, Hippodonta – 1, Navicula – 13, Craticula – 1, Stauroneis – 2, Amphora – 7, Epithemia – 3, Rhopalodia – 1, Hantzschia – 1, Nitzschia – 13, Tryblionella – 6, Entomoneis – 1, Cymatopleura – 1, Iconella – 2, Surirella – 6, Navigeia – 1, Placogeia – 1 [15] (список родов составлен согласно [16])

По показателям сапробности пеннатных диатомей и их встречаемости в различных частях (зонах) Новосибирского водохранилища можно оценить качество его вод.

Если в зоне водоема преобладают обитатели загрязненных и грязных вод (β , β - α , α - β), а также при равенстве широкополерантных видов (χ - β , α - β , β - α , α - α) и видов загрязненных вод, то вода относится к категории – «загрязненная», виды с широкой степенью толерантности – «удовлетворительной чистоты», виды чистых вод (χ , α , χ - α , α - χ) – «чистая».

В верхней и средней частях в 2016 году лидируют обитатели чистых вод, в нижней зоне и Бердском заливе – представители, живущие в загрязненной и грязной воде (табл. 1).

Таблица 1. Распределение пеннатных водорослей по зонам сапробности (по их количеству) по частям Новосибирского водохранилища в 2016 г.

Показатели сапробности	Верхняя часть	Средняя часть	Нижняя часть	Бердский залив
χ	3	2	0	2
α - χ , α - χ	4	2	1	1
α	10	3	1	2
χ - β	1	1	0	0
α - β , β - α	8	1	0	1
α - α	6	2	1	2
β	2	0	0	1
β - α , α - β	6	5	1	2

Примечание: показатели сапробности: χ – ксеносапробная; χ - α – ксено-олигосапробная; α - χ – олиго- ксеносапробная; α – олигосапробная; χ - β – ксено-бета-сапробная; α - β – олиго- бета-мезосапробная; β - α – бета-олигосапробная; α - α – олиго-альфа-мезосапробная; β – бета-мезосапробная; β - α – бета-альфа-мезосапробная; α - β – альфа-бета-мезосапробная зона.

Качество воды по показателям сапробности пеннатных диатомовых водорослей в 2016 году в верхней и средней частях

водохранилища соответствовало категории «чистая», а нижней в Бердском заливе – «загрязненная».

В 2017 году во всех частях водоема и в Бердском заливе преобладали обитатели загрязненных и грязных вод, кроме нижней, где их количество совпадает с широкотолерантными видами (табл. 2).

Таблица 2. Распределение пеннатных водорослей по зонам сапробности (по их количеству) по частям Новосибирского водохранилища в 2017 г.

Показатели сапробности	Верхняя часть	Средняя часть	Нижняя часть	Бердский залив
χ	4	5	3	2
о- χ , о- χ	7	5	5	5
о	7	6	4	3
χ - β	2	2	1	1
о- β , β -о	10	6	8	4
о- α	3	4	3	4
β	1	2	2	1
β - α , α - β	10	5	4	4

Качество воды по показателям сапробности пеннатных диатомовых водорослей в 2017 году во всех зонах водохранилища и в Бердском заливе относилось к категории – «загрязненная».

При сравнении 2016 и 2017 гг. качество воды ухудшается с «чистой» до «загрязненной», связанной с климатическими особенностями и водностью этих лет [15].

Оценка качества воды, определенная в 2016 и 2017 гг. по показателям сапробности пеннатных диатомей соответствует качеству вод, определенных для этих частей водохранилища по биомассе фитопланктона [17] согласно комплексной экологической классификации вод [18], кроме средней, нижней в 2016 г. и верхней и нижней частях в 2017 г.

В 2016–2017 гг. в Новосибирском водохранилище обнаружено 135 видов пеннатных диатомей из 43 родов, которые представлены обитателями чистых вод, широкотолерантных видов, загрязненных и грязных вод. Качество воды в 2016–2017 гг. по показателям сапробности пеннатных диатомовых водорослей в верхней и средней частях водохранилища соответствовало категории «чистая» (2016 г.), кроме 2017 г., где она была «загрязненной», а в нижней зоне и в Бердском заливе – «загрязненная».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баженова О.П. Фитопланктон Верхнего и Среднего Иртыша в условиях зарегулированного стока. Омск: ОмГАУ, 2005. 248 с.
2. Петров А.Н., Неврова Л.Е., Малахова Л.В. Многомерный анализ распределения бентосных диатомовых водорослей (Bacillariophyta) в поле градиентов абиотических факторов в Севастопольской бухте (Черное море, Крым) // Морьский экологічний журнал. 2005. № 3. С. 65–77.
3. Влияние абиотических и трофических факторов на суточную горизонтальную миграцию зоопланктона в литоральной зоне водохранилища / Н.И. Ермолаева [и др.] // Биология внутренних вод. 2019. № 4. С. 50–59.
4. Михайлов В.В., Баженова О.П. Обилие, структура и распределение фитопланктона Новосибирского водохранилища летом 2015 г. // Экология и управление природопользованием: сборник научных трудов Первой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (г. Томск, 24–25 ноября 2016 г.). Томск, 2017. С. 133–135.
5. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.
6. Многолетняя динамика водно-экологического режима Новосибирского водохранилища / В.М. Савкин [и др.]. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. 393с.
7. Баллонов И.М. Подготовка водорослей к электронной микроскопии // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975 С. 87–90.
8. Определитель диатомовых водорослей России / М.С. Куликовский [и др.]. Ярославль: Филигрань, 2016. 803 с.
9. Krammer, K. Bacillariophyceae. 1 Teil: Naviculaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. – Bd. 2 / K. Krammer, H. Lange-Bertalot. – Jena: Gustav Fischer Verlag, 1986. – 876 s.
10. Krammer K., Lange-Bertalo H. Bacillariophyceae. 2 Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. – Bd. 2. – Jena: Gustav Fischer Verlag, 1988. 596 s.
11. Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. 4 Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. Gesamtliteraturverzeichnis. Süßwasserflora von Mitteleuropa. – Bd. 2. Jena: Gustav Fischer Verlag, 1991a. 434 s.
12. Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. 3 Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotracheae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. – Bd. 2. Jena: Gustav Fischer Verlag, 1991b. 576 s.
13. Баринаова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Водоросли-индикаторы в оценке качества окружающей среды. Москва: ВНИИприроды, 2000. 150 с.
14. Баринаова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив: Pilies Studio, 2006. 498 с.
15. Михайлов В.В. Оценка современного экологического состояния Новосибирского водохранилища по показателям развития фитопланктона: автореф. на соиск. ученой степ. канд. биол. наук: 06.06.01 – биологические науки. Тюмень, 2020. 16 с.

16. Guiry M.D. AlgaeBase. World-wide electronic publication [Electronic resource] / M. D. Guiry, G. M. Guiry. National University of Ireland, Galway. Access mode: <http://www.algaebase.org>. – (Accessed: 12.08.2022).

17. Михайлов В.В., Баженова О.П. Оценка качества вод Новосибирского водохранилища по показателям развития фитопланктона, обилие и особенности его распределения [Электронный ресурс] // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета: электрон. науч. журн. 2019. № 1. С. 11-21.

18. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши / О. П. Оксийук [и др.] // Гидробиологический журнал. 1993. № 4. С. 62–76.

BIONDICATION OF WATERS OF THE NOVOSIBIRSK RESERVOIR BY PENNATE DIATOMS

V.V. Mikhailov

*FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk,
e-mail: slava.mikhaylov.1989@mail.ru*

In 2016–2017 135 species of pennate diatoms from 43 genera were found in the Novosibirsk Reservoir. Water quality in 2016–2017 in terms of saprobity of pennate diatoms in the upper and middle parts of the reservoir, it corresponded to the “clean” category (2016), except for 2017, where it was “polluted”, and in the lower zone and in the Berd Bay it was “polluted”.

Keywords: pennate diatoms, water quality, saprobity indicators, phytoplankton, Novosibirsk reservoir.

УДК 633.16:631.8 (571.1)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Ю.О. Пугачева,

А.Ю. Тимохин, кандидат с.-х. наук,

В.С. Бойко, доктор с.-х. наук

ФГБНУ "Омский АНЦ", г. Омск, e-mail: timokhin@anc55.ru

Показана эффективность применения некорневых подкормок при выращивании ярового ячменя в южной лесостепи Западной Сибири. Сочетание основного внесения умеренных доз минеральных удобрений (N30-60P60) и некорневых подкормок карбамидом способствовало реализации высокого биологического потенциала ярового ячменя.

Ключевые слова: ячмень яровой, некорневая подкормка, урожайность, минеральные удобрения.

Ячмень (*Hordeum vulgare* L.) выращивается почти во всех частях мира и занимает четвертое место после пшеницы, кукурузы и риса. Зерно ячменя используется в промышленности, а также для

потребления человеком и в кормлении животных [1, 2]. Ячмень может расти в неблагоприятных агроклиматических условиях из-за его способности переносить умеренный уровень стресса, связанный с засухой [3, 4]. Высокая урожайность ячменя в более засушливых условиях во многом обусловлена более ранним началом цветения и созревания, а также быстрыми темпами развития листового покрова и роста корней в начале вегетации [5, 6]. Это приводит к снижению потерь воды при испарении с поверхности почвы и позволяет эффективно использовать влагу для производства надземной биомассы.

Неэффективные методы управления почвенными ресурсами могут привести к ухудшению качества почвы и окружающей среды, а также к снижению урожайности сельскохозяйственных культур [7-9]. Поэтому в современных технологиях возделывания зерновых культур наряду с использованием современных адаптивных сортов, большая роль отводится оптимизации питания растений [10-12]. Фолиарная обработка современными препаратами позволяет сбалансировать питание растений в засушливых условиях и стабилизировать производство высококачественного зерна [13, 14].

Исследования по изучению отзывчивости ярового ячменя сорт Омский 99 на различные условия минерального питания и применения внекорневых подкормок в южной лесостепи Западной Сибири проводились в 2020-2021 гг. на базе восьмипольного севооборота лаборатории полевого кормопроизводства ФГБНУ «Омский АНЦ» (учетная площадь делянки – 36 м², повторность 3-х кратная).

Почва под опытом – лугово-черноземная, тяжелосуглинистая, среднеспелая, среднегумусная. Исходное содержание нитратного азота – среднее, подвижного фосфора и калия (по Чирикову) в контрольном варианте – среднее и высокое соответственно [15]. Наименьшая влагоемкость почвы (НВ) для слоя 0-0,6 м – 184 мм, для слоя 0-1,0 м – 297 мм [16].

В опыте изучались следующие факторы: А – фосфорные удобрения (Р₀ и Р₆₀); В – азотные удобрения (N₀, N₃₀ и N₆₀); С – некорневая подкормка (без НП и НП). Такая схема опыта позволяет смоделировать различные условия минерального питания ячменя в сравнении с вариантом естественного плодородия почвы (контроль) (рис. 1).



Рисунок 1 – Схема опыта (одна повторность из трёх)

Фосфорсодержащие удобрения (аммофос, P₆₀) и азотные (аммиачная селитра – N₃₀₋₆₀) вносились локально в соответствующих вариантах под предпосевную культивацию. Некорневые подкормки ярового ячменя проводились в фазы «кущение» и «колошение» баковой смесью карбамида (8 кг/га) с аминокислотным биостимулятором Биостим Зерновой (1 л/га). Опрыскиватель ОП-2500, норма расхода рабочего раствора 200 л/га.

Норма посева ячменя – 5,5 млн. шт./га. Посев проводился 19-20 мая, сеялка СУЗТ-3,6. Предшественник – соя. Для снижения засоренности посевы ячменя обрабатывались баковой смесью Примадонна (0,5 л/га) + Овсяген Супер (0,5 л/га) + Гранат (5 г/га).

Содержание общей влаги в почве перед посевом культуры слабо зависело от фона обеспеченности подвижным фосфором и составляло 177-178 мм или 96 % НВ в слое 0-0,6 м, 283-286 мм или 95 % НВ в слое 0-1,0 м (табл. 1).

Таблица 1. Содержание общей влаги в почве полевого опыта перед посевом ячменя, 2020-2021 гг.

Слой почвы, м	Некорневая подкормка (С)				Среднее	
	без НП		НП			
	мм	%НВ	мм	%НВ	мм	%НВ
0-0,6	177	96	178	96	178	96
0-1,0	286	96	283	95	285	96

В течение вегетационного периода влажность почвы находилась в интервале от 70 % НВ до НВ. В таком интервале влага в полной мере доступна растениям, что обеспечивает нормальные условия для роста и развития ячменя, не ограничивая реализацию потенциала продуктивности культуры (рис. 2).

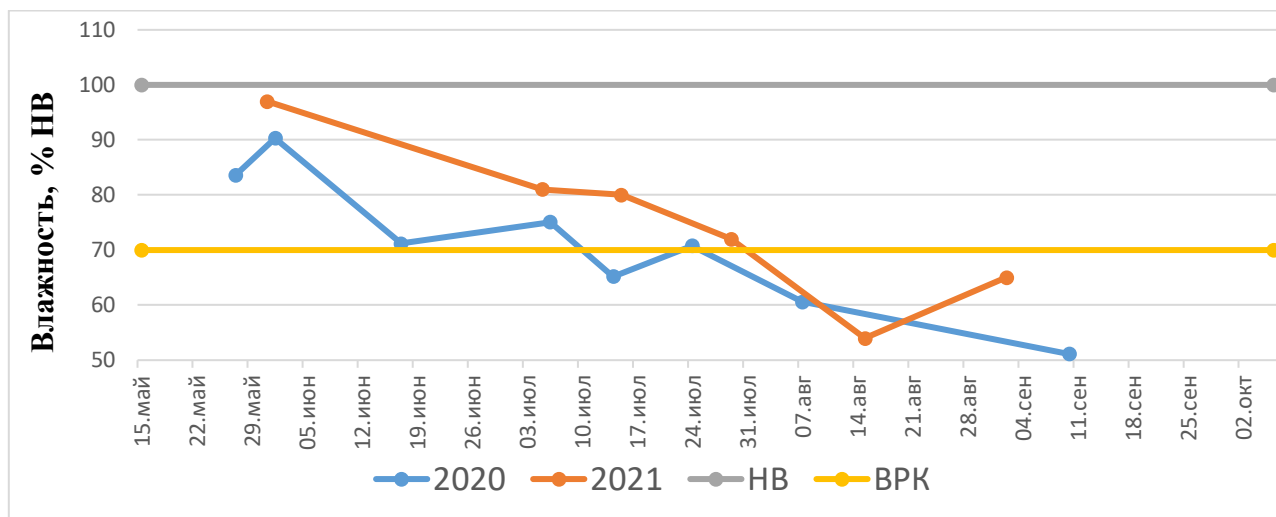


Рисунок 2 – Изменение содержания общей влаги в метровом слое почвы под посевами ячменя

В условиях южной лесостепи Западной Сибири ячмень яровой положительно реагировал на оптимизацию азотно-фосфорного питания. Достоверный рост урожайности обеспечивался как за счет предпосевного внесения азотных и фосфорных удобрений, так и сочетания их с некорневыми подкормками. В среднем по фактору А допосевное внесение P_{60} повышало урожайность на 1,64 т/га или 51 % (табл. 2). В данном случае основное внесение 1 кг д.в. фосфора окупалось дополнительным сбором 27 кг зерна.

Таблица 2. Урожайность зерна ярового ячменя в зависимости от изучаемых факторов, т/га, 2020-2021 гг.

Варианты		Некорневая подкормка (С)		Среднее по фактору		
фосфор (А)	азот (В)	без НП	НП	А	В	
Р ₆₀	N ₆₀	4,67	5,79	4,87	4,30	
	N ₃₀	4,62	4,79			
	N ₀	4,69	4,63		3,96	
Р ₀	N ₆₀	3,26	3,50	3,23		3,88
	N ₃₀	2,92	3,51			
	N ₀	3,03	3,18			
Среднее, С		3,86	4,24			
НСР ₀₅ : А –0,26 ; В – 0,32; С – 0,36; для частных средних – 0,89						

Азотные удобрения на ячмене были менее эффективны, возможно, за счет посева после зернобобовой культуры. Достоверное увеличение урожайности отмечалось за счет внесения N_{60} с 3,88 до 4,30, или на 11%.

Применение некорневых подкормок способствовало увеличению урожайности с 3,86 до 4,24 т/га зерна или на 10%. Сочетание изучаемых факторов повышало сбор зерна с 3,03 до 5,79 т/га, или на 91%.

Таким образом, реализация высокого биологического потенциала ярового ячменя обеспечивается применением умеренных доз минеральных удобрений ($N_{30-60}P_{60}$) в сочетании с защитой посевов от сорняков, что увеличивает сбор зерна до 3,89 т/га и более.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бойко В.С., Тимохин А.Ю., Хасеинов Т.М. Ячмень яровой в орошаемых агроценозах лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2016. № 3. С. 35-37.
2. Влияние комплексного применения удобрений и биопрепаратов на эффективное плодородие чернозема выщелоченного и продуктивность ячменя / Н.Н. Шулико [и др.] // Агрохимия. 2019. № 2. С. 13-20.
3. Агробιοлогическая характеристика многорядного сорта ярового ячменя Омский 99 // Н.И. Аниськов [и др.] // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2017. № 1 (42). С. 15-23.
4. Screening barley varieties tolerant to drought stress based on tolerant indices / A. Saed-Moucheshi [at al] // Journal of Plant Nutrition. 2022. Vol. 45 (5). PP. 739-750. doi: 10.1080/01904167.2021.1963773
5. Агроэкологические особенности возделывания ячменя в лесостепи Западной Сибири / Л.В. Юшкевич [и др.] // Плодородие. 2019. № 4. С. 42–46. doi: 10.25680/S19948603.2019.109.14.
6. Киян Н.Г., Жаркова С.В., Манылов О.В. Сравнительная оценка сортов ячменя ярового в условиях лесостепи Приобья Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. № 4(186). С. 34-40.
7. Soil Quality: A Concept, Definition, and Framework for Evaluation (A Guest Editorial) / D.L. Karlen [at al] // Soil Science Society of America Journal. 1997. Vol. 61. PP. 4-10. doi: [10.2136/sssaj1997.03615995006100010001x](https://doi.org/10.2136/sssaj1997.03615995006100010001x)
8. Тимохин А.Ю. Отзывчивость зернобобовых культур на различный уровень минерального питания при орошении в лесостепи Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 5. С. 10-12.
9. Якименко В.Н., Конарбаева Г.А., Бойко В.С., Тимохин А.Ю. Экологическая оценка содержания тяжелых металлов в почвах агроценозов Западной Сибири // Экология и промышленность России. 2020. Т. 24. № 12. С. 52-57. doi: 10.18412/1816-0395-2020-12-52-57.
10. Доронин В.Г., Ледовский Е.Г., Кривошеева С.В. Препараты для предпосевной обработки семян ярового ячменя в южной лесостепи Западной Сибири // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2019. № 2(55). С. 20-28. doi: 10.34655/bgsha.2019.55.2.003.
11. Якименко В.Н., Конарбаева Г.А., Бойко В.С., Тимохин А.Ю. Изменение содержания фтора в почвах лесостепи Западной Сибири при их сельскохозяйственном использовании // Агрохимия. 2020. № 4. С. 38-46.
12. Юшкевич Л.В., Штро Е.В. Пивоваренный ячмень в Омском Прииртышье: монография. Омск: ФГБНУ «Омский АНЦ», 2021. 156 с.
13. Санина Н.В., Глуховцев В.В. Особенности использования удобрений нового поколения в технологиях возделывания ярового ячменя в засушливых условиях среднего Поволжья // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 3. С. 3-6.

14. Применение ростостимуляторов при возделывании яровой мягкой пшеницы / Н.А. Воронкова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 10. С. 73-77. doi: 10.24411/0235-2451-2020-11011.

15. Бойко В.С., Гавар С.П., Морозова Е.Н., Тимохин А.Ю. Фосфатный режим длительно орошаемой лугово-черноземной почвы в лесостепи Западной Сибири // Агрохимия. 2015. № 3. С. 10-16.

16. Усовершенствование системы земледелия на мелиорируемых землях Омской области. Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е.А., 2018. 32 с.

EFFICIENCY OF BARLEY PLANT TREATMENT WITH LIQUID FERTILIZERS IN THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA

Yu.O. Pugacheva, A.Yu. Timokhin, V.S. Boiko

FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk, e-mail: 55asc@bk.ru

The efficiency of treatment of barley plants with liquid fertilizers in the southern forest-steppe of Western Siberia is shown. The combination of the main application of moderate doses of mineral fertilizers (N30-60P60) and foliar top dressing with carbamide contributed to the realization of the high biological potential of spring barley.

Keywords: spring barley, foliar feeding, productivity, mineral fertilizers.

УДК 631.46:633.34

ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИЗАЦИИ НА РАЗВИТИЕ СИМБИОТИЧЕСКОГО АППАРАТА СОИ НА ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЕ

Л.Т. Солдатова

ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, soldatova@anc55.ru

На основе полевых и лабораторных исследований дана оценка действия инокуляции биопрепаратом Ризоторфин на развитие симбиотического аппарата различных сортов сои на лугово-черноземной почве в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Ключевые слова: соя, Ризоторфин, клубеньки, симбиотический аппарат, активный симбиотический потенциал.

Биологическая фиксация азота – одна из важнейших проблем современного земледелия, предполагающая обогащение почвы органическим веществом, укрепление ее энергетики, повышение продуктивности и качества растениеводческой продукции. Важная роль в осуществлении этих задач принадлежит процессу вовлечения ресурсов биологического азота бобовыми растениями путем симбиотической азотфиксации [4,6]. Поступление биологического

азота в конкретный агроценоз определяется эффективным симбиозом бобовых культур с клубеньковыми бактериями и зависит от генотипа растения-хозяина, количественного и качественного состава diaзотрофов, а также обусловлено гидротермическими условиями, свойствами почвы, применяемой агротехникой и др. [5].

Цель исследований заключалась в выявлении действия биопрепарата Ризоторфин на развитие симбиотического аппарата сои на лугово-черноземной почве в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Материалы и методы исследований

В качестве объекта исследований были использованы 3 сорта сои: Сибирячка, Заряница и Миляуша. Исследования проводились на опытных полях лаборатории селекции зернобобовых культур ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», расположенном в зоне южной лесостепи Западной Сибири (г. Омск, Россия). Почва опытного участка – лугово-черноземная среднесиловатая тяжелосуглинистая, с пахотным горизонтом 22 см, содержанием гумуса 7,5 %, суммой поглощенных оснований 31 мг*экв/г, рН_{сол} 6,5 (по данным лаборатории агрохимии Омского аграрного научного центра). По результатам исследований было выявлено, что в 2021 г. запасы продуктивной влаги в почве соответствовали градации «удовлетворительная». Обеспеченность верхнего 40 сантиметрового слоя почвы нитратным азотом весной перед посевом была низкой (по Грандваль-Ляжу), обеспеченность пахотного слоя почвы подвижным фосфором - повышенная, обменным калием – высокая (по Чирикову).

По данным Гидрометеорологического центра (рис. 1) в черте г. Омска условия 2021 г. отличались контрастностью, с повышенными температурами и небольшим количеством выпавших осадков.

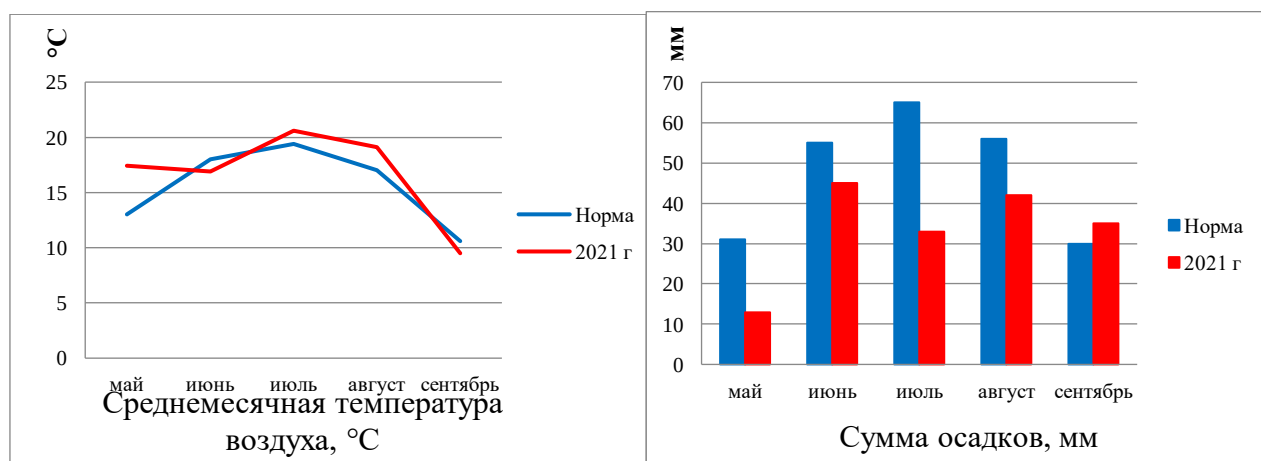


Рис. 1 – Гидротермические условия вегетационного периода в 2021 г.

Полевой опыт был заложен на делянках площадью 10 м², повторность опыта 4-х кратная, предшественник – 2-я культура после пара. Норма высева – 0,8 млн всхожих зерен на гектар. Агротехника в опыте – общепринятая для зоны южной лесостепи Западной Сибири. Варианты опыта: семена сои без инокуляции; обработка семян Ризоторфином штамм ВР 835. Ризоторфин – препарат для предпосевной обработки семян бобовых. Представляет собой препарат высокоэффективных клубеньковых бактерий из рода *Rhizobium*, выращенных на торфяном субстрате, обогащенном углеводами, минеральными веществами, витаминами и микроэлементами на специально приготовленном торфяном материале-носителе. Инокуляция семян проводилась в день посева.

Расчет симбиотической активности проводили по методике Г.С. Посыпанова (1983). Статистическая обработка результатов проводилась по методике Б.А. Доспехова.

Результаты исследований

При оценке эффективности симбиоза обычно используют показатели двух признаков – число клубеньков и их масса – определяемых в пик образования клубеньков. Соя благодаря своей способности накапливать азот посредством симбиоза с клубеньковыми бактериями и усваивать фосфор из труднорастворимых соединений положительно воздействует на эффективное плодородие почвы, повышает иммунитет растения и помогает пережить ему неблагоприятный период (табл. 1) [2,7].

Таблица 1. Влияние бактеризации на развитие симбиотического аппарата в различные фазы онтогенеза растений сои, 2021 г.

Сортообразец	Количество клубеньков, шт/растение		Масса клубеньков, мг/растение	
	бутонизация	цветение	бутонизация	цветение
Сибирячка К	20,4	24,2	175,0	302,0
Сибирячка ВР 835	24,1*	25,7*	212,3*	353,0*
Заряница К	14,1	16,0	128,5	160,4
Заряница ВР 835	13,5	18,3*	148,0*	170,6*
Миляуша К	12,8	17,4	128,0	161,5
Миляуша ВР 835	17,9*	19,6*	143,0*	203,3*
Среднее	17,1	20,2	155,8	225,1
НСР _{0,5}	0,7	0,9	7,1	9,6

Примечание. К – контроль; ВР 835 – ризоторфин штамм ВР 835; * - достоверно при $P = 0,05$

Использование изучаемыми сортами сои симбиотически фиксированного азота, судя по приросту количества и массы клубеньков, позволяет в целом заметно улучшить их режим питания этим элементом по сравнению с контролем. Уровень клубенькообразования у сои варьировал как по сортам, так и по фазам развития. У сортов Сибирячка и Миляуша, вне зависимости от варианта, и количество, и масса клубеньков с достоверным превышением отмечено в оба срока наблюдения, у сорта Заряница максимум клубенькообразования отмечен в фазу цветения. Наибольшей численностью клубеньков (25,7 шт./растение), как и их массой (353,0 мг/растение) характеризовался инокулированный сорт Сибирячка в фазу цветения.

Активный симбиотический потенциал (АСП) – учитывает массу активных клубеньков и продолжительность их функционирования, и рассчитывается по формуле: $АСП = \text{масса клуб-в жив. ед. } S \times \text{продолжительность периода [1]}$.

Таблица 2. Влияние бактеризации на формирование активного симбиотического потенциала в различные фазы онтогенеза растений сои, 2021 г.

Сортообразец	Бутонизация		Цветение	
	К	ВР 835	К	ВР 835
Сибирячка	1203,7	1443,6*	3187,0	4320,7*
Заряница	878,1	959,5*	1584,0	1860,5*
Миляуша	754,2	925,6*	1514,2	1948,8*
Среднее	945,3	1109,6*	2095,1	2710,0*
НСР _{0,5}	48,4		115,2	

Примечание. К – контроль; ВР 835 – ризоторфин штамм ВР 835; * - достоверно при $P = 0,05$

АСП характеризовался значительным увеличением от фазы бутонизации к фазе цветения, именно в эту фазу отмечено его максимальное значение. В фазу бутонизации в среднем по сортам в варианте с инокуляцией показатель составил 1109,6 превышение над контролем составило 164,3 кг·сут./га. Сортные различия по образованию симбиотического аппарата у растений сои свидетельствуют о преимуществе сорта Сибирячка в варианте с инокуляцией.

В фазу цветения величина АСП в среднем по сортам в варианте с инокуляцией составила 2710,0 кг·сут./га (+614,9 к контролю).

Наибольший эффект от обработки Ризоторфином отмечен у сорта Сибирячка - 4320,72 кг·сут./га (+1133,7 кг·сут./га к контролю).

Заключение

Выявлено положительное влияние предпосевной обработки семян сои Ризоторфином. Уровень клубенькообразования у сои варьировал как по сортам, так и по фазам развития. Максимальное значение количества и массы клубеньков отмечено в фазу цветения, а наибольшей их величиной характеризовался сорт Сибирячка в варианте с инокуляцией. Наибольшая величина АСП установлена в фазу цветения, именно в этот период клубеньки наиболее активны. Максимальные значения показателя с достоверным превышением были также характерны для сорта Сибирячка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вавилов П.П., Посыпанов Г.С. Бобовые культуры и проблема растительного белка. М.: Россельхозиздат, 1983. 256 с.
2. Кадермас И.Г., Поползухина Н.А., Глуховская Н.А. Оценка адаптивности сортов сои к агроэкологическим факторам южной лесостепи Западной Сибири // Экологические чтения – 2022: XIII Национальная научно-практическая конференция (с международным участием). Омск, 2022. С. 160-163.
3. Каманина Л.А. Симбиотические и продукционные процессы в посевах сои на различных агрофонах в условиях Приамурья: автореф. на соиск. ученой степени канд. с.-х. наук: 06.01.09 – овощеводство. Благовещенск, 2005. 22 с.
4. Мишустин Е.Н., Шильников В.К. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс. М.: Наука, 1973. 149 с.
5. Особенности формирования симбиотического аппарата и урожайность гороха посевного в контрастных метеорологических условиях Е.Н. Озякова [и др.] // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2011. № 3 (3). С. 3-7.
6. Умаров М.М. Роль микроорганизмов почв в балансе азота в биосфере // Почвы – национальное достояние России: материалы IV съезда Докучаевского общества почвоведов (Новосибирск, 9-13 августа 2004 г.). Кн. 1. Новосибирск: «Наука-центр», 2004. С. 373-375.
7. Щегорец О.В. Соеводство: учебное пособие. Благовещенск: ООО «Издательская компания «РИО», 2004. 432 с.

INFLUENCE OF BACTERIZATION ON THE DEVELOPMENT OF THE SOYBEAN SYMBIOTIC APPARATUS IN MEADOW-CHERNEOZM SOIL

L.T. Soldatova

FSBSI "Omsk ANC", Omsk, Russia, soldatova@anc55.ru

Annotation. Based on field and laboratory studies, an assessment was made of the effect of inoculation with the biopreparation Rizotorfin on the development of the

symbiotic apparatus of various soybean varieties on meadow-chernozem soil in the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia.

Key words: soybean, Rizotorfin, nodules, symbiotic apparatus, active symbiotic potential.

УДК 633.11 «321»: 631.559:631.95(571.1)

ВЛИЯНИЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Е.Ю. Торопова, доктор биол. наук, профессор

М.П. Селюк, кандидат биол. наук

ФГБОУ ВО "Новосибирский ГАУ", г. Новосибирск,

e-mail: 89139148962@yandex.ru

Представлены данные по влиянию условий года, предшественников, развития корневых гнилей, заселенности почвы конидиями возбудителя гельминтоспориоза, ее засоренности семенами сорняков на биологическую урожайность яровой пшеницы. Разработаны регрессионные уравнения прогноза урожайности в южной лесостепи Западной Сибири. Исследование проводили в 2010-2016 гг. в южной лесостепи Новосибирской и Омской областей.

Ключевые слова: яровая пшеница, урожайность, корневая гниль, регрессия.

Среди фитосанитарных проблем в технологиях возделывания яровой пшеницы особую значимость имеют корневые гнили, которые ежегодно снижают урожайность яровой пшеницы на 25% и более, вызывая изреживание посевов, угнетение роста, нарушение динамики органогенеза растений, ухудшение формирования элементов структуры урожайности, значительное снижение качества продукции [1, 2]. В Западной Сибири около 80% площадей, занятых зерновыми культурами, заселены возбудителями корневых гнилей выше пороговых значений и имеют значительный многолетний запас (банк) семян сорняков в почве [3, 4]. В связи с необходимостью фитосанитарной оптимизации ресурсосберегающих технологий актуальным является изучение основных агроэкологических факторов, определяющих урожайность яровой пшеницы, особенно в засушливых регионах, таких, как южная лесостепь, занимающая 24,7% общей площади пашни в Западной Сибири.

Цель исследования: выявить влияние предшественников, корневых гнилей, заселенности почвы конидиями *Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoem., засоренности почвы семенами сорняков и погодных условий на урожайность яровой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири.

Исследования проводили в южной лесостепной зоне Западной Сибири Новосибирской и Омской областей в 2010 – 2016 гг. В Новосибирской области 2013, 2014 год были влажными ($ГТК > 1$) и 5 лет (2010, 2011, 2012, 2015, 2016) – засушливыми ($ГТК < 1$). В Омской области 2 года (2011, 2013 гг.) были увлажненными ($ГТК > 1$) и 2012 год – засушливым ($ГТК < 1$). В исследованиях использовали общепринятые методы [5].

На современном этапе развития производственных отношений в сельском хозяйстве важно не только получать высокие урожаи яровой пшеницы, но и снижать затраты на производство продукции при сохранении и повышении плодородия почвы. Нами на протяжении четырех лет была определена биологическая урожайность яровой пшеницы по разным предшественникам в технологии No-till в южной лесостепи Новосибирской области

Данные свидетельствуют, что урожайность в значительной мере зависела от предшественника яровой пшеницы. Так, наиболее высокой урожайность была после гороха, она превышала вариант с монокультурой пшеницы на 24,1%.

Анализ элементов структуры урожайности показал, что густота продуктивного стеблестоя в среднем по годам и предшественникам была близка к оптимальному для зоны значению (350-400 экз./м²) во всех вариантах. Наименьшее количество продуктивных стеблей было отмечено по монокультуре пшеницы, оно было ниже варианта с предшественником горох на 17%. Число зерен в колосе составило на всех вариантах около 20 зерен на колос, что составляет оптимум для зоны. Небольшое снижение озерненности колоса было после монокультуры пшеницы, но статистически достоверных различий между предшественниками выявлено не было. Масса 1000 зерен была близкой к потенциалу сорта после всех предшественников, и достоверных различий по вариантам не наблюдалось.

Исследования позволили выявить влияние рапса как предшественника на формирование урожайности яровой пшеницы в южной лесостепи Новосибирской области в технологии прямого посева. Возделывание пшеницы по рапсу обеспечило формирование на достоверно более высоком уровне всех элементов структуры

урожая по сравнению с зерновым предшественником: числа колосьев на – 16,2%, числа зерен в колосе – на 55,6%, массы 1000 зерен – на 8,2%.

Продуктивность яровой пшеницы возрастала в увлажненные годы, поэтому выявлена умеренная положительная связь увлажненности вегетационного периода и биологической урожайности яровой пшеницы при прямом посеве ($r=0,518\pm0,331$).

Дисперсионный анализ данных по двухфакторной схеме позволил установить долю влияния погодных условий вегетационного периода и предшественников на формирование биологической урожайности яровой пшеницы. Продуктивность яровой пшеницы возрастала в увлажненные годы, благоприятные для развития культуры. Доля влияния этого фактора была максимальна – 67,7%. Доля влияния предшественников на формирование урожайности пшеницы при прямом посеве была в 3 раза ниже влияния погодных условий. Такой результат был вполне предсказуем, учитывая экстремальные и неустойчивые по влажности условия южной лесостепной зоны, где влага является основным лимитирующим фактором урожайности сельскохозяйственных культур.

Поражение растений корневыми гнилями приводило к снижению продуктивности яровой пшеницы. Выявлена тесная отрицательная зависимость биологической урожайности от развития корневой гнили ($r=0,789\pm0,201$), заселенности почвы конидиями *B. sorokiniana* ($r=0,876\pm0,169$) и запаса семян сорных растений в почве и урожайностью ($r=0,846\pm0,175$), что говорит о значимости фитосанитарного состояния почвы для реализации продукционного потенциала яровой пшеницы.

Регрессионный анализ позволил составить уравнение зависимости урожайности (Y) от развития корневой гнили (X2) и плотности конидий в почве (X1):

$$Y=39,2 - (0,76\times X2 + 0,04\times X1)$$

Полученное уравнение может использоваться для прогноза урожайности и оценки вредоносности корневой гнили в южной лесостепи Новосибирской области.

Урожайность яровой пшеницы в южной лесостепи Омской области зависела от всех рассмотренных агроэкологических факторов (таблица 1).

По предшественнику пар продуктивность пшеницы была максимальной на всех обработках почвы. С удалением от пара урожайность пшеницы снижалась и была существенно (в 2 раза) ниже после 2-й пшеницы по пару во всех вариантах обработки почвы.

Таблица 1. Урожайность яровой пшеницы по предшественникам, приемам обработки почвы и годам в южной лесостепи Омской области, ц/га

Обработка почвы	Предшественник	2011	2012	2013	Среднее
Отвальная	Пар	37,7	21,4	22,4	27,2
	1-я пшеница по пару	17,4	14,8	16,2	16,1
	2-я пшеница по пару	15,1	9,2	10,8	13,8
Плоскорезная	Пар	22,1	17,6	18,7	19,5
	1-я пшеница по пару	14,2	10,5	12,8	12,5
	2-я пшеница по пару	11,0	6,9	5,2	7,7
Минимально-нулевая	Пар	28,6	15,1	19,4	21,0
	1-я пшеница по пару	16,0	11,6	8,8	12,1
	2-я пшеница по пару	11,1	7,8	6,3	8,4
НСР ₀₅ частных средних 2,75					
Доля влияния факторов: год 17,2%*, предшественник 56,7%***, обработка почвы 10,5%**.					
Уровень значимости ***0,01; *0,05					

Сила влияния предшественников на урожайность составила 56,7%, что выше влияния погодных условий в 3,3 раза. Это отражает более стабильную увлажненность вегетационных сезонов в южной лесостепи Омской области в годы исследований по сравнению с аналогичным регионом Новосибирской области, где влагообеспеченность была основным лимитирующим фактором урожайности яровой пшеницы. Обработка почвы оказывала незначительное по сравнению с погодой и предшественниками влияние на формирование урожайности яровой пшеницы. Некоторое снижение урожайности по всем предшественникам отмечено при переходе от вспашки к плоскорезной обработке и составило 30,5%. При переходе к минимально-нулевой обработке почвы снижение урожайности по сравнению с интенсивной отвальной обработкой было несколько меньше и составило 27,3%.

Выявлена высокая отрицательная корреляционная зависимость между развитием корневой гнили яровой пшеницы и урожайностью ($r=-0,916\pm0,151$), между урожайностью и плотностью конидий *B.sorokiniana* в почве ($r=-0,769\pm0,241$), между запасом семян сорных растений в почве и урожайностью яровой пшеницы ($r=-0,745\pm0,245$), что подтверждает полученные в южной лесостепи Новосибирской области данные о необходимости поддержания благоприятного фитосанитарного состояния почвы для реализации продукционного потенциала яровой пшеницы.

Регрессионный анализ позволил составить регрессионное уравнение зависимости урожайности яровой пшеницы (Y) от развития корневой гнили (X1) в южной лесостепи Омской области:

$$Y=61,84-1,26 \times X1.$$

Это уравнение может быть использовано для определения потерь урожайности от корневых гнилей и оценки вредоносности болезни.

Были также получены уравнения регрессии урожайности яровой пшеницы (Y) в зависимости от плотности конидий *B. sorokiniana* (X1) в почве:

$$Y=33,84-0,06 \times X1,$$

а также регрессионное уравнение урожайности (Y) в зависимости от засоренности почвы семенами сорняков:

$$Y=40,52-0,08 \times X1.$$

Последние два уравнения могут быть использованы для прогноза урожайности при анализе фитосанитарного состояния почвы в осенне-зимний период по показателям заселенности почвенных образцов конидиями *B. sorokiniana* и засоренности семенами сорняков.

Заключение. В обоих регионах южной лесостепи Западной Сибири развитие корневой гнили яровой пшеницы зависело от заселенности почвы конидиями *B. sorokiniana* – возбудителя гельминтоспориозной или обыкновенной корневой гнили, а также от засоренности почвы семенами сорняков, многие из которых являются растениями-хозяевами корневых гнилей яровой пшеницы.

Выявлена тесные отрицательные зависимости биологической урожайности яровой пшеницы от развития корневой гнили ($r=-0,789 \dots 0,916$), заселенности почвы конидиями *B. sorokiniana* ($r=-0,769 \dots 0,876$) и между запасом семян сорных растений в почве и урожайностью ($r=-0,745 \dots 0,846$), что говорит о значимости фитосанитарного состояния почвы для реализации продукционного потенциала яровой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири. Продуктивность яровой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири возрастала в увлажненные годы, благоприятные для развития культуры. Доля влияния этого фактора в засушливой южной лесостепи Новосибирской области была максимальна – 67,7%. В более увлажненной южной лесостепи Омской области урожайность яровой пшеницы определяли предшественники, сила их влияния – 56,7%. Разработаны регрессионные уравнения для прогноза урожайности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фитосанитарные и гигиенические требования к здоровой почве / А.П. Глинушкин, М.С. Соколов, Е.Ю. Торопова. М.: Агрорус, 2016. 288 с.

2. Figueroa M. A review of wheat diseases-a field perspective / M. Figueroa, K.E. Hammond-Kosack, P.S. Solomon / Molecular Plant Pathology. 2018. V. 19. № 6. P. 1523-1536.

3. Toropova E. Yu. The conidia *Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoem. distribution in the soil of Altai and Kazakhstan arid regions / E. Yu. Toropova, A. P. Glinushkin, M. K. Insebaeva, G. Ya. Stetsov / J. Phys.: Conf. Ser. 1942 (2021) 012078. 5p. IOP Publishing. doi:10.1088/1742-6596/1942/1/012078.

4. Development of Soil-Borne Infections in Spring Wheat and Barley as Influenced by Hydrothermal Stress in the Forest-Steppe Conditions of Western Siberia and the Urals / E. Yu. Toropova, A. P. Glinushkin, M. P. Selyuk, O. A. Kazakova, A. V. Ovsyankina / Russian Agricultural Sciences. 2018. № 44(3). P.241-244.

5. Фитосанитарная диагностика агроэкосистем / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов [и др.] // под ред. Е.Ю.Тороповой / Учебно-практическое пособие. Барнаул, 2017. 210 с.

THE INFLUENCE OF AGROECOLOGICAL FACTORS ON THE SPRING WHEAT YIELD IN THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA

E.Yu. Toropova, M.P. Selyuk

*FSBEI HE «Novosibirsk agrarian university», Novosibirsk, e-mail:
89139148962@yandex.ru*

Data are presented on the influence of year conditions, predecessors, root rots incidence, soil colonization by Helminthosporium disease causative agent conidia, soil infestation with weed seeds on the biological yield of spring wheat. Regression equations for predicting yields in the southern forest-steppe of Western Siberia have been developed. The study was carried out in 2010-2016 in the southern forest-steppe of the Novosibirsk and Omsk regions.

Key words: spring wheat, productivity, root rot, regression.

УДК 631.8:633.37:631.53.027

АККУМУЛЯЦИЯ ОБЩЕГО И СИМБИОТИЧЕСКОГО АЗОТА МНОГОЛЕТНИМИ БОБОВЫМИ ТРАВАМИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЯЕМОГО БИОПРЕПАРАТА

С.Ю. Храмов¹,

А.Ф. Степанов², доктор с.-х. наук, профессор

¹ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, e-mail: hramov-89@mail.ru

²ФГБОУ ВО «Омский ГАУ им. П.А. Столыпина», г. Омск,

e-mail: af.stepanov@omgau.org

Приведены результаты полевого опыта по влиянию различных биопрепаратов на многолетних бобовых травах в условиях

подтаежной зоны Омской области. Установлено, что инокуляция семян биологическими препаратами способствует улучшению симбиотического аппарата и увеличению азотфиксирующей способности. В подтаежной зоне Омской области на серой лесной почве наибольший эффект при инокуляции семян многолетних бобовых трав оказывают клубеньковые бактерии с ассоциативными штаммами на основе ризоторфина – штаммы Kт-1 и K-2, 912 и 913.

Ключевые слова: ризоторфин, инокуляция семян, азотфиксация.

Дальнейшее развитие животноводства в нашей стране, удовлетворение спроса на важнейшие продукты питания – молоко, мясо, яйцо – в значительной мере сдерживается недостатком белка в рационах животных.

В решении проблемы растительного белка весьма важная, если не решающая роль, принадлежит бобовым культурам.

Преимущество бобовых культур над наиболее распространенными злаковыми заключается в том, что бобовые производят на единице площади значительно больше белка, качество и усвояемость его выше; они дают самый дешевый растительный белок. Общий объем производства растительного белка ограничивается уровнем обеспеченности растений азотом почвы и удобрений. Бобовые же культуры, включая в биологический круговорот азот воздуха, недоступный для других растений, дают сверхлимитированный, дополнительный белок. При технической фиксации азота воздуха затрачивается огромное количество энергии. Биологическая фиксация экономит эту энергию. Наконец, для получения высоких урожаев небобовых культур необходимо вносить большие дозы азотных удобрений, что небезопасно для окружающей среды. Получение высоких урожаев бобовых культур исключает эту опасность. В обзорных работах И. В. Тюрина (1957), Е. Н. Мишустина и В. К. Шильниковой (1968) указывается, что в условиях, обеспечивающих активную азотфиксацию, бобовые культуры усваивают из воздуха до 200–300 кг азота на 1 га, люцерна – до 600 кг/га и формируют до 30 ц и более белка на гектаре [10].

Однако в полевых условиях в среднем фактическая азотфиксация составляет 20–60 кг/га, а нередко она не происходит. Растения испытывают азотное голодание и дают низкие урожаи. В связи с этим разработка, научное обоснование и внедрение приемов, повышающих реальную полевую симбиотическую фиксацию азота воздуха и

белковую продуктивность бобовых культур, являются важными народнохозяйственными задачами.

Одним из приемов, способствующих увеличению размеров симбиотической азотфиксации многолетних бобовых трав, а также повышению урожайности, является предпосевная инокуляция семян клубеньковыми бактериями – нитрагинизация.

Эффективность нитрагинизации бобовых культур во многом зависит от подбора штаммов клубеньковых бактерий, используемых для приготовления нитрагина.

В 2015 и 2016 гг. нами был заложен опыт по изучению влияния биологических препаратов на симбиотическую азотфиксацию многолетних бобовых трав. Исследования проводились в подтаежной зоне Омской области, на опытном поле отдела северного земледелия ФГБНУ «Омский АНЦ». Почва серая лесная с тяжелосуглинистым гранулометрическим составом. В пахотном слое содержится: гумуса – 3,34%, общего азота – 0,162 и валового фосфора – 0,12%. Реакция почвенного раствора слабокислая, рН солевое – 5,2 [1]. Объект исследований – многолетнее травы – козлятник восточный Горноалтайский 87, клевер красный Тарский местный, люцерна пестрогибридная Флора 7 и донник желтый Омский скороспелый.

Перед посевом инокуляцию (норма 250 г/га) семян многолетних бобовых трав, проводили штаммами клубеньковых бактерий: ризоагрин – штамм 204 и штаммами К–1, К–2, Кт–1, 912, 913 на основе ризоторфина, которые сравнивались с контрольным вариантом (без удобрений). Биопрепараты получены из ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (г. Пушкин, Ленинградской области).

Многолетние бобовые травы высевали во второй декаде мая сеялкой СН–16, обычным рядовым способом с нормой высева 3–6 млн. всхожих семян/га. После посева почву прикатывали кольчато-шпоровыми катками ЗККШ–6.

Коэффициент азотфиксации (Кф), – определяли методом сопоставления со злаковыми культурами, т.е. потребление азота бобовой и выносом азота бобовой и выносом азота злаковой культурами соотносилось на счет фиксированного азота бобовой культурой. Продолжительность вегетационного периода и условия возделывания сопоставимых культур должны быть одинаковыми. В качестве сопоставимой культуры для многолетних бобовых трав использовался кострец безостый.

Учётная площадь делянки 20 м², повторность 4-х кратная. В исследованиях использовали методику ВНИИ кормов им.

В.Р. Вильямса [4]. Статистическую обработку опытных данных проводили методом дисперсионного и корреляционного анализа [3].

Наши исследования показали, что накопление общего и симбиотического азота за счет активности симбиоза изучаемых штаммов клубеньковых бактерий в полевых условиях достаточно высока. Наибольшую эффективность в фиксации атмосферного азота проявили клевер и донник желтый при предпосевной обработке их семян штаммами Кт-1 и К-2. В среднем за годы исследований количество фиксированного ими азота составляло 67–101 кг/га, коэффициент азотфиксации Кф достигал 0,58–0,67. В контрольном варианте количество фиксированного симбиотического азота составляло 50–88 кг/га.

Люцерна и козлятник восточный отличались значительным использованием общего и симбиотического азота по сравнению с другими травами. За вегетацию количество фиксированного ими азота в контрольном варианте составило 127–160 кг/га, коэффициент азотфиксации Кф достигал 0,72–0,76. Однако наиболее интенсивное повышение азотфиксации проявилось в вариантах с применением штаммов 912 и 913, где Кф составил 0,75–0,80 (таблица 1).

Таблица 1. Использование общего и симбиотического азота многолетними бобовыми травами в зависимости от применяемого биопрепарата (в среднем за 2016–2019 гг.)

Вариант (В)	Азот			Кф
	общий	симбиотический		
	кг/га	кг/га	кг/т сухого в-ва	
	Культура (А)			
	<i>Клевер луговой</i>			
Без обработки (контроль)	98	50	14,7	0,51
Ризоагрин (штамм № 204)	102	54	15,3	0,53
Штамм Кт – 1	110	62	17,7	0,56
Штамм К – 1	99	51	14,9	0,52
Штамм К – 2	115	67	19,0	0,58
Штамм 912	108	60	17,3	0,55
Штамм 913	114	66	18,8	0,58
<i>Люцерна пестрогибридная</i>				
Без обработки (контроль)	175	127	22,3	0,72
Ризоагрин (штамм № 204)	182	134	23,2	0,74

Штамм КТ – 1	183	135	23,3	0,73
Штамм К – 1	186	138	23,0	0,74
Штамм К – 2	179	131	22,9	0,73
Штамм 912	190	142	23,5	0,75
Штамм 913	195	147	24,0	0,75
<i>Донник желтый</i>				
Без обработки (контроль)	136	88	19,0	0,64
Ризоагрин (штамм № 204)	143	95	20,3	0,66
Штамм КТ – 1	147	99	21,1	0,67
Штамм К – 1	145	97	20,7	0,67
Штамм К – 2	149	101	21,4	0,68
Штамм 912	141	93	20,0	0,66
Штамм 913	140	92	19,8	0,65
<i>Козлятник восточный</i>				
Без обработки (контроль)	208	160	23,4	0,76
Ризоагрин (штамм № 204)	230	182	25,9	0,79
Штамм КТ – 1	218	170	24,5	0,78
Штамм К – 1	224	176	25,2	0,78
Штамм К – 2	213	165	23,9	0,77
Штамм 912	235	187	26,4	0,79
Штамм 913	240	192	26,8	0,80
НСР ₀₅ А	0,10	0,14	—	—
В	0,08	0,18	—	—

Таким образом, инокуляция семян биологическими препаратами способствует улучшению симбиотического аппарата и увеличению азотфиксирующей способности. В подтаежной зоне Омской области на серой лесной почве наибольший эффект при инокуляции семян многолетних бобовых трав оказывают клубеньковые бактерии с ассоциативными штаммами на основе ризоторфина – штаммы КТ–1 и К–2, 912 и 913.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агроклиматический справочник по Омской области. Л.: Гидрометеиздат, 1959. 228 с.
2. Дмитриев В.И., Бойко В.С., Тимохин А.Ю., Храмов С.Ю. Многолетние травы в кормопроизводстве Западной Сибири //АгроЭкоИнфо. 2018. №4. С. 1–10.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М., 1979. 416 с.

4. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М., Россельхозакадемия, 1997. 156 с.
5. Вавилов П.П. Растениеводство / П.П. Вавилов. М.: Колос, 2019. 432 с.
6. Завалин А.А. Современное состояние проблемы азота в мировом земледелии // Агрохимия. 2015. № 5. С. 83–95.
7. Макарова Г.И. Многолетние кормовые травы Сибири. Омск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1974. 248 с.
8. Посыпанов Г.С. Биологический азот. Проблемы экологии и растительного белка: Монография. М.: ИНФРА–М, 2015. 251 с.
9. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха. М.: Агропромиздат, 1991. 300 с.
10. Мишустин Е.Н. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс / Е.Н. Мишустин, В.К. Шильникова. М., 1973. 287 с.
11. Степанов А.Ф. Создание и использование многолетних травостоев: монография. Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2006. 312 с.
12. Степанов А.Ф., Александрова С.Н., Храмов С.Ю. Азотфиксирующая способность и урожайность многолетних бобовых трав в подтаежной зоне Западной Сибири // Вестн. Ом. гос. аграр. ун-та. 2019. №1(33). С. 46–53.
13. Степанов А.Ф., Александрова С.Н., Храмов С.Ю. Продуктивность и азотфиксирующая способность козлятника восточного при предпосевной обработки семян разными штаммами клубеньковых бактерий в подтаежной зоне Западной Сибири // Вестн. Ом. гос. аграр. ун-та. 2020. № 4 (40). С. 59–67.

ACCUMULATION OF COMMON AND SYMBIOTIC NITROGEN BY PERENNIAL LEGUMES IN DEPENDENCE FROM THE APPLIED BIOPREPARATION

S.Y. Khramov¹, research associate,

A.F. Stepanov², doctor of agricultural sciences, professor

¹ *FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk,*

² *FGBOU VO "Omsk State University named after P.A. Stolypin", Omsk,*

e-mail: hramov-89@mail.ru

The results of field experience on the effect of various biological preparations on perennial legumes in the conditions of the subtaiga zone of the Omsk region are presented. It has been established that inoculation of seeds with biological preparations improves the symbiotic apparatus and increases nitrogen-fixing ability. In the subtaiga zone of the Omsk region on gray forest soil, nodule bacteria with associative strains based on rhizotorphin – strains Ct–1 and K–2, 912 and 913 have the greatest effect when inoculating seeds of perennial legumes.

Keywords: rhizotorphin, seed inoculation, nitrogen fixation.

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Н.А. Цыганова,

Н.А. Воронкова, доктор с.-х. наук,

В.А. Волкова, кандидат с.-х. наук,

Н.Ф. Балабанова, кандидат с.-х. наук

ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, e-mail: cyganova@anc55.ru

В статье представлены данные по изучению применения органических кислот в качестве стимуляторов роста в технологии возделывания яровой пшеницы, влияние их на формирование биомассы растений, элементов структуры урожая и продуктивность культуры. Обработка семян лимонной и янтарной кислотой обеспечила прибавку урожайности 0,11–0,15 т/га на неудобренном фоне, а на удобренном – 0,22–0,29 т/га. Максимальная урожайность (3,56 т/га) была получена в варианте предпосевной обработки семян раствором янтарной кислоты в концентрации 10^{-3} М на фоне внесения минеральных удобрений.

Ключевые слова: яровая пшеница, янтарная кислота, лимонная кислота, структура урожая, урожайность.

В настоящее время увеличение производства зерна является главной задачей отрасли растениеводства, которая в современных условиях может быть решена с помощью разработки высокоэффективных приемов использования минеральных удобрений, гербицидов, регуляторов роста и других средств химизации, благодаря которым формируется не менее половины прибавки урожайности зерновых культур [1, 2]. Мировой опыт показывает, что высокий уровень использования в технологиях химических средств приводит к загрязнению биологической среды и увеличению затрат на единицу продукции. Поэтому крайне важно применение экологически безопасных технологических приемов выращивания сельскохозяйственных культур, которые позволят управлять продукционным процессом сельскохозяйственных культур, уменьшат энергоёмкость производства, и снизят антропогенную нагрузку на почву [3].

Одним из таких элементов технологий выращивания сельскохозяйственных культур является применение физиологически активных веществ (регуляторов роста, витаминов, гумусовых веществ, антибиотиков, органических кислот, микроэлементов и др.), способных экзогенно влиять на адаптивный и продукционный потенциал растений. По мнению ряда авторов, их применение оказывает существенное влияние на ростовые, физиологические и формообразовательные процессы растений [1, 3, 4]. Кроме того, их применение является экономически выгодным, так как сопряжено со снижением расходов на единицу получаемой продукции.

К биологически активным веществам также относятся и органические кислоты. Они влияют на интенсивность физиолого-биохимических процессов, стимулируя рост и развитие растений. Органические кислоты, являющиеся интермедиатами цикла Кребса, играют важную роль в процессах фотосинтеза, дыхания и морфогенеза. Образуясь уже на первых этапах жизненного цикла растений, они являются самыми распространенными веществами в растении наряду с углеводами и белками [5].

Цель исследования – установить эффективность применения органических кислот в качестве стимуляторов роста при возделывании яровой мягкой пшеницы в условиях лесостепи Западной Сибири.

Исследования были проведены на опытном поле лаборатории агрохимии ФГБНУ «Омский АНЦ» в 2017-2019 годах. Опыт размещён в пятипольном зернопаровом севообороте со следующим чередованием культур: пар чистый-пшеница-соя-пшеница-ячмень. Предшественник – соя. Почва опытного участка лугово-черноземная среднесиловатая среднегумусовая тяжелосуглинистая. Объект исследования – яровая мягкая пшеница (*Triticum aestivum*), сорт Омская 36.

Исследования проводились на двух фонах удобренности: фон без удобрений; фон N₃₀P₆₀. Обработку семян (смачивание с последующим просушиванием) проводили непосредственно перед посевом пшеницы. Расход рабочего раствора – 70 л/т семян. Концентрации растворов для обработки семян выбраны с учетом результатов ранее проведенных лабораторных исследований [6]. Схема опыта предпосевной обработки семян включала следующие варианты: 1 – Контроль (обработка водой); 2 – Янтарная кислота 10⁻³М; 3 – Лимонная кислота 10⁻³М. Размещение делянок в опыте – систематическое, повторность – четырехкратная. Общая площадь опытной делянки – 16 м². Минеральные удобрения вносили весной до посева локально, сеялкой на глубину 6-8 см. В качестве минеральных

удобрений использовали аммиачную селитру (азот – 34%), аммофос (фосфор – 52%; азот – 12%). Агротехника возделывания – общепринятая для зоны. Анализ структуры урожая яровой пшеницы выполняли в соответствии с методикой Государственного сортоиспытания по четырем пробным снопам (0,25 м²).

Обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного и корреляционного анализов по Б.А. Доспехову [7].

Для формирования зерна растения используют накопленные в вегетативных органах органические и минеральные вещества. Данные фенологических наблюдений, изучение динамики нарастания вегетативной массы растений, их морфоструктуры под влиянием различных условий и агроприемов являются емкими показателями характеристики продукционного процесса сельскохозяйственных культур.

Наблюдения за динамикой нарастания биомассы растений показали, что применение минеральных удобрений и предпосевной обработки семян (ПОС) оказали влияние на ее формирование. Следует отметить, что на удобренном фоне накопление биомассы происходило интенсивнее, чем на естественном фоне за счет улучшения условий минерального питания (рисунок 1).

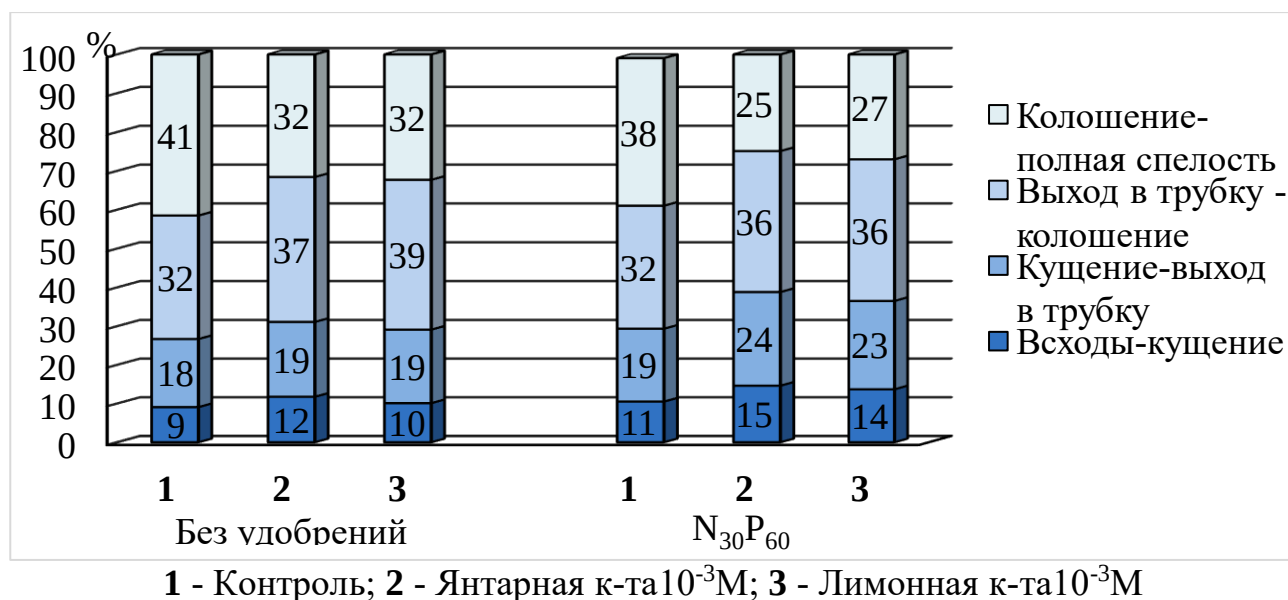


Рисунок 1 – Интенсивность нарастания биомассы яровой мягкой пшеницы, %

На фоне без удобрений ПОС янтарной и лимонной кислотами способствовала сдвигу интенсивности нарастания биомассы посевов в период выхода в трубку-колошение, прирост биомассы составил 37-39% от общей массы. На фоне внесения минеральных удобрений

растения пшеницы в этих же вариантах сформировали к фазе колошения 75 и 73% возд-сух биомассы от общей массы к концу вегетации, в то время как в контрольном варианте – только 62%.

Структурный анализ позволяет выявить, за счет каких элементов получен урожай и выявить закономерности влияния приемов интенсификации на определенные компоненты урожайности культуры, за счет которых увеличивается валовый сбор зерна. Проведенный анализ дал возможность определить особенности формирования элементов структуры урожая яровой мягкой пшеницы в зависимости от варианта предпосевной обработки семян и внесения азотно-фосфорных удобрений.

Продуктивная кустистость является важным показателем в структуре урожайности и определяется как среднее количество нормально развитых стеблей, дающих зерно на одном растении. В проведенных исследованиях величина данного показателя изменялась от 1,4 до 1,9 и зависела от фона удобренности. Внесение минеральных удобрений увеличивало продуктивную кустистость на 14%. Наибольшее число продуктивных стеблей (1,9) было отмечено в вариантах предпосевной обработки семян раствором янтарной кислоты в концентрации 10^{-3} М на удобренном фоне (таблица 1).

Таблица 1. Формирование элементов структуры урожая и урожайность яровой мягкой пшеницы

Вариант ПОС (В)	Урожайность, т/га	Продуктивная кустистость	Масса, г	
			зерна с 1 растения	1000 зерен
Фон без удобрений (А)				
Контроль	2,97	1,4	1,3	36,7
Янтарная кислота 10 ⁻³	3,12	1,6	1,8	38,5
Лимонная кислота 10 ⁻³	3,08	1,5	1,8	38,6
Фон N ₃₀ P ₆₀				
Контроль	3,27	1,6	1,8	37,5
Янтарная кислота 10 ⁻³	3,56	1,9	2,2	39,8
Лимонная кислота 10 ⁻³	3,49	1,8	2,0	39,4
НСР ₀₅ А	0,15	0,12	0,23	1,04
В	0,11	0,26	0,49	2,20
АВ	0,23	0,36	0,70	3,11

Важную роль в повышении урожайности играет масса 1000 зерен, увеличение которой повышает сбор зерна в среднем на 3%. Масса 1000 зерен является важным элементом продуктивности колоса, так как отражает количество вещества, содержащегося в зерне, и определяет его крупность. Она является показателем качества семенного материала и учитывается при определении нормы высева, в значительной мере определяя всхожесть и жизнеспособность семян [8]. В наших исследованиях масса 1000 зерен в среднем по опыту находилась в пределах от 36,7 до 39,8 г. Предпосевная обработка семян на удобренном фоне повышала массу 1000 зерен на 0,3-1,9 г. При внесении азотно-фосфорных удобрений ($N_{30}P_{60}$) отмечена тенденция увеличения данного показателя на 2%. Предпосевная обработка семян на фоне внесения минеральных удобрений в опыте несущественно увеличила массу тысячи зерен в сравнении с контролем.

Увеличение массы зерна с одного растения изменялось пропорционально значениям массы тысячи зерен и количеству колосков в колосе. Максимальные значения 2,0-2,2 г отмечены на удобренном фоне в вариантах предпосевной обработки семян янтарной и лимонной кислотами.

Продуктивность сельскохозяйственных культур – это основной показатель, который характеризует эффективность использования различных агротехнических приемов и отображает их целесообразность и результативность. В результате проведенных исследований было установлено, что предпосевная обработка семян янтарной и лимонной кислотой в концентрации $10^{-3}M$ на фоне без удобрений увеличила урожайность яровой мягкой пшеницы на 0,11-0,15 т/га зерна. Важную роль в формировании продуктивности культуры играли условия минерального питания. Так, внесение минеральных удобрений в дозе $N_{30}P_{60}$ позволило получить прибавку в опыте на уровне 10% и дополнительно получить 0,30 т/га зерна. Максимальная прибавка на удобренном фоне получена при применении для предпосевной обработки семян водного раствора янтарной кислоты в концентрации $10^{-3}M$. Прибавка в этом варианте составила 0,29 т/га, что на 9% больше, чем в контрольном варианте на удобренном фоне.

Таким образом, анализ экспериментальных данных позволяет сделать вывод о влиянии органических кислот и минеральных удобрений на формирование элементов структуры урожая и продуктивность яровой мягкой пшеницы. В варианте предпосевной обработки семян раствором янтарной кислотой в концентрации $10^{-3}M$

на фоне внесения азотно-фосфорных удобрений число продуктивных стеблей растений пшеницы было максимальным в опыте – 1,9, а масса тысячи семян достигала 39,8 г. Продуктивность культуры в этом варианте составила 3,56 т/га зерна, что на 20% выше, чем в контрольном варианте.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Регуляторы роста растений в агротехнологиях основных сельскохозяйственных культур: монография / О.А. Шаповал и др. М.: ВНИИА, 2015. 350 с.
2. Волкова В.А., Цыганова Н.А., Воронкова Н.А., Дороненко В.Д. Оценка влияния предпосевной обработки хелатами и стимуляторами роста на начальный период онтогенеза яровой мягкой пшеницы // Актуальные проблемы научного обеспечения земледелия Западной Сибири: сборник научных статей, посвященный 70-летию академика РАН Храмцова Ивана Федоровича, 95-летию основания отдела земледелия ФГБНУ «Омский АНЦ». Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Омский аграрный научный центр». Омск. 2020. С. 49-55.
3. Исайчев В.А., Андреев Н.Н., Каспировский А.В. Влияние предпосевной обработки хелатными микроудобрениями и регуляторами роста на посевные качества семян гороха и яровой мягкой пшеницы // Нива Поволжья. 2013. №1 (26). С. 16-19.
4. Карпова Г.А., Карпова Л.В., Фролова Е.Ю. Активация ранних ростовых процессов семян под действием регуляторов роста как фактор повышения полевой всхожести и урожайности яровой пшеницы // Нива Поволжья. 2016. №1 (38). С. 29-35.
5. Магомедов И.М. Фотосинтез и органические кислоты. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1988. 204 с.
6. Volkova V.A., Tsyganova N.A., Voronkova N.A., et al. Growth-stimulating role of chelates and organic acids. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Conference proceedings. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020; 421:62027. DOI: 10.1088/1755-1315/421/6/062027.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 357 с.
8. Ковтун, В.И., Ковтун Л.Н. Озернённость, масса зерна колоса и масса 1000 зёрен в повышении урожайности озимой мягкой пшеницы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. №3 (53). С. 27-29.

THE INFLUENCE OF ORGANIC ACIDS ON THE FORMATION OF THE SPRING SOFT WHEAT CROP IN THE CONDITIONS OF THE FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA

N.A. Tsyganova, N.A. Voronkova, V.A. Volkova, N.F. Balabanova
FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk, e-mail: cyganova@anc55.ru

The article presents data on the study of the use of organic acids as growth stimulants in spring wheat cultivation technology, their effect on the formation of plant biomass, crop structure elements and crop productivity. Treatment of seeds with citric and succinic acid provided an increase in yield of 0.11–0.15 t/ha on a non-winded background, and on a fertilized one - 0.22-0.29 t/ha. The maximum yield (3.56 t/ha) was obtained in the variant of pre-sowing seed treatment with succinic acid solution at a concentration of 10-3M against the background of mineral fertilizers.

Keywords: spring wheat, succinic acid, citric acid, crop structure, yield.

УДК 632.4:631.86:633 «321» (571.1)

РАЗВИТИЕ КОРНЕВОЙ ГНИЛИ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ

Н.Н. Шулико, кандидат с.-х. наук,

И.А. Корчагина, кандидат с.-х. наук

ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, e-mail: shuliko@anc55.ru

Представлены данные по влиянию биопрепаратов комплексного действия на развитие корневой гнили в посевах яровой пшеницы различных сортов омской селекции. Установлено, что предпосевная инокуляция семян Флавобактерином оказала наибольшее фунгицидное действие на фитопатогенную инфекцию, чем обработка Мизорином. Показана средняя взаимосвязь изучаемого показателя с количеством почвенных грибов ($r=40$).

Ключевые слова: пшеница, корневая гниль, почвенные грибы, биопрепараты.

Введение

Яровая пшеница, как и все зерновые культуры, поражается многочисленными болезнями, в том числе грибными, бактериальными и вирусными. Все они являются одной из причин существенных потерь урожая [1]. Наиболее распространенным вредоносным заболеванием на зерновых культурах, в том числе и на пшенице, является инфекционное заболевание – корневая гниль. Характерным признаком этой болезни является хрупкость и ломкость корней, отмирание стеблей, белоколосость и потеря веса зерна в колосе [2, 3]. Химические препараты эффективно подавляют многие заболевания, в том числе и корневую гниль на пшенице, однако их накопление в почве негативно сказывается не только на окружающей среде, но и на развитии новых резистентных форм фитопатогенов к фунгицидам.

В последнее время интенсивно расширяется производство биологических препаратов по защите сельскохозяйственных культур от болезней, где для их разработки используются бактерии, грибы и продукты их метаболизма, а также биопрепараты для регулирования агроценозов, повышения плодородия и продуктивности культур [4, 5].

В этой связи актуальны исследования по возделыванию сельскохозяйственных культур в условиях применения микробных препаратов.

Цель исследований – изучить влияние применения бактериальных биопрепаратов на развитие корневой гнили в посевах яровой пшеницы.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились в полевых опытах отдела семеноводства ФГБНУ «Омский АНЦ».

Омская область располагается в пределах трех природных зон: лесной, лесостепной и степной. Наибольшая часть её территории (51,1%) занята лесостепью. Для каждой природной зоны характерны свои гидроклиматические и биогенные ресурсы, обусловленные широтным распределением тепла и влаги [6].

Испытания проводились на сортах яровой мягкой пшеницы селекции Омского АНЦ (ФГБНУ «СибНИИСХ»): Омская 42, Тарская 12, Омская 44.

Для инокуляции семян были использованы препараты комплексного действия, изготовленные во Всероссийском НИИ сельскохозяйственной микробиологии (ФГБНУ ВНИИСХМ, г. Санкт-Петербург, Пушкин) Мизорин (*Arthrobacter mysorens*), Флавобактерин (*Flavobacterium*).

Почва опытного участка – лугово-черноземная среднемощная среднегумусная тяжелосуглинистая с содержанием гумуса 6,5%, pH вод – 6,5.

Посев культур выполнен сеялкой ССФК-7,0 в оптимальные сроки с проведением комплекса весенне-полевых работ, рекомендованной нормой высева, сортами, включёнными в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в 10 регионе.

Инокуляция семян сельскохозяйственных культур проводилась в день посева, рекомендованной дозой. Отбор проб почвы ризосферы проводился в фазы развития растений: кущение, колошение, налив

зерна. Учет корневой гнили проводили по методике Чулкиной В.А. [7]. Математическая обработка данных проводилась дисперсионным анализом по Б.А. Доспехову [8].

Результаты исследований

Установлено, что вредоносность корневой гнили на растениях яровой пшеницы, снижалась благодаря применению биологических препаратов. В варианте контроль наблюдалось наибольшее развитие болезни от 0,3 до 7,0% в зависимости от фазы вегетации культуры (таблица 1).

Таблица 1. Влияние применения биологических препаратов в посевах яровой пшеницы на развитие корневой гнили, % (n=3)

№ п/п	Вариант	Развитие корневой гнили, %			
		кущение	колошение	полная спелость	среднее
1	Омская 42 Контроль	0,6	1,4	6,5	2,8
2	Омская 42 Мизорин	0,1	1,7	4,2	2,0
3	Омская 42 Флавобактерин	0,1	1,4	4,0	1,8
<i>Среднее по сорту Омская 42</i>		<i>0,3</i>	<i>1,5</i>	<i>4,9</i>	<i>2,2</i>
4	Тарская 12 Контроль	0,3	2,1	7,0	3,1
5	Тарская 12 Мизорин	0,0	1,5	4,8	2,1
6	Тарская 12 Флавобактерин	0,2	1,2	4,2	1,9
<i>Среднее по сорту Тарская 12</i>		<i>0,2</i>	<i>1,6</i>	<i>5,3</i>	<i>2,4</i>
7	Омская 44 Контроль	0,5	2,1	6,1	2,9
8	Омская 44 Мизорин	0,0	1,9	5,1	2,3
9	Омская 44 Флавобактерин	0,2	1,8	4,2	2,1
<i>Среднее по сорту Омская 44</i>		<i>0,2</i>	<i>1,9</i>	<i>5,1</i>	<i>2,4</i>

Максимальное снижение пораженности растений корневыми гнилями, в среднем за вегетацию, при предпосевной инокуляции семян пшеницы Флавобактерином в 1,6 раза отмечено у сорта Тарская 12 относительно контрольного варианта.

Наименьший процент больных растений также выявлен при обработке семян Флавобактерином на всех сортах пшеницы где интенсивность развития болезни составила от 1,8 до 2,1 % при уровне на контроле от 2,8 до 2,9 % соответственно. Биопрепарат Мизорин проявил фунгицидное воздействие на развитие корневой гнили, но в меньшей степени. Следовательно, применение биологических препаратов при обработке семян пшеницы и их биоэффективность

повышала устойчивость растений к заболеванию корневой системы изучаемой культуры.

Параллельно наблюдениям за развитием корневой гнили яровой пшеницы проводились исследования численности почвенной микрофлоры. Известно, что патогенные формы имеются у всех основных групп почвенных микроорганизмов, но максимальное количество обнаружено среди микроскопических грибов. Наибольшее количество фитотоксичных видов найдено среди родов грибов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium* [9, 10].

Проведенная математическая обработка показала наличие средней корреляционной зависимости между величиной развития корневой гнили и численностью почвенных грибов ($r = 0,40$).

Таким образом, применение биологических средств защиты эффективно повышает устойчивость растений к развитию корневой гнили.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Богачук Н.И., Марьин Г.С., Марьина-Чермных О.Г. Для снижения развития корневой гнили // Защита и карантин растений. 2014. № 1. С. 22–23.
2. Зиганшин А.А., Габдрахманов И.Х., Шибаета О.В., Сафин Р.И. Борьба с корневыми гнилями приносит успех // Защита и карантин растений. 2007. № 10. С. 25–26.
3. Лапина В.В., Смолин Н.В. Корневые гнили яровых зерновых и меры борьбы с ними на юге Нечерноземной зоны России: монография. Саранск: изд-во Мордов. ун-та. 2014. 268 с.
4. Марьина-Чермных О.Г. Влияние агротехнологий при возделывании сельскохозяйственных культур на окружающую среду // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2017. № 1 (9). С. 56–59
5. Корчагина И.А., Юшкевич Л.В. Корневые и листовые болезни при повторном посеве пшеницы яровой в лесостепи Западной Сибири // Перспективные технологии в аграрном производстве: человек, «цифра», окружающая среда (Agroprod 2021): материалы Международной научно-практической конференции (г. Омск, 27 июля 2021 года). Омск, 2021. С. 55-61.
6. Тимохин А.Ю., Бойко В.С. Зернобобовые культуры в системе орошаемого агроценоза: монография. Омск: ФГБНУ Омский аграрный научный центр, 2021. 164 с.
7. Фитосанитарная диагностика агроэкосистем / под ред. профессора Е.Ю. Тороповой. Барнаул, 2017. 210 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351с.
9. Берестецкий О.А. Фитотоксины почвенных микроорганизмов и их экологическая роль / Фитотоксичные свойства почвенных микроорганизмов. Л., 1978. С. 7–31.

10. Шулико Н.Н., Хамова О.Ф., Тукмачева Е.В. Фитотоксичность чернозема выщелоченного при выращивании ячменя ярового // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2016. № 4(24). С. 52-57.

DEVELOPMENT OF ROOT ROTT OF WHEAT DEPENDING ON THE USE OF BIOLOGICAL PRODUCTS

N.N. Shuliko, I.A. Korchagina

FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk, e-mail: shuliko@anc55.ru

The data on the effect of the use of biopreparations of complex action on the development of root rot in spring wheat crops of various varieties of Omsk breeding are presented. It was established that pre-sowing treatment of seeds with Flavobacterin had a greater fungicidal effect on phytopathogenic infection than treatment with Mizorin. The relationship of the studied indicator with the number of soil fungi is shown.

Keywords: wheat, root rot, soil fungi, biological products.

УДК: 631+631.4+63:53(571.1)

**ОСОБЕННОСТИ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ В ИНТЕНСИВНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Л.В. Юшкевич, доктор с.-х. наук
ФГБНУ «Омский АНЦ» г. Омск,
e-mail: yushkevitchLV@yandex.ru

Установлены особенности изменений агрофизических свойств черноземных почв в длительных стационарных опытах (более 20 лет) лесостепи Западной Сибири. Выявлено, что применение средств интенсификации и ресурсосберегающая обработка на зерновых культурах сохраняет плодородие черноземных почв, оптимизирует плотность верхнего (0-30 см.) слоя, агрегатный состав, содержание водопрочных агрегатов более 0,25 мм, гумусированность, сокращает дефляцию, водопотребление зерновых культур при повышении урожайности зерна до 3,5 - 4,0 т/га. В агроландшафтных стационарных исследованиях необходимы мониторинговые наблюдения за изменениями агрофизических свойств зональных почв Западной Сибири.

Ключевые слова: интенсификация, черноземы, плотность, сложение, гумус, агрегатный состав, водопотребление, урожайность зерна.

Введение. Сложившиеся после освоения целинных и залежных земель, агроэкосистемы с преобладанием (более 60%) зерновых культур, по сравнению с природными биоценозами, отличаются неустойчивостью и подвержены сукцессионным изменениям. При интенсивных агротехнологиях, подавлении сорного компонента, многочисленных вредителей, как в аномально засушливые годы (2020-2022 гг.), инфицированности посевов, биомасса агрофитоценозов зерновых в агроландшафтах лесостепной зоны достигает 10-12 т/га и более [1,2].

Выявлено, что особенностью зональных черноземных почв является их относительная устойчивость к уплотнению, причем с

повышением гумусированности верхнего слоя и водопрочных агрегатов, она возрастает. За период наблюдений (19 лет) изменение плотности верхних слоев зональных черноземных почв носит характер тенденции и на минимальной обработке составляет всего 0,0095-0,0105 г/см³ при вариации изменений в отдельные годы только до 6-8 % [3].

Цель исследований – установить закономерности изменения агрофизических свойств черноземных почв при длительном антропогенном воздействии (обработка почвы, средства химизации).

Методика. Длительные стационарные опыты (с 1973 г.) проведены в лесостепных агроландшафтах Западной Сибири. Зернопаровой севооборот, развернутый во времени и пространстве, имеет чередование культур: чистый пар – пшеница – пшеница – пшеница – ячмень.

Двухфакторный опыт включает: фактор А – система обработки почвы и фактор В – средства химизации.

Лугово-черноземная почва имеет тяжелый гранулометрический состав, гумусированность – до 8%, емкость обмена – 50-80 мг экв. на 100 г почвы с преобладанием катиона Ca⁺⁺ и нейтральным рН. Плотность верхнего слоя составляет 0,85-1,15 г/см³, порозность – 55-65%, с преобладанием (до 70 %) тонких пор.

Почвенно-климатическая лесостепная зона недостаточно увлажнена (350-400 мм осадков), имеет благоприятную теплообеспеченность.

Исследования агрофизических свойств лугово черноземных почв проведены общепринятыми методиками [4-6].

Установлено, что изменение плотности и сложения почв, в том числе и под воздействием техногенных деформаций, оказывает влияние на порозность, соотношение между воздухом и влагой, структуру, эродлируемость, водопроницаемость и водный режим.

Плотность и сложение черноземов определяются не только способами обработки почвы, но и интенсивными агротехнологиями, увлажнением почвы в период вегетации. Так, в засушливый год плотность верхнего (0-30 см) слоя черноземных почв возрастает до 1,16-1,30 г/см³ и более, в увлажненные годы она снижается до 0,82-1,12 г/см³ в связи с деформацией, набуханием и уплотнением почвы.

Выявлено, что иссушение корнеобитаемого слоя сопровождается объемной усадкой и образованием трещин, при увлажнении – набуханием и снижением плотности. При постепенном иссушении

почвы от 35 до 5% влажности отмечается ее уплотнение, определяемое исходным сложением верхнего слоя и гранулометрическим составом
таблица 1.

Таблица 1. Уплотнение лугово-черноземной почвы (слой 0-20 см), % (южная лесостепь)

Исходная плотность, г/см ³	Интервал влажности			Всего	НСР ₀₅ %
	НВ-ВРК	ВРК-ВЗ	ВЗ-МГ		
0,90	5,35	3,11	4,18	12,26	0,82
1,10	2,83	2,72	1,77	7,32	
1,30	2,42	1,08	1,60	5,10	
Обыкновенный легкоглинистый чернозем (степная зона)					
0,90	3,03	5,73	2,94	11,7	0,9
1,10	1,96	3,03	2,66	7,65	
1,30	1,38	1,12	1,18	3,68	

Примечание: МГ – максимальная гигроскопичность, ВЗ – влажность завядания, ВРК – влажность разрыва капиллярной связи, НВ – наименьшая влагоемкость почвы

Повышенные объемные деформации и уплотнение черноземов протекают на более рыхлой (0,90 г/см³) почве – до 11,7-12,6% в интервале влажности от НВ до ВРК, на легкоглинистом черноземе в степной зоне – от ВРК до ВЗ, на плотной (1,30 г/см³) деформации происходят слабее в 2,5-3,0 раза. На почвах тяжелого гранулометрического состава при увеличении катиона Na⁺ в поглощающем комплексе, объемные деформации, уплотнение и трещиноватость верхнего слоя возрастают в 1,7-2,2 раза [6].

Прогноз осеннего увлажнения, и водопроницаемости почвы в засушливые годы, и с повышенным увлажнением определяют приемы и объемы зяблевой обработки в Западной Сибири.

Установлено, что в засушливой зоне южной лесостепи к посеву зерновых, при дефиците увлажнения и невысокой некапиллярной скважности, даже при уплотнении верхнего слоя, близкому к оптимуму (до 1,20 г/см³), содержание жидкой фазы составляет 18-26%, а газообразной повышается до 28-38%, что вызывает необходимость дополнительного прикатывания почвы. На пшенице после пара, при плотности верхнего слоя 0,90 г/см³, содержание газообразной фазы достигает 42%, при 1,00 г/см³ – 38% и уплотнении до 1,20 г/см³ – только 26% или в 1,6 раза меньше.

Превышение в поверхностном слое воздуха над влагой увеличивает газообмен и потери влаги в допосевной период. Парование поля, возделывание кулис, снегозадержание и мульчирование соломой повышает содержание жидкой фазы в верхнем слое почвы на 4% и приближает соотношение между воздухом и влагой к оптимальному – до 0,85-1,00 [7,8].

Выявлено, что длительное внесение соломенной мульчи, удобрений и пестицидов оптимизирует сложение верхнего слоя, повышает содержание растительных остатков до 1,4 т/га (на 67%), при этом жидкая фаза в верхнем слое достигает 30%, а газообразная снижается до 25%. Соотношение между воздухом и влагой достигает 0,85 и соответствует оптимуму.

Накопление и разложение органических остатков, их гумификация на черноземных почвах зависит от агротехнологии зерновых культур, таблица 2.

Таблица 2. Содержание гумуса (%) в слое 0-20 см в зависимости от агротехнологии зерновых культур

Обработка почвы (В)	Вариант агротехнологий (А)		Повышение, %	Среднее (В)
	экстенсивная	интенсивная		
НСР ₀₅ А=0,15				
Вспашка	7,75	8,11	0,36	7,93
Плоскорезная	8,17	8,38	0,21	8,28
«Нулевая»	7,96	8,32	0,36	8,14
Среднее (НСР ₀₅ 0,22)	7,96	8,27	0,31	8,12

Повышение гумусированности верхнего (0-20 см) слоя почвы отмечается на комплексной химизации при минимальных обработках почвы. В длительном (18 лет) опыте содержание гумуса на плоскорезной обработке в слое 0-20 см существенно выше, чем при вспашке и составляет 8,17%, комплексной химизации – 8,38%, что оказывает положительное влияние на структуру и водопрочность почвенных агрегатов. В слое 20-40 см достоверных различий в содержании гумуса не выявлено (6,60-6,71%).

Агрегатный состав верхнего слоя во многом определяется генезисом и климатическими особенностями региона. Накопление органических остатков, гумуса повышают в ПК содержание катионов Са⁺⁺ и Mg⁺⁺, что усиливает водопрочность агрегатов, устойчивость верхнего слоя к уплотнению, снижается потребность в интенсивной обработке почвы, таблица 3.

Таблица 3. Влияние комплексной химизации на коэффициент структурности (К) и содержание водопрочных агрегатов, %

Обработка почвы (А)	Агротехнологии (В)				Среднее	
	экстенсивная		интенсивная			
	К	>0,25мм	К	>0,25мм	К	>0,25 мм
Слой 0-10 см						
Вспашка	0,94	51,5	1,54	58,6	1,24	55,1
Комбинированная	0,98	51,3	1,37	55,7	1,18	53,5
Плоскорезная	1,23	55,8	1,83	61,5	1,53	58,7
«Нулевая»	1,33	56,6	1,88	60,9	1,61	58,8
Среднее	1,12	53,8	1,66	59,2	1,39	56,5
НСР ₀₅	А				0,24	2,92
	В				0,26	1,94

Выявлено, что применение интенсивных агротехнологий со временем приводит к повышению структурности в верхнем слое до 1,66 (в 1,5 раза), а водопрочных агрегатов – до 59,2%. В нижнем слое (10-20 см) данные изменения незначительны.

При ограниченных водных ресурсах лесостепной зоны (350-400 мм) стоит проблема снижения расхода влаги на формирование зерна [9].

Наблюдения показали, что применение интенсивной технологии яровой пшеницы не только повышает урожайность до 4,0-4,5 т/га, но и экономит ограниченные водные ресурсы на 1 тонну зерна, таблица 4.

Таблица 4. Водопотребление в зависимости от агротехнологии возделывания яровой пшеницы, среднее 2004-2021 гг.

Обработка почвы	Коэффициент водопотребления, мм/т зерна							
	экстенсивная				интенсивная			
	1-я кпп	2-я кпп	3-я кпп	среднее	1-я кпп	2-я кпп	3-я кпп	среднее
Отвальная	111	143	192	149	59	66	79	68
Комбинированная	110	151	194	152	61	66	82	70
Плоскорезная	120	158	251	176	59	65	87	70
«Нулевая»	126	174	260	187	62	71	91	75
Среднее	117	156	224	166	60	67	85	71

Примечание: КПП – культура после чистого пара

В целом, в зернопаровом севообороте при интенсивной агротехнологии коэффициент водопотребления снизился с 166 до 71 мм/т или в 2,3 раза, и повышение при удалении культуры от пара в 1,4-1,9 раза.

В засушливых агроландшафтах области, где производится до 80 % зерна, преобладает ветровая эрозия (дефляция) на площади более 1,0 млн га распаханность территории достигает 80-85%, слабая залесенность (5-12%), значительная площадь полей (до 400 га), активный ветровой режим приводят к усилению дефляции и снижению плодородия черноземов.

Ветроустойчивость поля определяется комковатостью верхнего (0-5 см) слоя почвы и наличием условной стерни. Систематическое применение средств химизации повышает продуктивность агроценоза и положительно влияет на накопление органических остатков, агрегатный состав и уменьшение дефляции поля.

При длительном применении средств интенсификации содержание условной стерни возрастает до 45 % при снижении податливости почвы к дефляции на 14,5 % относительно контрольного варианта.

Вывод. Таким образом, длительное (более 20 лет) систематическое применение комплексной химизации (удобрения, гербициды, фунгициды, ретарданты) и минимизация обработки почвы при возделывании яровой пшеницы в севооборотах лесостепных агроландшафтов оптимизирует плодородие и агрофизические параметры черноземных почв, экономит ограниченные водные ресурсы и повышает урожайность качественного зерна до 4,0-4,5 т/га.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. М: Изд.-во: МСХА, 2000. 473 с.
2. Холмов В.Г., Юшкевич Л.В. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири. Омск: Изд.-во: ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2005. 396 с.
3. Буянкин Н.И., Слесарев В.Н. Агрофизика и кинетика в минимизации основной обработки черноземов/Рос. акад. с-х наук. Калининград: Янтарный СКАЗ, 2004. 160 с.
4. Канарак А.К., Таллер Р.К. вопросу обеспеченности растений влагой и воздухом при различном уплотнении почв // Почвоведение, 1962. №5. С. 106-113.
5. Земледелие на равнинных ландшафтах агротехнологии зерновых в Западной Сибири (на примере Омской области): монография СИБНИИ сел. хоз-ва. Новосибирск: РАСХН СО, 2003. 412 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М: Колос, 1979. 416 с.
7. Слесарев В.Н., Бетехтин Ю.Ф. Устройство для регистрации вертикальных деформаций почвы // Почвоведение, 1976. №6. С. 134-137.

8. Черепанов М.Е. Снегозадержание в почвозащитном земледелии Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1988. 160 с.

9. Макаров А.Р., Черепанов М.Е., Юшкевич Л.В. Ресурсы почвенной влаги в засушливом земледелии Западной Сибири. Омск, 1992. 146 с.

FEATURES OF AGROPHYSICAL PROPERTIES OF CHERNOZEM SOILS IN INTENSIVE AGRICULTURE IN WESTERN SIBERIA

L.V. Yushkevich

FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk,

e-mail: yushkevitchLV@yandex.ru

The peculiarities of changes in the agrophysical properties of chernozem soils in long-term stationary experiments (more than 20 years) of the forest-steppe of Western Siberia are established. It has been revealed that the use of means of intensification and resource-saving processing on grain crops preserves the fertility of chernozem soils, optimizes the density of the upper (0 - 30 cm) layer, aggregate composition, the content of water-bearing aggregates of more than 0.25 mm, humus content, reduces deflation, water consumption of grain crops with an increase in grain yield to 3.5 - 4.0 t/ ha. Monitoring observations of changes in the agrophysical properties of zonal soils of Western Siberia are necessary in agrolandscape stationary studies.

Keywords: intensification, chernozems, density, addition, humus, aggregate composition, water consumption, grain yield.

УДК 633.112.1«321»:631.559:631.53.01:631.53.04 (571.1)

ОПТИМИЗАЦИЯ СРОКОВ ПОСЕВА ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В.Л. Ершов, д. с.-х. н., профессор

ФГБОУ ВО Омский ГАУ, г. Омск, e-mail: vl.ershov@omgau.org

Представлены данные по влиянию срока посева и уровня интенсификации технологии возделывания яровой твердой пшеницы на продуктивность культуры по паровому предшественнику, семенные и технологические качества зерна в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Ключевые слова: твердая пшеница, урожайность, качество зерна, срок посева, средства химизации.

В современных хозяйственных условиях, наряду с увеличением валовых сборов, требуется особое внимание к эффективности производства, повышению его рентабельности. Одним из путей ее

решения видится в наращивании производства экономически выгодного высококачественного зерна твердой пшеницы. Освоение интенсивных технологий возделывания данных культур во многом предопределяет решение этой задачи.

Площадь посева твердой пшеницы в Омской области в 1938 г., т.е. еще до поднятия целины, составляла около 90 тыс. га, а в целом по Сибири 452 тыс. га. Но постепенно посевы сокращались до 158 тыс. га в 1983 г., что составляло всего 2 % ко всей площади посева пшеницы. Причем из валовых сборов только 20 % зерна производилось I и II классов по качеству. Из-за низких урожаев в степной зоне повсеместно наблюдалось перемещение площадей твердой пшеницы в зону южной лесостепи с лучшей влагообеспеченностью [1].

Интенсификация технологии возделывания зерновых культур и благоприятная ценовая политика при производстве высококачественного зерна твердой пшеницы способствовали расширению посевных площадей. В период 1986-1990 гг. площадь посева яровой твердой пшеницы в Омской области составила 7 % от площади занятой яровой пшеницей. К 1990 г. культура занимала 120,9 тыс. гектаров, что составляло 10 % площадей в структуре пшеницы. Однако, упадок сельского хозяйства в период перехода к рыночной экономике в 90-е годы, возврат к экстенсивным технологиям в растениеводстве самым негативным образом повлияли на производство твердой пшеницы. Основным препятствием при освоении технологии выращивания культуры на основе минимизации обработки почвы явилось резкое увеличение засоренности посевов, ухудшение режима азотного питания, особенно в благоприятные по увлажнению годы [2].

Ограниченность гидротермических ресурсов Западной Сибири диктует необходимость максимального использования их для синтеза биомассы, а это возможно только при оптимальных сроках посева. Установление оптимальных сроков посева в регионе с учетом конкретных условий, главными из которых являются характер распределения осадков и продолжительность безморозного периода, положительно влияют на повышение урожайности культуры и стабилизации производства высококачественного зерна. С учетом этих факторов оптимальные сроки посева твердой пшеницы при экстенсивной технологии приходятся в большинстве лет на 15-25 мая [3, 4].

Яровая пшеница имеет достаточно высокий прирост биомассы только при переходе среднесуточной температуры воздуха через

+14-15 °С. С учетом этого, необходимо посев проводить с расчетом появления всходов к средней многолетней дате перехода среднесуточной температуры воздуха через эти значения. В условиях южной лесостепи такая температура устанавливается в среднем 26-27 мая. Значит, сеять надо 15-16 мая. Можно ориентироваться и на температуру почвы на глубине посева (5 см), где оптимум ее +10...12 °С. При высоких температурах (выше +18 °С) при прорастании наблюдается обратная картина, что крайне нежелательно для твердой пшеницы, поскольку у нее корневая система менее развита, чем у других зерновых [5].

При изменении погодных условий в регионе, характерный многолетний максимум июльских осадков стал не постоянен, и доля ливневых осадков с их случайным распределением по территории очень высока.

В течение четырех лет нами изучались сроки посева твердой пшеницы Омский рубин по пару. Посев проводился с 5 мая в три срока с интервалом в 9-11 дней. Сравнивались две технологии возделывания: традиционная, где применялись фосфорные удобрения и гербициды против двудольных сорняков, и комплексная химизация, где дополнительно к традиционной, применялись граминицид, ретардант и фунгицид. При необходимости для борьбы с хлебной блошкой в посевах первого срока посева применялся инсектицид. Посев проводился дисковой сеялкой с нормой высева 5,5 млн. всхожих зерен на 1 га.

Климатические условия в период испытаний были различными. Гидротермический коэффициент в критический период формирования посевов (третья декада мая-первая декада июля) по годам наблюдений был равен соответственно 1,1; 0,27; 0,46; 0,94, т.е. условия от очень засушливых до среднеувлажненных.

При первом сроке посева температура почвы была ниже, по сравнению со вторым сроком в среднем на 2,8 °С и это задержало появление всходов на двое суток. При посеве в середине третьей декады мая различия по температуре почвы, в сравнении со средним сроком, составили около 1 °С. В целом температурные условия были достаточно благоприятные, различия по длительности периода посев-всходы укладывались в период от 7 до 13 суток.

Изменения всхожести по срокам посева существенно зависели от условий прогревания и влажности почвы по годам. Так, для раннего срока посева лимитирующим был температурный фактор, а полевая

всхожесть варьировала от 59 до 88 %. Существенную роль при посеве в ранние сроки при пониженной температуре почвы сыграло внесение фосфорных удобрений, которые повышают устойчивость прорастающих семян к неблагоприятным условиям. Для позднего срока лимитирующим фактором была влажность верхнего слоя почвы, поэтому варьирование были максимальными от 57 до 95 %.

Выживаемость растений от всходов до уборки при позднем сроке посева составила около 63 %, что на 8 % ниже, по сравнению с ранним сроком. Выпад растений в течение вегетации был в среднем на уровне 30 %. Период вегетации при посеве в 25 мая составил 81 день, при посеве 5 мая - 86 дней.

В зависимости от срока посева и уровня интенсификации формировалась различная по массе и видовому составу засоренность (табл. 1).

При слабой конкурентоспособности культуры к сорнякам применение диалена не всегда обеспечивало снижение засоренности до низкого уровня (менее 10%), независимо от срока посева. Наблюдается особенность в том, что первом сроке мятликовые представлены в основном овсюгом, а при третьем - просовидными сорняками.

Таблица 1. Засоренность твердой пшеницы по пару в зависимости от сроков посева и уровня химизации (среднее за 4 года)

Срок посева	Доля сорняков, %	Количество и масса сорняков, шт./г с 1 м ²		
		всего	в т.ч. по группам	
			мятликовые	однолетние двудольные
Химизация: удобрения + гербицид				
1-й (ранний)	13,8	27 / 158	13 / 51	14 / 95
2-й (средний)	13,4	104 / 176	98 / 146	6 / 30
3-й (поздний)	19,9	58 / 289	52 / 270	6 / 18
комплексная химизация				
1-й (ранний)	10,0	21 / 108	3 / 19	18 / 89
2-й (средний)	5,2	31 / 71	19 / 30	12 / 41
3-й (поздний)	8,3	30 / 105	27 / 91	3 / 13

Применение средств комплексной химизации существенно улучшило показатели структуры урожая при раннем и среднем сроках

в сравнении с поздним, особенно число продуктивных стеблей на единицу площади.

Продуктивность твердой пшеницы в большей степени определялось гидротермическими факторами в период вегетации, где их доля составляла 73 %, от средств химизации – 11 % и от сроков посева – 10 %. Существенное влияние ($F_{\phi} > F_{05}$) на урожай оказало также взаимодействие факторов погодных условий (год) и сроков посева.

При традиционной технологии возделывания максимальная урожайность получена при посеве 15-16 мая - 1,65 т/га (табл. 2). При позднем сроке посева урожайность существенно снижалась, по сравнению с первым и вторым сроками (на 10,5-17,6 %). Подобная закономерность отмечена в 75 % случаев.

Применение комплексной химизации существенно, на 12,6 % повысило продуктивность культуры. Наибольшая отдача от дополнительных средств химизации отмечалась при раннем сроке посева – 0,30 т/га (19,7 %).

Таблица 2. Влияние сроков посева и химизации на урожайность твердой пшеницы по паре, т/га (среднее за 4 года)

Срок посева (А)	Химизация (В)		Среднее по А, НСР ₀₅ =0,13
	удобрения + гербицид	комплексная химизация	
1-й (ранний)	1,52	1,82	1,67
2-й (средний)	1,65	1,78	1,72
3-й (поздний)	1,36	1,49	1,42
Среднее по В, НСР ₀₅ =0,11	1,51	1,70	1,60
для частных различий НСР ₀₅ =0,38			

На семенные свойства зерна сроки посева оказывали существенное влияние. Даже при среднем сроке посева существенно снижались энергия прорастания (на 7,1 %) и всхожесть (на 5,8 %), по сравнению с ранним сроком. При позднем сроке посева эти показатели еще более ухудшаются, соответственно на 8,1 и 8,3 %.

Применение средств комплексной химизации оказывало неодинаковое воздействие на семенные свойства в зависимости от сроков посева в разные годы исследований. На энергию прорастания основное влияние оказали сроки сева (доля фактора 50 %), но одинаковое воздействие (по 24,8 %) имели средства химизации и

взаимодействие сроков со средствами химизации. Поэтому поздний срок посева уступает по показателю энергии прорастания среднему сроку на фоне удобрений и гербицида, а на фоне комплексной химизации различия между этими сроками посева несущественны. Сила роста семян, выращенных на фоне удобрений и гербицида слабо зависела от сроков посева. На фоне комплексной химизации отмечается снижение этого показателя при среднем и позднем сроках. Фунгициды удлиняют вегетацию и в годы с недостатком тепла созревание семян проходит в менее благоприятных условиях.

Сроки посева слабее влияли на технологические свойства зерна. При посеве по пару изучаемые факторы не оказали существенного влияния на показатели стекловидности, содержание белка и клейковины. Натура зерна слабо зависела от используемых вариантов химизации, где большее влияние оказали сроки посева (доля фактора 98 %). В половине лет исследований показатели натуры зерна соответствовали требованиям 2 класса в варианте с удобрениями и гербицидами при среднем сроке посева.

Качество макарон из полученного зерна слабо зависело от сроков посева культуры. Физические свойства макарон были хорошими.

Таким образом, для получения максимальной урожайности культуры с соответствующим качеством продукции требуется дифференцированный подход к сроку посева и уровню интенсификации технологии возделывания. При раннем и среднем сроках посева растения твердой пшеницы в период кущения – выхода в трубку находятся в более благоприятных гидротермических условиях для наращивания оптимальной биомассы и формирования колоса. Продуктивность твердой пшеницы в большей степени определялось гидротермическими условиями в период вегетации, где их доля составляла 73 %, от уровня химизации – 11 % и от сроков посева – 10 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Басев И.П. Возделывание твердой пшеницы на черноземах лесостепи Новосибирской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Иркутск, 1973. 26 с.
2. Научные основы земледелия равнинных ландшафтов Западной Сибири: монография / Л.В. Березин, В.Л. Ершов, Ю.Б. Мощенко [и др.]; под редакцией И.Ф. Храмцова. Омск: Изд-во ОмГАУ, 2007. 312 с.
3. Фризен Ю.В., Кислицина Е.В. Влияние метеорологических факторов на посевные качества семян яровой твердой пшеницы // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2016. № 3 (23). с. 18-22.

4. Формирование и налив зерна яровой твердой пшеницы в условиях лесостепи Западной Сибири / М.Г. Евдокимов, В.С. Юсов, Б.М. Татина [и др.]. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 11 (133). С. 5-9.

5. Биологические основы возделывания зерновых культур: монография / Ю.С. Ларионов, Л.М. Ларионова, А.С. Архипов [и др.]. Курган, 1989. 42 с.

OPTIMIZATION OF DURUM WHEAT SOWING DATES IN THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA

V.L. Ershov

FSBEI HE Omsk State Agrarian University

The paper presents the data on the effect of sowing period and level of intensification of spring durum wheat cultivation technology on the productivity of crop on fallow predecessor, seed and technological qualities of grain under the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia.

Keywords: durum wheat, yield, grain quality, sowing period, means of chemization.

УДК 633.11«321»:631.559

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ПШЕНИЦЫ ЯРОВОЙ И ЕЕ ПРОДУКТИВНОСТЬ

И.А. Корчагина, кандидат с.-х. наук

ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, e-mail: korchagina@anc55.ru

В статье представлен структурный анализ пшеницы яровой сорта Омская 36, а также взаимосвязь урожайности с основными ее составляющими. Сопряженность урожайности с количеством зерен в колосе ($r = 0,68$) и продуктивными стеблями ($r = 0,62$) была более тесной. При применении гербицидов, удобрений и фунгицида Абакус Ультра получена наиболее высокая урожайность культуры и составила в среднем 3,39 – 3,55 т/га.

Ключевые слова: пшеница мягкая яровая, структура урожая, продуктивность, средства защиты растений, агротехнология.

Пшеница яровая является основной продовольственной культурой, занимающей первое место по площади посева и валовому сбору зерна [1] или более 80% зернового клина Омской области (1,9 млн. га) [2]. В течение многих лет (и даже веков) ученые ведут поиск приемов, обеспечивающих повышение ее продуктивности. Наиболее важной задачей является улучшение условий питания культуры по

средствам агротехнологий, удобрений и средств защиты посевов пшеницы [3].

На степень выраженности отдельных элементов структуры урожая и их соотношение наибольшее влияние оказывают погодноклиматические условия. В связи с этим целью данных исследований явилось изучение взаимосвязи урожайности с основными элементами ее структуры.

Объектами изучения являлись: пшеница мягкая яровая сорт «Омская 36»; фунгициды: Псевдобактерин-3 (биологический), Абакус Ультра (химический). Предшественник – вторая пшеница. Учетная площадь делянки 36 м². Для исследований были выбраны две агротехнологии с различной интенсивностью механического воздействия на почву: отвальная (глубина 20-22 см) и минимальная (без осенней обработки). На данных фонах применяли средства интенсификации: перед посевом фоновое внесение минеральных удобрений в дозе 60 кг/га, гербициды (против мятликовых и двудольных сорняков). Посев и уборка проведены в оптимальные сроки.

Погодные условия в течение периода наблюдений были контрастными: 2019 год был средnezасушливый (ГТК 0,99), а вегетационный период 2020 года характеризовался низкой влагообеспеченностью (ГТК 0,58).

Исследования проведены по методике государственного сортоиспытания [4].

Результаты исследований. Анализ структуры урожая – важный способ оценки развития культурных растений, он позволяет установить закономерности формирования урожая и проследить его зависимость от многообразия факторов внешней среды, в т.ч. негативное действие химических веществ или экстремальных погодных условий, а также влияние болезней, сорных растений и вредителей (таблица 1).

Таблица 1. Элементы структуры урожая пшеницы мягкой яровой, 2019-2020 гг.

Вариант		Элемент структуры				
обработки почвы	химизации	продуктивные стебли, шт./кв.м	продуктивная кустистость	количество зерен в колосе, шт.	масса зерна в колосе, г	отношение зерна к соломе
1	2	3	4	5	6	7
Отвальная		285	0,95	18,5	1,00	1 : 0,8

1	2	3	4	5	6	7
Минимальная	контр оль	315	0,99	20,1	1,05	1 : 0,8
Среднее		300	0,97	19,3	1,02	1 : 0,8
Отвальная	ГУ	224	0,91	21,5	1,09	1 : 0,9
Минимальная		218	1,00	23,5	1,09	1 : 0,9
Среднее		221	0,95	22,5	1,09	1 : 0,9
Отвальная	ГУП	216	1,16	23,9	1,18	1 : 0,9
Минимальная		253	0,98	27,2	1,14	1 : 0,9
Среднее		234	1,07	25,5	1,16	1 : 0,9
Отвальная	ГУФ	245	1,02	25,3	1,28	1 : 1
Минимальная		262	1,01	26,9	1,21	1 : 1
Среднее		253	1,01	26,1	1,24	1 : 1
Среднее по элементам структуры		252	1,00	23,3	1,13	1 : 0,9
НСР ₀₅ А (обработка почвы)		52	0,1	0,6	0,1	-
НСР ₀₅ В (средства химизации)		74	0,1	0,3	0,1	-
НСР ₀₅ АВ		62	0,1	0,4	0,1	-

Примечание: ГУ – гербициды+удобрения; ГУП – гербициды + удобрения + Псевдобактерин-3; ГУФ – гербициды + удобрения + Абакус Ультра.

Количество продуктивных стеблей в наибольшей степени отмечено в контрольном варианте (300 шт./м²). При использовании средств интенсификации наблюдается снижение количества продуктивных стеблей на 66-79 шт./м² (22-26%). Применение химического фунгицида Абакус Ультра повысило количество продуктивных стеблей на 19 шт./м² (7%) по отношению к биологическому фунгициду Псевдобактерин-3, но было ниже контроля на 47 шт./м² или 16%.

Применение химизации позволили увеличить количество зерен в колосе на 3,0-3,4 шт. (14%) в варианте гербициды и удобрения, на 5,4-7,1 шт. (23-26%) – от биологического фунгицида и на 6,8 шт. (25-27%) от химического в сравнении с контролем. Стабильно высокое количество зерен в колосе (20,1-26,9 шт.) имела минимальная обработка почвы. Отвальная агротехнология уступала минимальной на 1,6-3,3 шт.

Результаты анализа говорят о том, что масса зерна в колосе увеличивается вследствие применения средств защиты растений и удобрений относительно контрольного варианта на 0,07-0,22 г

(6-18%). Максимальная масса зерна в колосе отмечена в варианте с химическим фунгицидом (1,24 г).

Установлено, что показатель продуктивной кустистости зависит в наибольшей степени от погодных условий (60%), обработки почвы (27%) и применения средств интенсификации (13%).

Сохранность растений к уборке на единице площади – показатель, заметно влияющий на урожайность зерновых культур. Данные свидетельствуют, что сохранность растений на комплексной химизации была выше на 13%, чем на контрольном варианте. По отношению к вариантам химизации на отвальной и минимальной агротехнологиях различие в количестве растений пшеницы яровой на квадратном метре посева составило 14%.

Урожайность повторного посева пшеницы после пара на контроле была крайне низкой (0,37 – 0,66 т/га) и незначительной (1,05-1,18 т/га) при применении гербицидов с удобрениями без фунгицидной обработки (таблица 2).

Таблица 2. Урожайность зерна пшеницы мягкой яровой (т/га)

Варианты химизации	Вид обработки почвы		Среднее
	отвальная	минимальная	
2019 г.			
Контроль	0,67	0,66	0,66
ГУ	1,17	1,20	1,18
ГУ+Псевдо	1,10	1,18	1,14
ГУФ	3,36	3,42	3,39
Среднее	1,58	1,61	1,60
НСР ₀₅ 0,33			
2020 г.			
Контроль	0,42	0,32	0,37
ГУ	1,25	0,84	1,05
ГУ+Псевдо	4,00	3,92	3,96
ГУФ	4,28	2,82	3,55
Среднее	2,49	1,98	2,23
НСР ₀₅ 0,42			

Примечание: ГУ – гербициды + удобрения; ГУ+Псевдо – гербициды + удобрения + Псевдобактерин-3; ГУФ – гербициды + удобрения + Абакус Ультра.

Наблюдения показали, что наиболее существенное влияние на продуктивность растений пшеницы мягкой яровой оказали средства интенсификации. Более высокая продуктивность культуры получена в

варианте при комплексном применении гербицидов, удобрений и фунгицида Абакус Ультра и составила в среднем 3,39 – 3,55 т/га.

Опрыскивание растений биологическим препаратом Псевдобактерин-3 способствовало снижению урожайности зерна на 2,25 т/га или 66% в сравнении с химическим фунгицидом Абакус Ультра. Комплексное применение средств химизации с защитой растений повышало урожайность зерна в среднем с 0,66 до 3,39 т/га или в 5,1 раза.

Сопряженность урожайности и показателей структурного анализа растений пшеницы мягкой яровой показала, что она была теснее связана с количеством зерен в колосе ($r = 0,68$) и продуктивные стебли ($r = 0,62$).

Заключение. На продуктивность пшеницы мягкой яровой влияет не общее количество осадков, выпавших в течение вегетации, а обеспеченность ими в наиболее важные для культуры фазы развития. Анализ структуры урожая пшеницы яровой показал, что агротехнология и средства интенсификации повлияли не существенно на составляющие ее основные элементы. Наиболее продуктивной была отвальная обработка почвы (1,14 г или 2%) в сравнении с минимальной. Более высокая продуктивность культуры получена в варианте при комплексном применении гербицидов, удобрений и фунгицида Абакус Ультра и составила в среднем 3,39 – 3,55 т/га.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Увеличение и стабилизация производства высококачественного зерна пшеницы в Омской области / Ю.В. Колмаков, Л.В. Юшкевич, И.А. Корчагина [и др.]. Омск: Информационный центр сотрудничества "Литера", 2015. 60 с.
2. Система адаптивного земледелия Омской области / И.Ф. Храмцов [и др.]. Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е.А., 2020. – 522 с.
3. Оптимизация полевых севооборотов и структуры использования пашни при возделывании яровой пшеницы в Омской области / Л. В. Юшкевич, В. В. Чибис, А. Г. Щитов [и др.]. Омск: ИП Макшеева Е.А., 2020. 43 с.
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1989. Вып. 2. 194 с.

STRUCTURAL ANALYSIS OF SPRING WHEAT AND ITS PRODUCTIVITY

I.A. Korchagina

*FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk,
e-mail: korchagina@anc55.ru*

The article presents a structural analysis of spring wheat variety Omskaya 36, as well as the relationship between yield and its main components. The correlation of

yield with the number of grain spike ($r = 0.68$) and productive stems ($r = 0.62$) was closer. When using herbicides, fertilizers and fungicide Abakus Ultra the highest crop yield was obtained and averaged 3.39-3.55 t/ha.

Key words: soft spring wheat, crop structural, productivity, plant protection products, agricultural technology.

УДК 631.43: 631.51:632.9: 633.11«321»

ВЛИЯНИЕ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ЕЁ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЕВОВ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

В. Г. Кутилкин, кандидат с.-х. наук
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский,
e-mail: kutilkin_vg 65 @ mail.ru

В статье представлены данные по изучению влияния основной обработки чернозема типичного тяжелосуглинистого на физические свойства почвы, фитосанитарное состояние посевов и урожайность яровой мягкой пшеницы. Исследования проводились в 2007-2021 гг. в зернопаровом севообороте, где предшественником изучаемой культуры была соя. Мелкая обработка на 10-12 см по сравнению со вспашкой без ухудшения условий для роста растений и снижения урожайности культуры оказалась экономически наиболее выгодным приёмом в качестве основной обработки под яровую пшеницу.

Ключевые слова: обработка почвы, физические свойства, засорённость, пшеница.

Яровая пшеница – важнейшая зерновая культура в мире, стране и в Среднем Поволжье. Увеличение валового производства зерна этой культуры в условиях рыночной экономики требует постоянного снижения её себестоимости и повышения рентабельности производства.

Решение проблемы повышения урожайности и стабилизации производства яровой пшеницы можно достичь за счёт совершенствования основных элементов технологии возделывания культуры в направлении ресурсосбережения [1, 2].

Основой в системе возделывания сельскохозяйственных культур является обработка почвы, агротехническая роль которой состоит в создании благоприятных условий для роста и развития растений [3-5].

При этом наибольший удельный вес среди всех затрат на выращивание сельскохозяйственных культур по традиционным технологиям приходится на обработку почвы, и прежде всего на вспашку. Поэтому в связи появлением более совершенных почвообрабатывающих машин система обработки почвы должна совершенствоваться в направлении её минимизации [6].

Сегодня в условиях рыночной экономики целью выбора способа и глубины обработки почвы должна быть не максимальная урожайность любой ценой, а минимальные затраты на единицу произведённой растениеводческой продукции с наибольшим экономическим эффектом и сохранением плодородия почвы. Однако минимизация обработки почвы вплоть до прямого посева возможна лишь при системном подходе, так как все её положительные стороны эффективно реализуются при определённых условиях [7, 8].

Поэтому изучение влияния малозатратных приёмов основной обработки почвы на изменение плодородия почвы, фитосанитарного состояния посевов, продуктивность сельскохозяйственных культур по-прежнему является актуальной задачей научного земледелия. И вопрос обработки почвы в сочетании с другими элементами системы земледелия (применения удобрений, средств защиты растений и т. п.) до сих пор остаётся открытым, спорным и требует дальнейшего изучения.

В связи с этим целью исследований было изучение влияния различных приёмов основной обработки почвы на её физические свойства, фитосанитарное состояние посевов и урожайность яровой пшеницы в конкретных почвенно-климатических условиях.

Почва на опытном поле представлена чернозёмом типичным среднесуглинистым с содержанием гумуса в пахотном слое 6-7 %.

Исследования в течение 2007-2021 гг. проводили в стационарном полевом опыте кафедры «Землеустройство, почвоведение и агрохимия» в зернопаровом севообороте, котором яровая пшеница размещалась после зернобобовой культуры – сои.

Под яровую пшеницу изучались следующие варианты основной обработки почвы: 1 – вспашка на 20-22 см (контроль), 2 – мелкая обработка тяжелой дисковой бороной на 10-12 см, 3 – без осенней механической обработки с применением гербицида сплошного действия.

На первом и втором варианте опыта закладка изучаемых приёмов основной обработки почвы осуществлялась после предварительного лущения стерни тяжелой дисковой бороной на 8-10 см.

Повторность опыта трёхкратная, размер делянок – 780 м².

В опыте высевался районированный сорт яровой мягкой пшеницы Тулайковская 10 с нормой посева 5 млн. всхожих семян.

Агротехника возделывания яровой пшеницы в опыте была общепринятой для условий лесостепи Среднего Поволжья.

Наблюдения и сопутствующие учёты проводились по общепринятым методикам. Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа.

Общеизвестно, что наиболее существенное влияние механическая обработка почвы оказывает на изменение её таких физических свойствах, как плотность, порозность и структурно-агрегатное состояние [9].

В нашем опыте приёмы основной обработки почвы слабо влияли на структуру чернозёма типичного тяжелосуглинистого. Доля агрономически ценных агрегатов размером от 0,25 до 10 мм в пахотном слое почвы под посевами яровой пшеницы составила 71,2 %, что на 4,3 % ниже, чем по мелкой обработке дисковой бороной, и на 5,2 % меньше чем по варианту без осенней механической обработки.

Плотность почвы – важнейший показатель физического состояния почв. Наибольшей продуктивности сельскохозяйственные культуры достигают при оптимальной плотности сложения пахотного слоя почвы, которая на чернозёмах Среднего Поволжья для яровой пшеницы колеблется в пределах 1,0-1,2 г/см³. Регулирование плотности осуществляется главным образом её механической обработкой.

В осенний период перед уходом в зиму плотность сложения пахотного слоя почвы была следующей: по вспашке – 0,85 г/см³, по дискованию – 1,01 г/см³, по варианту – без осенней механической обработки – 1,18 г/см³.

Общая пористость в слое 0-30 см почвы перед уходом в зиму наибольшей отмечена по вспашке 59,1 %, что на 5,6 и 10,3 % выше, чем по мелкой обработке и варианту, где с осени никакой механической обработки в поле не проводилось.

Весной в период посева яровой пшеницы плотность почвы в пахотном слое составила по вспашке 1,05 г/см³, по мелкой обработке – 1,07 г/см³, по варианту без осенней механической обработки – 1,15 г/см³.

Наблюдения за равномерностью заделки семян показали, что посев пшеницы по мелкой обработке и варианту без осенней механической обработки обеспечивал более равномерную заделку семян, что в

дальнейшем несколько сказалось на полевой всхожести семян. Так, по вспашке она составила 82,5%, мелкой обработке – 86,6 %, по варианту без осенней механической обработки – 85,7 %.

В среднем за 2 года исследований вспашка по сравнению с мелкой обработкой и исключением её в осенний период снижала поражение растений яровой пшеницы корневой пшеницы на 4,6 % и 5,2 % (3,4% против 8,0 и 9,8 %).

Учёт абсолютно сухой биомассы яровой пшеницы в фазе трубкования наибольшим был по вспашке 958 г/м², что на 34 и 45 г/м² больше, чем по мелкой обработке и варианту без осенней механической обработки соответственно.

Фитосанитарное состояние посевов является важным фактором, определяющим урожайность сельскохозяйственных культур и качество растениеводческой продукции [10].

Наблюдения за засорённостью посевов яровой пшеницы показали, что основная обработка почвы оказала существенное влияние на количество и массу сорняков. Наименьшее число сорных растений наблюдалось на вариантах, где проводилась вспашка 32,7 шт./м², что в 1,4 и 1,7 меньше, чем на вариантах мелкой обработки и без осенней механической обработки соответственно (табл. 1). Мелкая обработка и её исключение в осенний период способствовали также увеличению массы сорных растений на 150-160 % по сравнению со вспашкой.

Количество и масса многолетних сорных растений в агроценозе яровой пшеницы по вариантам опыта различалось не сильно, что по-видимому связано с высокой эффективностью применяемых в опыте гербицидов.

Таблица 1. Засорённость посевов яровой пшеницы перед уборкой в зависимости от основной обработки почвы (2007-2021 гг.)

Единицы измерения	Обработка почвы		
	Вспашка на 20-22 см (контроль)	мелкая обработка на 10-12 см	без осенней механической обработки
шт/м ²	32,7	47,2	54,4
г/м ²	57,9	88,0	94,6
шт/м ²	4,3	4,8	5,5
г/м ²	35,7	37,8	43,8

Урожайность сельскохозяйственных культур является важнейшим критерием любого агротехнического приёма и зависит не только от

почвенно-погодных условий, но и от элементов технологии возделывания, в том числе и механической обработки почвы.

Основная обработка почвы слабо влияла на урожайность яровой пшеницы. В среднем за 15 лет исследований наибольшая урожайность была получена по мелкой обработке 17,8 и вспашке 17,6 ц/га, что на 1,0 и 0,8 ц/га выше, чем по варианту без осенней механической обработки (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность (ц/га) яровой пшеницы в зависимости от основной обработки почвы

Год	Обработка почвы			НСР ₀₅
	вспашка на 20-22 см (контроль)	мелкая обработка на 10-12 см	без осенней механической обработки	
2007	18,2	20,4	17,8	1,29
2008	19,8	20,3	19,0	0,64
2009	13,3	12,2	12,4	1,09
2010	7,4	11,9	12,1	1,42
2011	17,4	17,9	16,3	1,55
2012	21,3	20,7	20,0	2,27
2013	13,3	13,1	10,8	0,60
2014	23,7	22,1	20,9	3,71
2015	8,5	8,9	9,0	1,23
2016	12,2	11,6	10,9	0,61
2017	31,2	26,6	26,0	3,28
2018	16,8	16,7	16,0	0,63
2019	17, 2	22,4	20,9	3,55
2020	22,3	23,1	20,6	3,62
2021	20,3	19,8	19,3	0,67
В среднем	17,6	17,8	16,8	

Сегодня приобретенным направлением в развитии сельскохозяйственного производства является увеличение объёма и качества продовольственного зерна, особенно при переходе на минимальные и «нулевые» обработки почвы [10].

Зерно на всех вариантах опыта соответствовало 3 классу и приёмы основной обработки почвы не оказали заметного влияния на качество зерна яровой пшеницы. Хлебопекарные свойства яровой пшеницы также практически не зависели от вариантов осенней обработки почвы.

Расчёт экономической эффективности показал, что наиболее выгодным приёмом основной обработки почвы является мелкая

обработка на 10-12 см. Здесь получена самая низкая себестоимость зерна (7 956, 6 руб./т против 9 073,7 по вспашке и 10 595,9 руб./т – по варианту без осенней механической обработки). Рентабельность производства зерна по мелкой обработке составила 66,7 %, что на 19,7 % выше, чем по вспашке, и на 39,3 % выше, чем по варианту без осенней механической обработки.

Таким образом, в качестве основной обработки почвы под яровую пшеницу следует применять мелкую обработку на 10-12 см, которая способствует снижению энергетических и трудовых затрат без ухудшения физических свойств почвы, фитосанитарного состояния посевов и снижения урожайности по сравнению со вспашкой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вошедский Н. Н., Гринько А.В. Выращивание яровой твердой пшеницы в условиях Ростовской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 3 (59). С. 23-27.
2. Гринько А.В., Кулыгин В.А. Влияние уровней минерального питания на продуктивность яровой пшеницы Мелодия Дона на черноземе обыкновенном // Научный альманах. 2016. № 10 (2). С. 238-243.
3. Елисеева Н.С., Банкрутенко А.В. Влияние основной обработки почвы и средств химизации на урожайность гороха посевного в подтаёжной зоне Западной Сибири // Вестник НГАУ. № 2 (35). 2015. С. 32-38.
4. Коркина Е.Г., Харалгина О.С., Рзаева В.В. Влияние основной обработки почвы на засорённость и урожайность яровой пшеницы после занятого пара в зернопаровом севообороте северной лесостепи Тюменской области // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных. 2015. С. 53-54.
5. Миллер Е.И., Рзаева В.В., Миллер С.С. Применение органических удобрений на фоне основной обработки почвы при возделывании кукурузы на силос в Западной Сибири // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2019. № 1. С. 60-63.
6. Данилов А.Н., Летучий А.В., Шагиев Б.З. Влияние удобрений и обработки почвы на элементы ее плодородия и урожайность яровой пшеницы на черноземах Поволжья // Нива Поволжья. 2015. № 3 (36). С. 46-53.
7. Ленточкин А.М., Широбоков П.Е., Ленточкина Л.А. Нулевая, минимальная и отвальная обработка почвы // Земледелие. 2016. № 3. С. 9-13.
8. Черкасов, Г.Н., Пыхтин И.Г. Комбинированные системы основной обработки наиболее эффективна и обоснована // Земледелие. 2006. № 6. С.20-22.
9. Сухов А.Н. Агрофизические показатели светло-каштановых почв и их регулирование приёмами основной обработки // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2011. № 1 (21). С. 1-6.

10. Синецёков В.Е., Ткаченко Г.И. Содержание сырой клейковины в зерне яровой пшеницы при минимизации обработки чернозема выщелоченного // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. № 2 (49). 2016. С. 19-27.

INFLUENCE OF BASIC SOIL TREATMENT ON ITS PHYSICAL PROPERTIES, PHYTOSANITARY STATE OF CROPS AND YIELD OF SPRING WHEAT

V.G. Kutilkin

*FSBEI HE Samara State Agrarian University, Kinel, urban settlement
Ust-Kinelsky, e-mail: kutilkin_vg 65 @ mail.ru*

The article presents data on the study of the influence of the main processing of typical heavy loamy chernozem on the physical properties of the soil, the phytosanitary state of crops and the yield of spring soft wheat. The studies were carried out in 2007-2021. in grain-fallow crop rotation, where the forerunner of the studied crop was soybean. Small tillage by 10-12 cm compared to plowing without worsening the conditions for plant growth and reducing crop yields turned out to be the most cost-effective method as the main treatment for spring wheat.

Key words: tillage, physical properties, weediness, wheat.

УДК 631.559: 664. 6./ 7:633.11«321»: 631.5 (571.1)

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРИЕМАМИ

И.В. Пахотина, кандидат с.-х наук,
Е.Ю. Игнатьева, кандидат с.-х наук,
Л.В. Юшкевич, доктор с.-х наук

ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, e-mail: pakhotina@anc55.ru

Проведены исследования по влиянию основных агротехнических приемов: способ обработки почвы, использование средств химизации при бессменном посеве яровой мягкой пшеницы на накопление белка и клейковины в зерне. Отмечено, снижение содержания белка на 1,40%, клейковины на 3,3% по мере удаления посева от пара. На интенсивном фоне в сравнении с контролем отмечен рост уровня содержания белка на 1,39%, клейковины на 2,5%. Уровень клейковины (не менее 25%) необходимый для производства стандартной муки можно получить и при бессменном посеве пшеницы при использовании комплекса средств химизации, в том числе азотных удобрений в оптимальных дозах.

Ключевые слова: яровая пшеница, содержание белка, количество клейковины в зерне, агротехнологические приемы

Проблема повышения содержания белка в зерне злаковых культур и его качества остаётся актуальной. Из зерновых культур пшеница выгодно отличается большим содержанием белка (9-26%) в сравнении с ячменём (7-25%), рожью (9-19%) и овсом (8-12%). Содержание белка в зерне - один из важнейших критериев оценки качества зерна на мировом рынке [1]. В России товарная пшеница по содержанию белка подразделяется на 5 классов (ГОСТ 9353-2016) с ограничительной нормой 14,5; 13,5; 12,0 и 10,0% для первого, второго, третьего и четвёртого классов соответственно. Содержание белка в пятом классе не ограничивается. Хлебопекарное качество зерна определяется прежде всего количеством клейковины в зерне. Для получения стандартной муки необходимо не менее 25% клейковины хорошего качества, что предусмотрено Гост 34702-2020 [2]. В улучшении качества зерна значение имеют как сорт с высоким потенциалом технологических свойств, так и технология его выращивания. Установлено, что внесение азотных удобрений до 60 кг/га способствует увеличению содержания белка на 2%, клейковины более, чем на 3 %, при этом способ обработки почвы существенно не влияет на изменение белковости зерна [3].

Цель исследований: выявить влияние агротехнологических приёмов на формирование содержания белка и клейковины в зерне мягкой яровой пшеницы.

Материалы и методы исследований. Исследование проведено в южной лесостепи Омской области в стационаре лаборатории ресурсосберегающих агротехнологий Омского аграрного научного центра в 2010-2020 гг. Почва – лугово-черноземная среднегумусная тяжелосуглинистая с содержанием гумуса до 7 %, Ph – 6,4.

Опыт включает следующие факторы: фактор А – система обработки почвы в севообороте: 1) отвальная; 2) комбинированная; минимально-нулевая; 4) плоскорезная; фактор В – вариант интенсификации: 1) контроль (без химизации); 2) комплексная химизация (гербициды + удобрения + фунгициды + ретарданты); фактор С - предшественник (пар - первая пшеница после пара - вторая пшеница после пара).

Сорт яровой пшеницы Омская 36. Посев – 20-25 мая с нормой высева 4,5 млн. всхожих зёрен на 1 га. Уборка однофазная в фазу полной спелости комбайном САМПО – 130 с внесением измельчённой соломы на поле.

Содержание белка в зерне определяли по методу М.И. Базавлука, сырой клейковины по Гост 54478-2011.

Погодные условия вегетационных периодов 2011-2022 были контрастными. Наиболее засушливые вегетационные периоды

отмечались в 2012, 2014, 2017 и 2021 гг. (ГТК – 0,55-0,70), влажные в 2018 г. (ГТК - 1,40).

Результаты. Исследования, проведённые в Западной Сибири, показали, что применение удобрений и средств защиты растений способствовало повышению урожайности и технологических параметров зерна. Оправдано внесение минеральных удобрений до 40 кг/д.в. В то же время в Омской области применение удобрений резко сократилось до 5 кг/га (2016-2020 гг.) [4,5,6]. Данные таблицы 1 иллюстрируют влияние интенсивности обработки почвы, предшественников и средств химизации на формирование содержания белка в зерне.

Таблица 1. Влияние средств химизации и приёмов обработки почвы в зависимости от предшественников на содержание белка в зерне, среднее за 2011-2019 гг.

Система обработки почвы	Пшеница по пару		1 пшеница после пара		2 пшеница после пара	
	контроль	КХ*	контроль	КХ*	контроль	КХ*
1	2	3	4	5	6	7
Отвальная	12,86	14,17	11,68	13,13	11,14	12,58
Комбинированная	12,51	14,41	11,56	13,13	11,45	12,30
Минимально-нулевая	13,19	13,39	11,75	12,09	11,20	12,18
Плоскорезная	13,01	13,88	11,40	13,02	11,05	12,65
Среднее по фактору В	12,89	13,96	11,60	12,84	11,21	12,43
НСР _{0,05}	0,28		0,19		0,25	

Примечание: КХ – комплексная химизация

Внесение минеральных удобрений до 60 кг (N₂₄P₃₆) в сочетании с пестицидами способствовало существенному улучшению качества зерна, особенно накоплению белка и клейковины в зерне. На фоне комплексной химизации отмечено достоверное увеличение содержания белка в зерне по пару на 1,07%, первой и второй пшенице после пара на 1,24 и 1,22% в сравнении с контролем.

В Омской области более 40% посевов яровой пшеницы проводят бессменно. На пар приходится около 28 % от общей площади, занимаемой яровой пшеницей, на вторую культуру после пара – 24 % [6]. Установлено, что по мере удаления от пара содержание белка в зерне снижается от 0,95 до 1,98% в зависимости от способа обработки почвы – рисунок 1.

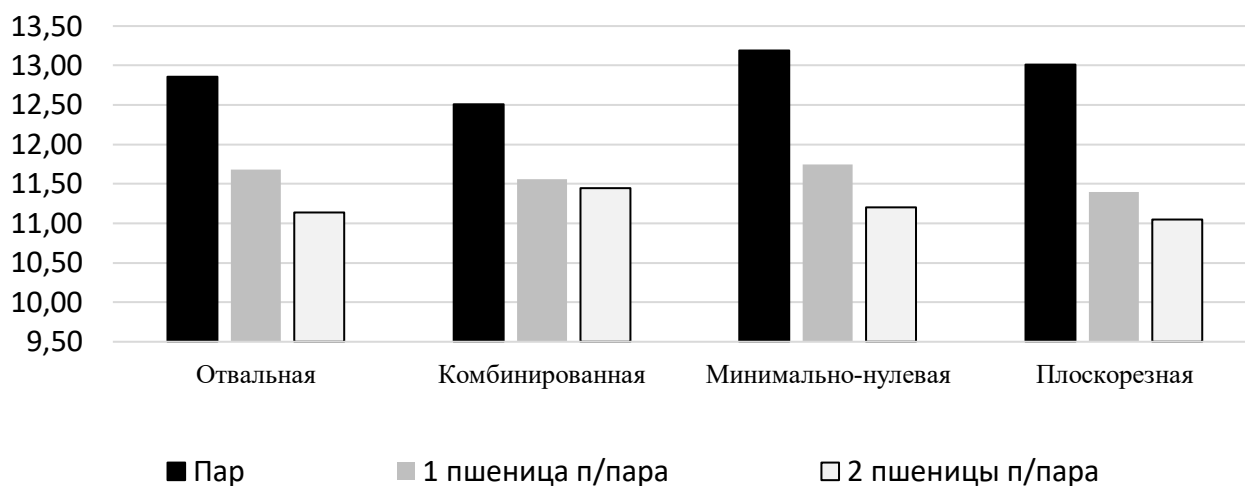


Рисунок 1 – Влияние системы обработки почвы и предшественников на формирование содержание белка в зерне на экстенсивном фоне

Максимальный уровень белка был получен на паровом фоне при минимально-нулевой обработке почвы (+0,18 - +0,68% в сравнении с другими приёмами обработки почвы).

Из рисунка 2 видно, что на интенсивном фоне с использованием комплекса средств химизации максимальное накопление белка отмечено по пару при чередовании отвальной и плоскорезной обработки почвы (комбинированный способ).

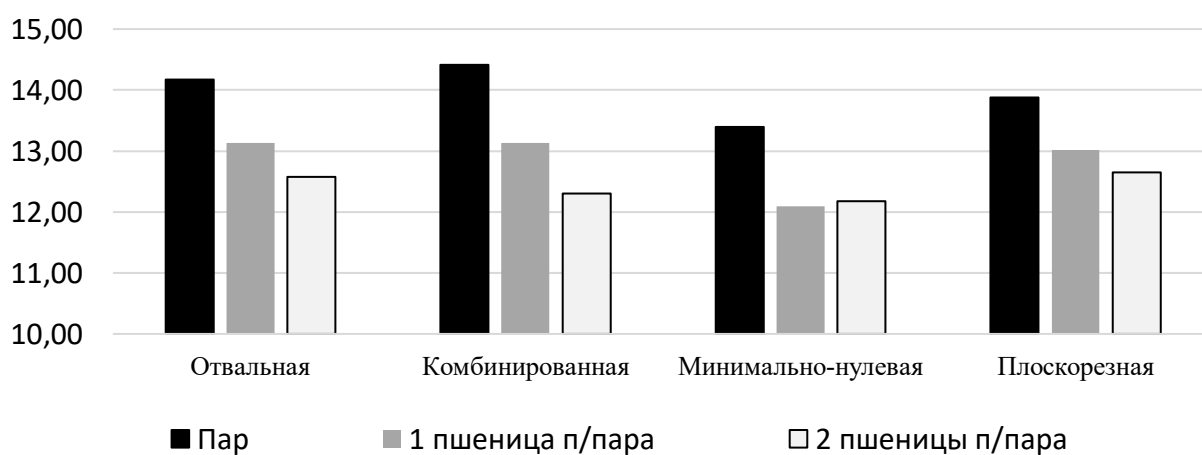


Рисунок 2 – Влияние системы обработки почвы и предшественников на формирование содержание белка в зерне на фоне комплексной химизации

Минимизация обработки почвы на фоне внесения удобрений привела к снижению белковости зерна в среднем на 0,66%

Из таблицы 2 видно, что максимальное накопление клейковины в зерне пшеницы отмечено на интенсивном фоне по паровому предшественнику. Бессменное выращивание мягкой пшеницы

привело к снижению клейковины в зерне в среднем на 3,6% на контроле и 3,1% при использовании средств химизации. При этом на экстенсивном фоне отмечено снижение классности зерна с третьего до четвертого класса по Гост на товарное зерно пшеницы.

Таблица 2. Влияние средств химизации и приёмов обработки почвы в зависимости от предшественников на количество клейковины в зерне, среднее за 2011-2020 гг.

Способ обработки почвы	Пшеница по пару		1 пшеница после пара		2 пшеница после пара	
	контроль	КХ*	контроль	КХ*	контроль	КХ*
Отвальная	26,2	29,1	23,0	26,9	21,8	25,9
Комбинированная	25,9	29,3	23,0	25,9	22,8	24,8
Минимально-нулевая	26,3	27,2	23,7	24,1	22,0	23,6
Плоскорезная	26,5	27,8	22,5	25,0	21,3	24,7
Среднее по фактору В	26,2	28,4	23,1	25,5	22,0	24,8
НСР _{0,05}	0,7		0,3		0,5	

Примечание: КХ – комплексная химизация

Учитывая требования к хлебопекарной пшенице (содержание клейковины не менее 25%) зерно, полученное с худших предшественников, непригодно к сортовому помолу без улучшения более качественным сырьём. Значительных преимуществ в накоплении клейковины в зерне при использовании разных способов обработки почвы отмечено не было. Использование средств химизации способствовало значительному увеличению исследуемого показателя в среднем на 2,5% с увеличением классности зерна до второго класса по пару и с сохранением третьего класса по мере удаления от пара.

За десять лет выявлено, что по частоте формирования высокого содержания клейковины в зерне, преимущество имел паровой предшественник – таблица 3. Использование средств химизации способствовало повышению накопления клейковины стандартного уровня для хлебопекарной пшеницы в среднем до 50% при бессменном посеве пшеницы. Зерно с низким уровнем клейковины чаще получали при минимальной обработке почвы на интенсивном фоне и плоскорезной обработке на контроле.

Таблица 3. Частота формирования количества клейковины в зерне не менее 25,0% на экстенсивном и интенсивном фоне в зависимости от приемов обработки почвы и предшественников, 2011-2020 гг. (%)

Способ обработки почвы	Пшеница по пару		1 пшеница после пара		2 пшеница после пара	
	контроль	КХ*	контроль	КХ*	контроль	КХ*
Отвальная	90	100	40	60	20	50
Комбинированная	70	90	30	50	50	60
Минимально-нулевая	80	90	30	40	40	30
Плоскорезная	70	100	20	60	20	50

Примечание: КХ – комплексная химизация

Таким образом, зерно 3 класса с содержанием белка и клейковины на уровне требований к хлебопекарной пшенице можно получить как по экстенсивному, так и интенсивному фону по паровому предшественнику. Отсутствие качественных предшественников при бессменном посеве ведёт к снижению товарного качества зерна. При этом оптимальное содержание белка и клейковины не менее 25% можно получить на интенсивном фоне при внесении азотных удобрений без использования минимальных обработок почвы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алабушев А.В. Экспортные поставки и современное состояние рынка зерна пшеницы в России и мире // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т.33, №2. С. 68-74.
2. Мелешкина Е.П. Нужно ли стандартизировать классификацию зерна пшеницы по качеству // Хлебопродукты. 2020. № 4. С. 14-15.
3. Орлов А.Н, Тихонов Н.Н. Энергосберегающие приёмы возделывания озимой пшеницы в лесостепной зоне Среднего Поволжья // Вестник Ульяновской ГСХА. 2013. № 1 (21). С. 34-37.
4. Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы. М.: Росинформагротех. 2018. 396 с.
5. Колмаков Ю.В. Оценка материала пшеницы в селекции и повышение потенциала его качества в зернопроизводстве и хлебопечении: монография. Омск: СибНИИСХ, 2007. 268 с.
6. Юшкевич Л.В., Щитов А.Г., Пахотина И.В. Эффективность использования агротехнологических приемов возделывания мягкой яровой пшеницы в повышении продуктивности и качества зерна в Омской области // Вестник КрасГАУ. 2021. № 7 (172). С. 26-34.

IMPROVEMENT OF GRAIN QUALITY BY AGROTECHNOLOGICAL METHODS

I.V. Pakhotina, E.Yu. Ignateva, L.V. Yushkevich

FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk, e-mail: 55anc@bk.ru

Researches for the study on the impact of the main agrotechnical techniques: the method of soil cultivation, the use of chemical agents in the permanent sowing of spring soft wheat on the accumulation of protein and gluten in the grain were conducted. It was noted that the protein content decreased by 1.40%, the gluten content decreased by 3.3% as the inoculation was removed from the steam. Against an intense background, in comparison with the control, an increase in the level of protein content by 1.39%, gluten content by 2.5% was noted. The level of gluten (not less than 25%) necessary for the production of standard flour can also be obtained with the permanent sowing of wheat using a complex of chemicals, including nitrogen fertilizers in optimal doses.

Keywords: spring wheat, protein content, amount of gluten in grain, agrotechnological techniques

УДК 633.11«321» : 631.461

ИЗМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ НИТРИФИКАТОРОВ В ПОВТОРНЫХ ПОСЕВАХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Е.В. Тукмачева, кандидат биол. наук

ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, e-mail: res81@mail.ru

В работе изучено влияние систем обработки и применения средств химизации на численность нитрификаторов в почве. Применение агротехнологий не оказало негативного воздействия на количество этой группы микроорганизмов в черноземной почве.

Ключевые слова: нитрификаторы, яровая пшеница, система обработки почвы, средства интенсификации.

Введение. В нашей стране и за рубежом проведено значительное количество исследований по влиянию агротехнологий на биологическую активность почв. Установлено, что применение средств химизации не оказывает негативного воздействия на биологическую активность черноземной почвы [1]. Внесение удобрений не только не угнетает, а, напротив, увеличивает численность агрономически важных физиологических групп почвенных микроорганизмов – аммонифицирующих, нитрифицирующих, денитрифицирующих

бактерий и целлюлозоразрушающих микроорганизмов, повышает ферментативную активность почвы и интенсивность продуцирования почвенной углекислоты [2].

Известно, что активизация биологических процессов в почве под действием различных систем удобрений приводит к интенсификации мобилизационных процессов и повышению эффективного плодородия почвы. Внесение удобрений усиливает жизнедеятельность отдельных групп почвенного микробного населения и повышает его численность [3].

Цель исследований – установить влияние различных по интенсивности воздействия на верхний слой черноземных почв систем обработки и средств комплексной химизации на численность нитрификаторов в повторных посевах пшеницы лесостепных агроландшафтов Западной Сибири.

Методика исследований. Исследования проведены в лесостепной зоне Омской области в длительном стационарном зернопаровом севообороте (пар – пшеница – пшеница – пшеница – ячмень) в течение 2019-2021 гг.

Двухфакторный опыт включает: *фактор А* – система обработки почвы (отвальная – вспашка на глубину 20-22 см, ежегодно; комбинированная – вспашка в паровом поле и под третью пшеницу после пара на глубину 20-22 см и плоскорезная на глубину 10-12 см под вторую пшеницу после пара и ячмень; минимальная – в паровом поле культивация на глубину до 8-10 см, в остальных полях без осенней обработки); *фактор В* – средства интенсификации (контроль – без средств химизации; вариант комплексного применения средств химизации включал совместное применение рекомендованных гербицидов и баковых смесей, удобрений ($N_{24}P_{36}$ на га пашни), фунгицидов и ретардантов.

Среднеранний сорт яровой пшеницы Омская 36 высевали посевным комплексом «Selford» 20-25 мая с нормой посева 3-й культуры – 4,5 млн. зерен на га. Почва опытного участка – лугово-черноземная среднесиловатая тяжелосуглинистая с содержанием гумуса до 7 %. Учет численности нитрификаторов проводили на водном выщелоченном агаре с добавлением двойной аммонийно-магниевой соли фосфорной кислоты [4]. Отбор почвенных проб осуществляли три раза в течение вегетации пшеницы.

Погодные условия за период исследований были различными по влагообеспеченности. Вегетационный период 2019 г. был достаточно увлажнённым с сумой осадков 197 мм при норме 206 мм. Температура

воздуха среднемесячная практически была равна среднемноголетней: 14,6 и 14,8 °С соответственно, ГТК за май – август составлял 0,99 при норме 1,10.

Вегетационные периоды 2020-2021 гг. отмечались дефицитом осадков, ГТК за май август составляли соответственно 0,60 и 0,70. Сложившийся высокий температурный режим и недостаточное увлажнение почвы отразились на численности почвенных микроорганизмов, интенсивности микробиологических процессов.

Результаты и их обсуждение. Наблюдения за биологической активностью почвы под посевом третьей пшеницы после парового предшественника, показали, что численность определяемых групп микроорганизмов колеблется примерно в тех же пределах, что и под пшеницей по пару [5]. Если под первой пшеницей после пара количество бактерий сапрофитов на МПА в зависимости от способа обработки составляло 29,5-33,0 млн. КОЕ/г, то под третьей 24,4-36,0 млн. КОЕ/г, микроорганизмов на КАА 26,0-29,3 млн. КОЕ/г и 23,0-32,0 млн. КОЕ/г соответственно. Наиболее заметная разница при сравнении почвы под посевом пшеницы по пару и повторным была в количестве нитрифицирующих бактерий и грибов [5].

Следует отметить, что низкая обеспеченность повторных посевов пшеницы азотом нитратов связана не только с их высокой засоренностью, но и с меньшим количеством нитрифицирующих бактерий в почве. В почве под пшеницей после пара на интенсивном фоне она составляла 1,46-2,02 тыс. КОЕ/г, под повторным посевом в экстенсивных условиях только 0,99-1,30 тыс. КОЕ/г, что связано с менее благоприятными условиями для этой группы микроорганизмов (табл. 1).

Наименьшее их количество 0,99 и 1,1 тыс. КОЕ/г было отмечено при отвальной и минимальной обработке почвы. Применение комплексной химизацией стимулировало рост численности нитрифицирующих бактерий до 2,57-3,81 тыс. КОЕ/г (табл. 1).

Известно, что добавление к соломе азотных и других минеральных удобрений повышает численность и активность нитрифицирующей микрофлоры. В наших исследованиях в варианте N₁₈P₄₂+солома количество нитрификаторов увеличилось на 53,5% в сравнении с вариантом без внесения минеральных удобрений [5].

Таблица 1. Численность нитрификаторов лугово-черноземной почвы при различных способах обработки и технологиях возделывания яровой мягкой пшеницы в повторных посевах, слой 0-20 см, среднее за 2019-2021 гг.

Технология		Экстенсивная (без применения средств химизации)	Интенсивная (с применением средств комплексной химизации)
Отвальная	M±m	0,99±0,34	2,02±0,79
	lim	0,22-1,76	0,23-3,81
комбинированная	M±m	1,30±0,50	1,46±0,49
	lim	0,17-2,43	0,35-2,57
Минимальная	M±m	1,10±0,31	1,63±0,64
	lim	0,40-1,80	0,18-3,08

При этом в варианте минимальной обработки численность нитрификаторов на уровне и ниже на 20-28%, как при экстенсивной, так и при интенсивной технологии возделывания культуры по сравнению со вспашкой. В наибольшей степени интенсификация повлияла на количество нитрифицирующих бактерий при комбинированной обработке. Судя по показателям численности нитрификаторов в почве, более высокий уровень химической нагрузки в повторных посевах яровой мягкой пшеницы в целом не оказал на них негативного воздействия.

Заключение. Применение в повторных посевах яровой пшеницы средств интенсификации, включая минеральные удобрения (комплексная химизация), способствует оптимизации плодородия лугово-черноземной почвы, практически не оказывая негативного воздействия на почвенную биоту, стимулируя рост численности нитрификаторов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Минеев В.Г., Ремпе Е.Х. Агрохимия, биология и экология почвы. М.: Росагропромиздат. 1990. 206 с.
2. Юшкевич Л.В., Хамова О.Ф., Щитов А.Г., Тукмачева Е.В. Влияние повторных посевов яровой пшеницы на состояние почвенного плодородия и агрофитоценоза в лесостепи Западной Сибири // Плодородие. 2020. № 1 (112). С. 33-37.
3. Зинченко, М.К. Действие различных систем удобрения на интенсивность биологических процессов в серой лесной почве / М.К. Зинченко, Л.Г. Стоянова // Владимирский земледелец. 2014. № 2-3 (68-69). С. 19-21.
4. Теппер Е.З., Шильникова В.К. Практикум по микробиологии: учебное пособие для вузов; под ред. В.К. Шильниковой. М.: Дрофа, 2004. 256 с.

5. Хамова О.Ф., Юшкевич Л.В., Воронкова Н.А., Бойко В.С., Шулико Н.Н. Биологическая активность лугово-черноземных почв Омского Прииртышья. Омск: Омскбланкиздат, 2019. 94 с.

CHANGES IN THE NUMBER OF NITRIFIATORS IN RE-CROPPING OF SPRING WHEAT

E.V. Tukmacheva

FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk, e-mail: res81@mail.ru

In the work, the influence of processing systems and the use of chemicals on the number of nitrifiers in the soil was studied. The use of agricultural technologies did not have a negative impact on the number of this group of microorganisms in the chernozem soil.

Key words: nitrifiers, spring wheat, tillage system, means of intensification.

УДК 631.417.2: 631.582: 631.51: 631.84/85(571.15)

ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА И УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКА, ПРИЕМА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ, УДОБРЕНИЙ И ПЕСТИЦИДОВ В ЛЕСОСТЕПИ АЛТАЙСКОГО ПРИОБЬЯ

В.И. Усенко, доктор с.-х. наук, профессор,

А.А. Гаркуша, кандидат с.-х. наук,

Т.А. Литвинцева, кандидат с.-х. наук,

Е.Г. Дерянова, кандидат с.-х. наук,

И.А. Кобзева, А.А. Щербакова

ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агrobiотехнологий», г. Барнаул, e-mail: aniish@mail.ru

Представлены данные по изменению показателей плодородия чернозема выщелоченного, а также урожайности яровой мягкой пшеницы и овса в зависимости от предшественника, приема основной обработки почвы, удобрений и пестицидов в длительном стационарном многофакторном полевом опыте, заложенном в условиях лесостепи Алтайского края.

Ключевые слова: плодородие выщелоченного чернозема, прием основной обработки почвы, урожайность, минеральные удобрения, пестициды.

Освоение ресурсо- и энергосберегающих технологий, и приемов возделывания сельскохозяйственных культур предполагает наличие достоверной информации об их влиянии на происходящие в почве

процессы, закономерностях и особенностях, формирующихся в ней режимов, продуктивность выращиваемых культур.

Цель исследований – изучить закономерности изменения плодородия выщелоченного чернозема и урожайности зерновых культур в зависимости от предшественника, приема основной обработки почвы, уровня применения удобрений и средств защиты растений в условиях лесостепи Алтайского Приобья.

Работу выполняли в 2011–2021 гг. на опытном поле Алтайского НИИСХ Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий в стационарном полевом опыте, заложенном по следующей схеме:

- приём основной обработки почвы (фактор А) – глубокая плоскорезная обработка КПГ-250 на глубину 25-27 см (ГПО); мелкая плоскорезная обработка КПШ-5 на 14-16 см (МПО); без основной обработки (БО), до 2010 г. включительно поверхностная обработка КПЭ-3,8 на 6-8 см;

- уровень применения минеральных удобрений (фактор В) – без удобрений (0); припосевное удобрение аммофосом ($N_{5,8}P_{25}$); основное удобрение аммиачной селитрой (N_{40}) + припосевное удобрение аммофосом ($N_{5,8}P_{25}$);

- уровень применения средств защиты растений (фактор С) – без средств защиты растений (0); гербициды против двудольных сорняков (Г-1); гербициды против двудольных и однодольных сорняков (Г-2); гербициды против двудольных и однодольных сорняков + инсектициды + фунгициды (ГИФ).

Опыт заложен с использованием общепринятых методик в 2000 г. на юго-восточном склоне 1-2° в севообороте пар чистый (на фоне без обработки – рапс на маслосемена) – пшеница – овес – пшеница – горох – пшеница и при бессменном возделывании пшеницы. В зависимости от анализируемых результатов, способ использования пашни (севооборот или бессменное возделывания), а также предшественник (пар, овес, горох, пшеница) рассматриваются как самостоятельные факторы. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднemosный малогумусный среднесуглинистый с близкой к нейтральной реакцией среде (рН сол. около 6,0 ед.), содержанием гумуса 3,5-4,0%, подвижных фосфора и калия (по Чирикову) – соответственно 150-230 и 140-200 мг/кг.

За годы исследований в осенний период (сентябрь-октябрь) количество осадков варьировало от 47 до 139 мм, или от 67 до 198% по отношению к климатической норме, в зимний (ноябрь-март) – от 71 до 190 мм (63-170%), в весенний (апрель-май) – от 35 до 118 мм (52-176%), в летний (июнь-август) – от 114 до 240 мм (71-240%), за год –

от 317 до 556 мм (78-136%). При этом только в переходные периоды (осень и весна) отмечена соответственно сильная ($r=-0,79$) и средняя ($r=-0,62$) отрицательная их связь со среднесуточными температурами, а в остальные периоды она была малозначимой.

Наиболее увлажненными были 2013, 2015 и 2017 сельскохозяйственные годы с суммой осадков 528-556 мм, больше всего осадков осенью выпадало в 2015 и 2021 гг. (105-139 мм), зимой – в 2013 и 2020 гг. (190-191 мм), весной – в 2013, 2015 и 2018 гг. (92-118 мм), летом – в 2017 г. (240 мм). Самым засушливым был 2012 г., когда острый дефицит осадков проявлялся в осенне-зимний (71% от нормы) и весенний (55%) периоды, а также в июне (21%).

В среднем по опыту содержание гумуса в пахотном (0-20 см) слое почвы составляло 3,91%, изменяясь от 3,52 до 4,63%, и определялось в основном действием севооборота (вклад фактора 34,1%), обработки почвы (32,1%), их взаимодействием (18,4%), а также влиянием удобрений (8,5%). Отказ от севооборота и переход к бессменным посевам приводил к достоверному снижению содержания гумуса в пахотном слое почвы с 4,07 до 3,74%, а уменьшение глубины основной обработки, или отказ от нее, напротив, к его увеличению с 3,73 до 3,88 и 4,11%. Припосевное удобрение аммофосом не обеспечивало существенного изменения содержания гумуса, а сочетание с основным внесением аммиачной селитры обуславливало тенденцию роста величины показателя с 3,86 и 3,84 до 4,02%. Влияние приемов обработки на содержание гумуса усиливалось от бессменных посевов к севообороту. Если под бессменной пшеницей замена глубокой обработки на мелкую или нулевую обеспечивала увеличение содержания гумуса лишь на 0,08 и 0,11%, то под культурами севооборота – на 0,23 и 0,66% соответственно.

В подпахотном (20-40 см) слое почвы содержание гумуса изменялось от 3,20 до 4,18% и составляло в среднем 3,62%. Зависимость варьирования величины показателя от севооборота в этом слое возрастала в 1,7 раза (до 58,3%) вследствие резкого (в 2,4-2,9 раза) ослабления влияния обработки почвы (до 13,6%), ее взаимодействия с севооборотом (до 7,2%) и удобрений (до 2,9%) при заметном влиянии взаимодействий удобрений с обработками (5,3%) и всех факторов (11,8%). Отказ от севооборота сопровождался достоверным снижением содержания гумуса с 3,87 до 3,37%, а замена глубокой обработки на мелкую или нулевую – увеличением с 3,45 до 3,70-3,71%. Припосевное и основное удобрение не обеспечивали существенного изменения содержания гумуса в подпахотном слое почвы, по сравнению с неудобренным фоном – соответственно 3,60, 3,57 и

3,70%. Влияние систем обработки на содержание гумуса в подпахотном слое усиливалось от бессменных посевов к севообороту. Если под бессменной пшеницей замена глубокой обработки на мелкую или нулевую в среднем по фонам удобрений обеспечивала увеличение содержания гумуса в почве лишь на 0,04-0,09%, то в севообороте – на 0,42-0,44%.

Таблица 1. Содержание гумуса в выщелоченном черноземе в зависимости от севооборота, обработки почвы и удобрений (после III ротации, 2019 г.), %

Способ использования пашни (фактор А)	Обработка почвы (фактор В)	Минеральные удобрения (фактор С)				Результаты дисперсионного анализа
		0	Р	NP	средне е	
0...20 см						
Бессменная пшеница	БО	3,89	3,63	3,83	3,79	НСР ₀₅ для факторов: А=0,16; В=0,19; С=0,19; АВ=0,27; АС=0,27; ВС=0,34; АВС=0,48 Доля влияния факторов, %: А=34,1; В=32,1; С=8,5; АВ=18,4; АС=0,3; ВС=2,4; АВС=4,2
	МПО	3,71	3,65	3,93	3,76	
	ГПО	3,52	3,68	3,86	3,68	
	среднее	3,71	3,65	3,87	3,74	
Севооборот	БО	4,33	4,35	4,63	4,43	
	МПО	4,03	3,98	3,99	4,00	
	ГПО	3,69	3,74	3,88	3,77	
	среднее	4,02	4,02	4,17	4,07	
Среднее	БО	4,11	3,99	4,23	4,11	
	МПО	3,87	3,81	3,96	3,88	
	ГПО	3,61	3,71	3,87	3,73	
	среднее	3,86	3,84	4,02	3,91	
20...40 см						
Бессменная пшеница	БО	3,46	3,31	3,36	3,37	НСР ₀₅ для факторов: А=0,17; В=0,21; С=0,21; АВ=0,29; АС=0,29; ВС=0,36; АВС=0,51 Доля влияния факторов, %: А=58,3; В=13,6; С=2,9; АВ=7,2; АС=0,9; ВС=5,3; АВС=11,8
	МПО	3,52	3,24	3,50	3,42	
	ГПО	3,20	3,34	3,43	3,33	
	среднее	3,39	3,30	3,43	3,37	
Севооборот	БО	3,83	3,82	4,41	4,02	
	МПО	4,02	4,18	3,81	4,00	
	ГПО	3,55	3,53	3,66	3,58	
	среднее	3,80	3,84	3,96	3,87	
Среднее	БО	3,65	3,56	3,88	3,70	
	МПО	3,77	3,71	3,66	3,71	
	ГПО	3,37	3,43	3,55	3,45	
	среднее	3,60	3,57	3,70	3,62	

Наблюдения за водным режимом выщелоченного чернозема показали (табл. 2), что в среднем за 2011-2021 гг. после уборки урожая

запасы влаги в метровом слое определялись предшественником (35,6 %), обработкой почвы (47,8 %) и их взаимодействием (16,6 %), увеличиваясь от бессменной пшеницы (38,0 мм) и пара (40,2 мм) к гороху (42,1 мм) и овсу (42,5 мм), и уменьшаясь от глубокой (43,6 мм) к мелкой (39,2 мм) и нулевой (39,3 мм) обработкам. Перед уходом в зиму запасы влаги в метровом слое почвы определялись предшественниками (65,7%) и их взаимодействием с обработками (30,9%). Они снижались от пара (109,2 мм) к гороху (88,1 мм), овсу (82,4 мм) и бессменной пшенице (72,6 мм), а также от глубокой (91,4 мм) к мелкой (88,7 мм) и нулевой (84,0 мм) обработкам.

Таблица 2. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в зависимости от предшественников и приемов основной обработки (2011–2021 гг.), мм

Предшественник (фактор А)	Обработка почвы (фактор В)				НСР ₀₅ для факторов	Доля влияния факторов
	ГПО	МПО	БО	среднее		
Осень после уборки						
Пар	42,0	37,3	41,4	40,2	А = 4,9 В = 4,2 АВ = 4,2 частных различий = 8,5	А = 35,6 В = 47,8 АВ = 16,6
Горох	44,8	40,2	41,2	42,1		
Овес	46,1	42,1	39,2	42,5		
Пшеница	41,5	37,0	35,5	38,0		
Среднее	43,6	39,2	39,3	40,7		
Осенью перед уходом в зиму						
Пар	122,5	118,8	86,3	109,2	А = 8,6 В = F _ф <F ₀₅ АВ = 7,5 частных различий = 15,0	А = 65,7 В = 3,4 АВ = 30,9
Горох	84,3	88,5	91,5	88,1		
Овес	75,7	79,9	91,5	82,4		
Пшеница	83,3	67,7	66,8	72,6		
Среднее	91,4	88,7	84,0	88,1		
Весной после схода снега						
Пар	188,5	164,3	117,1	156,6	А = 12,1 В = 10,5 АВ = 10,5 частных различий = 21,0	А = 10,7 В = 82,7 АВ = 6,6
Горох	166,0	147,3	119,9	144,4		
Овес	160,5	138,7	120,9	140,0		
Пшеница	162,5	132,7	115,6	136,9		
Среднее	169,4	145,8	118,4	144,5		

Весной после появления всходов						
Пар	118,8	112,1	101,5	110,8	A = 7,7 B = 6,7 AB = 6,7 частных различий = 13,3	A = 1,4 B = 87,6 AB = 11,0
Горох	118,6	106,2	102,3	109,0		
Овес	115,8	110,3	99,1	108,4		
Пшеница	127,1	105,5	99,2	110,6		
Среднее	120,1	108,5	100,5	109,7		

Рано весной после схода снега влагозапасы определялись в основном обработкой почвы (82,7 %), снижаясь от глубокой (169,4 мм) к мелкой (145,8 мм) и нулевой (118,4 мм) обработкам, а по предшественникам – от пара (156,6 мм) к гороху (144,4 мм), овсу (140,0 мм) и бессменной пшенице (136,9 мм). По отношению к позднеосеннему сроку определения запасы влаги в почве возрастали в среднем по опыту на 56,4 мм (64,0%), в том числе по предшественникам их прирост увеличивался от пара (47,4 мм, или 43%) к гороху (56,3 мм, или 64%), овсу (57,6 мм, или 70%) и бессменной пшенице (64,3 мм, или 89%), а по приемам обработки снижался от глубокой (78,0 мм, или 85%) к мелкой (57,1 мм, или 64%) и нулевой (34,4 мм, или 41%). Коэффициент использования зимних осадков почвой снижался в зависимости от предшественника от бессменной пшеницы (0,48) к овсу (0,46), гороху (0,41) и пару (0,35), а в зависимости от приема обработки почвы – от глубокой плоскорезной (0,59) к мелкой (0,42) и нулевой (0,26).

К появлению всходов запасы влаги в почве сокращались, по отношению к периоду схода снега, в среднем на 34,8 мм (24%), в том числе после пара на 45,8 мм (29%), гороха – на 35,4 мм (25%), овса – на 31,6 мм (23%), бессменной пшеницы – на 26,3 мм (19%). С учетом текущих весенних осадков (в среднем за годы исследований 65,6 мм) потери влаги из почвы на испарение в среднем по опыту составили 100,4 мм (47%), в том числе после пара – 111,4 мм (49%), гороха – 101,0 мм (47%), овса – 97,2 мм (47%), бессменной пшеницы – 91,9 мм (45%). В среднем по предшественникам сокращение запасов влаги в почве от схода снега к всходам пшеницы на фоне глубокой обработки составило 49,3 мм (29%), мелкой – 37,2 мм (26%), нулевой – 17,9 мм (15%), а с учетом текущих осадков – соответственно 114,9 мм (48%), 102,8 мм (48%) и 83,5 мм (45%).

Питательный режим почвы формировался в соответствие со средообразующим влиянием предшественников и приемов основной

обработки почвы на процессы мобилизации основных элементов питания в почве. В среднем за 2019-2021 гг. к периоду всходов запасы нитратного азота в метровом слое выщелоченного чернозема под пшеницей после пара составляли 145 кг/га, под овсом – 102 кг/га, под пшеницей после овса – 69 кг/га, под горохом – 66, под пшеницей после гороха – 108 кг/га, под бессменной пшеницей – 98 кг/га при заметно большем его накоплении на фонах с глубокой (97 кг/га) и мелкой (106 кг/га) плоскорезной обработкой, в сравнении с нулевой (91 кг/га), а также на удобренном фоне (119 кг/га) в сравнении с неудобренным (77 кг/га) (табл. 3).

Таблица 3. Запасы нитратного азота в почве в зависимости от предшественника, обработки почвы и удобрений (всходы, 2019-2021 гг.), кг/га

Глубина, см	БО			МПО			ГПО			Среднее		
	О	NP	среднее	О	NP	среднее	О	NP	среднее	О	NP	среднее
Пшеница по пару												
0-40	32	108	70	72	88	80	84	88	86	63	95	79
40-100	19	58	38	98	82	90	83	55	69	67	65	66
0-100	51	166	108	170	170	170	167	143	155	130	160	145
Овес по пшенице после пара												
0-40	29	87	58	32	113	73	40	37	38	33	79	56
40-100	17	40	28	61	91	76	29	37	33	36	56	46
0-100	45	127	86	93	205	149	68	73	71	69	135	102
Пшеница по овсу												
0-40	36	75	56	34	41	37	31	61	46	34	59	46
40-100	21	20	21	23	23	23	22	26	24	22	23	23
0-100	57	96	76	58	63	60	52	88	70	56	82	69
Горох по пшенице после овса												
0-40	33	49	41	26	35	30	42	31	37	34	38	36
40-100	14	57	35	18	41	30	22	28	25	18	42	30
0-100	47	106	76	44	75	60	64	59	61	52	80	66
Пшеница по гороху												
0-40	49	102	75	51	79	65	44	102	73	48	94	71
40-100	27	42	34	41	36	38	37	42	39	35	40	37
0-100	76	144	110	91	115	103	81	143	112	83	134	108
Бессменная пшеница												
0-40	29	75	52	32	70	51	63	113	88	41	86	63
40-100	17	54	35	61	30	46	23	23	23	34	36	35
0-100	45	129	87	93	100	96	86	136	111	75	122	98
Среднее по предшественникам												
0-40	35	83	59	41	71	56	51	72	61	42	75	59
40-100	19	45	32	50	50	50	36	35	36	35	44	39
0-100	54	128	91	92	121	106	86	107	97	77	119	98

Аналогичная тенденция отмечена и для содержания подвижного фосфора в почве. В среднем за 2019-2021 гг. к периоду всходов культур содержание подвижного фосфора в пахотном (0-20 см) слое выщелоченного чернозема под пшеницей после пара составляло 219 мг/кг, под овсом – 204 мг/кг, под пшеницей после овса – 213 мг/кг, под горохом – 195 мг/кг, под пшеницей после гороха – 228 мг/кг, под бессменной пшеницей – 212 мг/кг при заметно большем его накоплении на фонах с глубокой (217 мг/кг) и мелкой (209 мг/кг) плоскорезной обработкой, в сравнении с нулевой (209 мг/кг), а также на удобренном (218 мг/кг) в сравнении с неудобренным (205 мг/кг) фонами (табл. 4).

Таблица 4. Содержание подвижного фосфора в почве в зависимости от предшественника, обработки почвы и удобрений (всходы, 2019-2021 гг.), мг/кг

Глубина, см	БО			МПО			ГПО			Среднее		
	О	NP	среднее	О	NP	среднее	О	NP	среднее	О	NP	среднее
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Пшеница по пару												
0-20	208	207	208	217	229	223	229	224	226	218	220	219
20-40	218	170	194	208	198	203	207	230	218	211	199	205
Овес по пшенице после пара												
0-20	199	219	209	210	220	215	168	211	189	192	217	204
20-40	215	159	187	200	212	206	207	209	208	207	194	201
Пшеница по овсу												
0-20	201	209	205	196	216	206	199	254	227	199	226	213
20-40	202	188	195	221	189	205	210	223	216	211	200	205
Горох по пшенице после овса												
0-20	202	204	203	178	196	187	195	195	195	192	198	195
20-40	195	208	201	181	204	193	157	208	183	178	207	192
Пшеница по гороху												
0-20	217	236	226	196	217	206	229	272	251	214	241	228
20-40	216	223	219	191	220	206	173	237	205	193	227	210
Бессменная пшеница												
0-20	207	201	204	209	222	216	233	200	216	216	208	212
20-40	201	205	203	212	210	211	202	191	196	205	202	203
Среднее по предшественникам												
0-20	206	213	209	201	217	209	209	226	217	205	218	212
20-40	208	192	200	202	206	204	192	216	204	201	205	203

При размещении пшеницы после пара (табл. 6) варьирование ее урожайности определялось прежде всего действием обработки почвы (доля влияния 50,7 %), средств защиты растений (35,8 %) и удобрений

(11,4 %). По глубокой и мелкой плоскорезной обработке формировалась практически одинаковая урожайность культуры – 2,12 и 2,10 т/га против 1,49 т/га по нулевой обработке, где чистый пар был заменен посевом рапса, на фоне которого изменялась отзывчивость культуры и на удобрения, и на средства защиты растений. Если на фоне плоскорезных обработок по чистому пару припосевное внесение аммофоса (N_{5,8}P₂₅) обеспечивало увеличение выхода зерна в среднем на 0,15-0,20 т/га (7,7-10,3 %), то на фоне нулевой обработки после рапса – лишь на 0,10 т/га (7,5 %) при окупаемости фосфора дополнительным урожаем 4,9-6,5 и 3,2 кг/кг соответственно. В то же время на фоне нулевой обработки более высокий эффект обеспечивали азотные удобрения. Если основное внесение N₄₀ по чистому пару увеличивало сбор зерна лишь на 0,13-0,15 т/га (6,1-7,1 %), то по рапсу – на 0,28 т/га (19,6 %), по отношению к фону фосфорных удобрений, при окупаемости азотных удобрений прибавкой урожая пшеницы по чистому пару 3,2-3,8 кг/кг, а по рапсу – 7,0 кг/кг.

Несколько иначе складывалось влияние изучаемых факторов на содержание подвижного калия в почве. В среднем за 2019-2021 гг. к периоду всходов культур содержание подвижного калия в пахотном (0-20 см) слое выщелоченного чернозема под пшеницей после пара составляло 187 мг/кг, под овсом – 149 мг/кг, под пшеницей после овса – 166 мг/кг, под горохом – 162 мг/кг, под пшеницей после гороха – 166 мг/кг, под бессменной пшеницей – 143 мг/кг при заметно большем его накоплении на фонах с глубокой (179 мг/кг) плоскорезной обработкой, в сравнении с мелкой (151 мг/кг) нулевой (156 мг/кг) обработками, и при отсутствии положительного влияния азотно-фосфорных удобрений (160 мг/кг) в сравнении с неудобренным (164 мг/кг) фоном (табл. 5).

Таблица 5. Содержание подвижного калия в почве в зависимости от предшественника, обработки почвы и удобрений (всходы, 2019-2021 гг.), мг/кг

Глубина, см	БО			МПО			ГПО			Среднее		
	О	NP	среднее	О	NP	среднее	О	NP	среднее	О	NP	среднее
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Пшеница по пару												
0-20	173	168	171	172	169	170	214	227	221	186	188	187
20-40	154	149	151	132	150	141	144	216	180	143	171	157

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Овес по пшенице после пара												
0-20	121	164	143	129	182	155	140	157	148	130	168	149
20-40	136	221	179	132	160	146	100	121	111	123	167	145
Пшеница по овсу												
0-20	156	163	160	166	162	164	168	181	175	163	169	166
20-40	106	121	113	121	134	127	150	106	128	126	120	123
Горох по пшенице после овса												
0-20	190	121	156	184	141	163	180	154	167	185	139	162
20-40	88	70	79	132	94	113	145	81	113	122	82	102
Пшеница по гороху												
0-20	166	131	149	133	156	144	246	166	206	181	151	166
20-40	185	109	147	128	144	136	116	206	161	143	153	148
Бессменная пшеница												
0-20	152	166	159	120	104	112	153	165	159	141	145	143
20-40	102	106	104	119	88	103	104	87	96	108	94	101
Среднее по предшественникам												
0-20	160	152	156	150	152	151	183	175	179	164	160	162
20-40	128	129	129	127	128	128	127	136	131	127	131	129

В целом эффективность применения минеральных удобрений под пшеницу после пара возрастала с повышением уровня насыщенности средствами защиты растений, особенно фунгицидами и инсектицидами. Так, если на незащищенном и на фонах с гербицидами прибавки урожая от $N_{45,8}P_{25}$ составляли 0,22-0,35 т/га (13,0-24,5%), то на фоне полного комплекса средств защиты – 0,43-0,48 т/га (18,7-31,0%), а окупаемость удобрений дополнительным урожаем – 3,1-4,9 и 6,1-6,8 кг/кг. В свою очередь, эффективность защитных мероприятий возрастала с увеличением уровня удобренности культуры. Так, если на неудобренном фоне от применения гербицидов, фунгицидов и инсектицидов урожайность пшеницы по пару в среднем по обработкам почвы увеличивалась на 0,57 т/га (38,9%), а на фоне $N_{5,8}P_{25}$ – на 0,64 т/га (40,0%), то на фоне $N_{45,8}P_{25}$ – на 0,76 т/га (43,3%).

При размещении пшеницы после гороха (см. табл. 6) варьирование ее урожайности определялось прежде всего действием средств защиты растений (доля влияния 50,6%), обработки почвы (31,4%) и удобрений (16,0%). По глубокой и мелкой плоскорезной обработке формировалась практически одинаковая урожайность культуры – 1,68 и 1,65 т/га против 1,35 т/га по нулевой обработке. Припосевное удобрение аммофосом ($N_{5,8}P_{25}$) обеспечивало примерно одинаковое по всем обработкам почвы увеличение выхода зерна, составлявшее в среднем 0,10 т/га (6,9%), при окупаемости фосфора дополнительным

урожаем 4,0 кг/кг. Внесение N_{40} под пшеницу после гороха увеличивало сбор зерна на 0,16 т/га (10,4%), по отношению к фону фосфорных удобрений, при окупаемости азотных удобрений прибавкой урожая зерна пшеницы 4,0 кг/кг.

В целом эффективность применения минеральных удобрений под пшеницу после гороха имела тенденцию увеличения в направлении от глубоких к мелким и нулевым обработкам, а также с повышением уровня насыщенности средствами защиты растений. Если на фоне глубокой плоскорезной обработки прибавка урожая от $N_{45,8}P_{25}$ составляла в среднем 0,21 т/га (13,2%), а на фоне мелкой – 0,27 т/га (17,8%), то на фоне нулевой – 0,30 т/га (24,6%). На незащищенном фоне прибавка урожая пшеницы после гороха от $N_{45,8}P_{25}$ составляла 0,21 т/га (17,2%), на фоне дикотицида – 0,24 т/га (17,5%), на фоне смеси дикотицида и граминицида – 0,27 т/га (18,0%), а на фоне полного комплекса средств защиты растений – 0,31 т/га (18,3%). Окупаемость удобрений дополнительным урожаем в зависимости от обработки почвы изменялась с 3,0 до 3,8 и 4,2 кг/кг, а уровня защиты растений – с 3,0 до 3,4, 3,8 и 4,4 кг/кг соответственно. Эффективность защиты пшеницы, размещаемой после гороха, мало зависела от обработки почвы, но возрастала с увеличением уровня удобренности культуры. Если на неудобренном фоне от применения гербицидов, фунгицидов и инсектицидов урожайность зерна в среднем по обработкам почвы увеличивалась на 0,47 т/га (38,5%), а на фоне $N_{5,8}P_{25}$ – на 0,50 т/га (38,5%), то на фоне $N_{45,8}P_{25}$ – на 0,57 т/га (39,9%).

При размещении пшеницы после овса (см. табл. 6) варьирование ее урожайности определялось действием удобрений (доля влияния 46,4%) и средств защиты растений (45,2%) при незначительном влиянии обработки почвы (3,8%) и взаимодействия факторов (0,4-2,5%). По всем приемам основной обработки почвы формировалась практически одинаковая урожайность культуры – 1,34...1,45 т/га. Припосевное удобрение аммофосом ($N_{5,8}P_{25}$) обеспечивало примерно одинаковое по всем обработкам почвы увеличение выхода зерна, составлявшее в среднем 0,08 т/га (6,5%), при окупаемости фосфора дополнительным урожаем в размере лишь 3,2 кг/кг, что объясняется невысокой обеспеченностью почвы по этому предшественнику подвижным минеральным азотом. Внесение N_{40} под пшеницу после овса увеличивало сбор зерна на 0,30 т/га (22,7 %), по отношению к фону фосфорных удобрений, при окупаемости азотных удобрений прибавкой урожая зерна пшеницы 7,5 кг/кг.

Эффективность применения минеральных удобрений под пшеницу после овса возрастала по мере увеличения глубины и интенсивности обработки, а также с повышением уровня насыщенности средствами защиты растений. Так, если на фоне нулевой обработки почвы в среднем по фонам защиты растений прибавка урожая от $N_{45,8}P_{25}$ составляла в среднем 0,33 т/га (27,7%), а на фоне мелкой плоскорезной – 0,38 т/га (29,1%), то на фоне глубокой – 0,43 т/га (35,2%). На незащищенном фоне прибавка урожая пшеницы после овса от $N_{45,8}P_{25}$ составляла 0,29 т/га (27,4%), на фоне дикотицида – 0,31 т/га (25,8%), на фоне смеси дикотицида и граминицида – 0,40 т/га (30,5%), а на фоне полного комплекса средств защиты растений – 0,52 т/га (37,1%). Окупаемость удобрений дополнительным урожаем в зависимости от обработки почвы изменялась с 4,7 до 5,4 и 6,1 кг/кг, а от уровня защиты растений – с 4,1 до 4,4, 5,6 и 7,3 кг/кг соответственно. Эффективность применения средств защиты пшеницы, размещаемой после овса, мало зависела от обработки почвы и уровня использования удобрений.

Таблица 6. Урожайность яровой мягкой пшеницы в зависимости от предшественника, обработки почвы и средств интенсификации (среднее за 2011–2021 гг.), т/га

Обработка почвы (фактор А)	Удобрения (фактор В)	Средства защиты растений (фактор С)				Среднее
		0	Г-1	Г-2	ГИФ	
1	2	3	4	5	6	7
Пшеница по пару						
ГПО	0	1,64	1,83	2,01	2,30	1,94
	$N_{5,8}P_{25}$	1,83	2,02	2,22	2,48	2,14
	$N_{45,8}P_{25}$	1,90	2,12	2,34	2,73	2,27
	среднее	1,79	1,99	2,19	2,50	2,12
МПО	0	1,69	1,82	2,02	2,28	1,95
	$N_{5,8}P_{25}$	1,78	1,96	2,12	2,53	2,10
	$N_{45,8}P_{25}$	1,91	2,06	2,28	2,75	2,25
	среднее	1,79	1,95	2,14	2,52	2,10
БО	0	1,10	1,26	1,43	1,55	1,33

1	2	3	4	5	6	7
	N _{5,8} P ₂₅	1,20	1,30	1,52	1,70	1,43
	N _{45,8} P ₂₅	1,43	1,58	1,78	2,06	1,71
	среднее	1,24	1,38	1,57	1,77	1,49
Среднее	0	1,47	1,64	1,82	2,04	1,74
	N _{5,8} P ₂₅	1,60	1,76	1,95	2,24	1,89
	N _{45,8} P ₂₅	1,75	1,92	2,13	2,51	2,08
	среднее	1,61	1,77	1,97	2,26	1,90
НСР05 для факторов		A=0,06; B=0,06; C=0,07; AB=0,11; BC=0,13; AC=0,13; ABC=0,22				
Доля влияния факторов, %		A=50,7; B=11,4; C=35,8; AB, AC, BC, ABC=0,1-0,7				
Пшеница по гороху						
ГПО	0	1,36	1,49	1,66	1,82	1,59
	N _{5,8} P ₂₅	1,38	1,51	1,76	1,95	1,65
	N _{45,8} P ₂₅	1,51	1,71	1,88	2,11	1,80
	среднее	1,42	1,57	1,77	1,96	1,68
МПО	0	1,28	1,43	1,58	1,79	1,52
	N _{5,8} P ₂₅	1,41	1,54	1,72	1,94	1,65
	N _{45,8} P ₂₅	1,51	1,66	1,86	2,13	1,79
	среднее	1,40	1,54	1,72	1,95	1,65
БО	0	1,01	1,18	1,25	1,44	1,22
	N _{5,8} P ₂₅	1,12	1,23	1,36	1,51	1,31
	N _{45,8} P ₂₅	1,25	1,46	1,58	1,77	1,52
	среднее	1,13	1,29	1,40	1,58	1,35
Среднее	0	1,22	1,37	1,50	1,69	1,44
	N _{5,8} P ₂₅	1,30	1,43	1,62	1,80	1,54
	N _{45,8} P ₂₅	1,43	1,61	1,77	2,00	1,70
	среднее	1,31	1,47	1,63	1,83	1,56
НСР05 для факторов		A=0,05; B=0,05; C=0,06; AB=0,08; BC=0,10; AC=0,10; ABC=0,17				
Доля влияния факторов, %		A=31,4; B=16,0; C=50,6; AB, AC, BC, ABC=0,2-0,7				
Пшеница по овсу						
ГПО	0	1,01	1,17	1,28	1,42	1,22

1	2	3	4	5	6	7
	N _{5,8} P ₂₅	1,06	1,23	1,35	1,53	1,29
	N _{45,8} P ₂₅	1,37	1,52	1,77	1,96	1,65
	среднее	1,15	1,31	1,47	1,64	1,39
МПО	0	1,13	1,29	1,38	1,43	1,31
	N _{5,8} P ₂₅	1,22	1,29	1,40	1,53	1,36
	N _{45,8} P ₂₅	1,42	1,57	1,77	1,99	1,69
	среднее	1,26	1,38	1,52	1,65	1,45
БО	0	1,03	1,15	1,25	1,35	1,19
	N _{5,8} P ₂₅	1,08	1,25	1,38	1,49	1,30
	N _{45,8} P ₂₅	1,26	1,42	1,58	1,79	1,52
	среднее	1,12	1,28	1,41	1,54	1,34
Среднее	0	1,06	1,20	1,31	1,40	1,24
	N _{5,8} P ₂₅	1,12	1,26	1,38	1,52	1,32
	N _{45,8} P ₂₅	1,35	1,51	1,71	1,92	1,62
	среднее	1,18	1,32	1,46	1,61	1,39
НСР05 для факторов		A=0,05; B=0,05; C=0,05; AB=0,08; BC=0,09; AC=0,09; ABC=0,16				
Доля влияния факторов, %		A=3,8; B=46,4; C=45,2; AB, AC, BC, ABC=0,4-2,5				
Бессменная пшеница						
ГПО	0	0,83	0,93	1,04	1,17	0,99
	N _{5,8} P ₂₅	0,91	1,01	1,11	1,31	1,08
	N _{45,8} P ₂₅	1,09	1,29	1,49	1,60	1,37
	среднее	0,94	1,07	1,21	1,36	1,15
МПО	0	0,85	0,96	1,05	1,14	1,00
	N _{5,8} P ₂₅	0,91	1,04	1,11	1,22	1,07
	N _{45,8} P ₂₅	1,05	1,22	1,38	1,48	1,28
	среднее	0,94	1,07	1,18	1,28	1,12
БО	0	0,78	0,90	0,97	1,06	0,93
	N _{5,8} P ₂₅	0,87	0,97	1,01	1,18	1,01
	N _{45,8} P ₂₅	0,93	1,08	1,24	1,33	1,14
	среднее	0,86	0,98	1,07	1,19	1,03
Среднее	0	0,82	0,93	1,02	1,12	0,97

1	2	3	4	5	6	7
	N _{5,8} P ₂₅	0,90	1,01	1,08	1,24	1,05
	N _{45,8} P ₂₅	1,03	1,19	1,37	1,47	1,27
	среднее	0,91	1,04	1,16	1,28	1,10
НСР05 для факторов		A=0,04; B=0,04; C=0,05; AB=0,07; BC=0,08; AC=0,08; ABC=0,14				
Доля влияния факторов, %		A=7,1; B=39,9; C=47,5; AB, AC, BC, ABC=0,2-2,3				
Овес						
ГПО	0	1,93	2,00	2,25	2,19	2,09
	N _{5,8} P ₂₅	1,98	2,16	2,32	2,31	2,19
	N _{45,8} P ₂₅	2,25	2,33	2,60	2,52	2,43
	среднее	2,06	2,16	2,39	2,34	2,24
МПО	0	1,91	2,07	2,09	2,18	2,06
	N _{5,8} P ₂₅	1,90	2,09	2,16	2,28	2,10
	N _{45,8} P ₂₅	2,20	2,27	2,41	2,54	2,36
	среднее	2,00	2,14	2,22	2,33	2,17
БО	0	1,55	1,73	1,70	1,89	1,72
	N _{5,8} P ₂₅	1,64	1,82	1,88	1,91	1,81
	N _{45,8} P ₂₅	1,83	1,94	1,99	2,13	1,97
	среднее	1,67	1,83	1,86	1,98	1,83
Среднее	0	1,80	1,94	2,01	2,09	1,96
	N _{5,8} P ₂₅	1,84	2,02	2,12	2,17	2,04
	N _{45,8} P ₂₅	2,09	2,18	2,33	2,40	2,25
	среднее	1,91	2,05	2,15	2,22	2,08
НСР05 для факторов		A=0,08; B=0,08; C=0,09; AB=0,13; BC=0,15; AC=0,15; ABC=0,26				
Доля влияния факторов, %		A=50,2; B=24,6; C=21,8; AB, AC, BC, ABC=0,5-1,8				

При бессменном возделывании пшеницы (см. табл. 6) варьирование ее урожайности определялось действием средств защиты растений (доля влияния 47,5%) и удобрений (39,9%) при незначительном влиянии обработки почвы (7,1%) и взаимодействия факторов (0,2-2,3%). По всем приемам основной обработки почвы формировалась практически одинаковая урожайность культуры –

1,03-1,15 т/га. Припосевное удобрение аммофосом ($N_{5,8}P_{25}$) обеспечивало примерно одинаковое по всем обработкам почвы увеличение выхода зерна, составлявшее в среднем 0,08 т/га (8,2%), при окупаемости фосфора дополнительным урожаем в размере лишь 3,2 кг/кг, что объясняется невысокой обеспеченностью почвы по этому предшественнику подвижным минеральным азотом. Внесение N_{40} под бессменную пшеницу увеличивало сбор зерна на 0,22 т/га (21,0%), по отношению к фону припосевного удобрения, при окупаемости азотных удобрений прибавкой урожая зерна пшеницы 7,5 кг/кг.

Эффективность применения минеральных удобрений под бессменную пшеницу возрастала по мере увеличения глубины и интенсивности обработки, а также с повышением уровня насыщенности средствами защиты растений. Так, если на фоне нулевой обработки почвы в среднем по фонам защиты растений прибавка урожая от $N_{45,8}P_{25}$ составляла в среднем 0,21 т/га (22,6%), а на фоне мелкой плоскорезной – 0,28 т/га (28,0%), то на фоне глубокой – 0,38 т/га (38,4%). На незащищенном фоне прибавка урожая в бессменной пшенице $N_{45,8}P_{25}$ составляла 0,21 т/га (25,6%), на фоне дикотицида – 0,26 т/га (28,0%), на фоне смеси дикотицида и граминицида – 0,35 т/га (34,3%), а на фоне полного комплекса средств защиты растений – 0,35 т/га (31,2%). Окупаемость удобрений дополнительным урожаем в зависимости от обработки почвы изменялась с 3,0 до 4,0 и 5,4 кг/кг, а от уровня защиты растений – с 3,0 до 3,7, 4,9 и 4,9 кг/кг соответственно. Эффективность применения средств защиты бессменной пшеницы мало зависела от обработки почвы и уровня использования удобрений.

Варьирование урожайности овса определялось действием обработки почвы (доля влияния 50,2%), удобрений (24,6%) и средств защиты растений (21,8%) при незначительном влиянии взаимодействия факторов (0,5...1,8%). По мере минимизации основной обработки почвы урожайность овса снижалась в среднем по фонам удобрений и защиты растений с 2,24 т/га на фоне глубокой плоскорезной обработки до 2,17 т/га на фоне мелкой плоскорезной обработки и до 1,83 т/га на фоне без обработки почвы. Однако если при замене глубокой обработки на мелкую снижение урожайности на 0,07 т/га (3,1 %) находилось в пределах ошибки эксперимента ($НСР_{05}$ по фактору обработки почвы 0,08 т/га), то отказ от обработки почвы приводил к достоверному снижению урожайности культуры на 0,41 т/га (18,3%) по отношению к глубокой плоскорезной обработке.

Припосевное удобрение аммофосом ($N_{5,8}P_{25}$) обеспечивало примерно одинаковое по всем обработкам почвы увеличение выхода

зерна овса, составлявшее в среднем 0,08 т/га (4,1%), при окупаемости фосфора дополнительным урожаем культуры в размере лишь 3,2 кг/кг, что объясняется невысокой обеспеченностью почвы перед посевом культуры подвижным минеральным азотом. Внесение N₄₀ под овес увеличивало сбор зерна на 0,21 т/га (6,8 %), по отношению к фону фосфорных удобрений, при окупаемости азотных удобрений прибавкой урожая зерна пшеницы 5,25 кг/кг.

Эффективность применения минеральных удобрений под овес возрастала по мере увеличения глубины и интенсивности обработки, но мало зависела от уровня насыщенности средствами защиты растений. Так, если на фоне нулевой обработки почвы в среднем по фонам защиты растений прибавка урожая от N₄₀P₂₅ составляла в среднем 0,25 т/га (14,5%), а на фоне мелкой плоскорезной – 0,30 т/га (14,6%), то на фоне глубокой – 0,34 т/га (16,3%). На незащищенном фоне прибавка урожая овса от N_{45,8}P₂₅ составляла 0,29 т/га (16,1%), на фоне дикотицида – 0,24 т/га (12,4%), на фоне смеси дикотицида и граминицида – 0,32 т/га (15,9%), а на фоне полного комплекса средств защиты растений – 0,31 т/га (14,8%). Окупаемость удобрений дополнительным урожаем в зависимости от обработки почвы изменялась с 3,5 до 4,2 и 4,8 кг/кг, а от уровня защиты растений – с 4,1 до 3,4, 4,5 и 4,4 кг/кг соответственно. Эффективность применения средств защиты растений в посевах овса мало зависела от обработки почвы и уровня использования удобрений.

Таким образом, установлены основные закономерности и выявлены количественные параметры изменения запасов продуктивной влаги, содержания гумуса, нитратного азота, подвижных соединений фосфора и калия в выщелоченном черноземе, а также урожайности яровой пшеницы и овса в зависимости от предшественника, приема основной обработки почвы, уровня применения минеральных удобрений и средств защиты растений, которые могут служить нормативной базой при выборе технологий возделывания зерновых культур и уровня их интенсивности в условиях лесостепи Алтайского Приобья.

CHANGES IN THE FERTILITY OF LEACHED CHERNOZEM AND THE YIELD OF GRAIN CROPS DEPENDING ON THE PREDECESSOR, THE RECEPTION OF TILLAGE, FERTILIZERS AND PESTICIDES IN THE FOREST-STEPPE OF THE ALTAI PRIOBYE

**V.I. Usenko, A.A. Garkusha, T.A. Litvintseva, E.G. Deryanova,
I.A. Kobzeva, A.A. Shcherbakova**
FSBSI «Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies»,

Data on changes in the fertility of leached chernozem, as well as the yield of spring soft wheat and oats, depending on the predecessor, the reception of basic tillage, fertilizers and pesticides in a long-term stationary multifactorial field experiment, laid down in the conditions of the forest-steppe of the Altai Territory, are presented.

Keywords: fertility of leached chernozem, reception of basic tillage, yield, mineral fertilizers, pesticides.

УДК: 631.46: 631.582:633.16: 631.5

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯЧМЕНЯ В ПЛОДОСМЕННОМ СЕВООБОРОТЕ

Н.Н. Шулико, кандидат с-х. наук,

О.Ф. Хамова, кандидат биол. наук,

Л.В. Юшкевич, доктор с-х. наук,

Е.В. Тукмачева, кандидат биол. наук.

ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, e-mail: shuliko-n@mail.ru

Исследования проводились в многолетнем (заложен в 1986 г.) стационарном плодосменном севообороте ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» в южной лесостепи Западной Сибири. Установлено, что численность определяемых групп микроорганизмов в пахотном слое лугово-черноземной почвы под ячменем составляла $158-208 \times 10^6$ КОЕ/г (колониеобразующие единицы на грамм почвы) при различных обработках почвы, включая ресурсосберегающую. Применение комплексной химизации стимулировало рост численности нитрифицирующих, фосфатмобилизующих бактерий, олигонирофилов, целлюлозоразрушающих и почвенных грибов в вариантах с комбинированной обработкой. В условиях применения средств интенсификации угнетения численности агрономически важных групп микроорганизмов не выявлено, что свидетельствует о стабильной экологической ситуации в агрофитоценозе.

Ключевые слова: биологическая активность, агрофитоценоз, ячмень, система обработки почвы, средства химизации.

Введение. В современном земледелии актуальными являются сравнительная оценка и поиск ресурсосберегающих агротехнологий обработки почвы и эффективных средств интенсификации при возделывании зерновых культур. Внесение удобрений, а также применение пестицидов вызывает опасность ухудшения экологического состояния почв. Установление закономерностей

изменения микробиологических показателей при длительном применении ресурсосберегающих обработок черноземных почв в условиях интенсификации земледелия – необходимая предпосылка теоретического обоснования рациональных приёмов обработки и изменения её экологического состояния [1-4]. Микроорганизмы поддерживают гомеостаз почв и быстро реагируют на изменения в среде обитания. Почвенная микрофлора является одним из индикаторов экологического состояния пахотных почв [5, 6].

Цель исследований – установить закономерности изменения микробиологических показателей при длительном применении ресурсосберегающих обработок, их количественные характеристики, а также возможные неблагоприятные изменения биологических (экологических) свойств лугово-черноземной почвы.

Методика исследований. Исследования по определению биологической активности почвы проводились в многолетнем (заложен в 1986 г.) стационарном плодосменном севообороте, в настоящее время со следующим чередованием культур: соя – пшеница – лен – ячмень, в лаборатории ресурсосберегающих агротехнологий Омского АНЦ, в 2018-2020 гг. Почва опытного участка – лугово-черноземная среднесиловатая среднегумусная тяжелосуглинистая с содержанием гумуса 7-8%, рН вод – 6,5. Обеспеченность почвы азотом нитратов в слое 0-20 см низкая и очень низкая (3-5 мг/кг), содержание подвижных фосфора и калия (по Чирикову) - высокое.

Двухфакторный опыт включал: фактор А - система обработки почвы в севообороте: отвальная (вспашка на глубину 20-22 см ежегодно под все культуры); комбинированная (вспашка под вторую пшеницу и плоскорезная на глубину 10-14 см под ячмень); минимально-нулевая (применяется в целом в системе севооборота: в паровом поле проводится культивация на глубину 6-8 см (минимальная), в других 3-х полях - «нулевая» - без осенней обработки). Фактор В - средства интенсификации: контроль (без средств химизации); комплексная химизация (удобрения ($N_{30}P_{30}$) + гербициды (дикотициды - 1,0 л/га + граминициды - Пума супер 100 - 0,6 л/га) + фунгициды- Рекс Дуо - 0,6-0,8 л/га). Биологическая активность почвы определялась общепринятыми стандартными методами [7].

Погодные условия вегетационных периодов 2018 и 2019 гг. с мая по август были аналогичны, в пределах среднемноголетней нормы. В среднем за вегетационный период количество осадков было близко к норме, 193 и 206 мм, соответственно, температура соответствовала

норме (16,5 и 16,7⁰С), с отклонением в 0,2⁰С. Вегетационный период 2020 г. был в пределах нормы, но с дефицитом осадков в июле и превышением среднегодовой температуры за май-сентябрь на 1,8⁰С.

Результаты и их обсуждение. В 2018-2019 гг. отмечалась приблизительно равная суммарная численность определяемых групп микроорганизмов в почве при различных технологиях обработки на контрольном фоне (204-237 x10⁶ КОЕ/г) (табл. 1).

Таблица 1. Численность микроорганизмов под ячменем в плодосменном севообороте в зависимости от обработки почвы 2018-2019 гг., КОЕ/г

Вариант	Бактерии на МПА x 10 ⁶	Микроорганизмы на КАА x 10 ⁶	Олигонитрофилы x 10 ⁶	Фосфатмобилизующие x 10 ⁶	Нитрификаторы x 10 ³	Целлюлозо-разрушающие x 10 ³	Грибы x 10 ³	Общее количество микроорганизмов x 10 ⁶
КОНТРОЛЬ								
Отвальная	34,5	30,3	89,4	70,8	2,80	37,3	53,2	225,0
Комбинированная	33,1	23,0	78,2	69,9	2,66	45,9	46,3	204,1
Минимально-нулевая	28,1	24,6	102,8	81,7	2,62	47,9	49,2	237,1
КОМПЛЕКСНАЯ ХИМИЗАЦИЯ								
Отвальная	26,7	20,9	65,0	79,2	3,52	38,5	36,3	191,8
Комбинированная	34,8	23,6	99,6	85,0	3,76	60,0	67,1	243,0
Минимально-нулевая	32,4	25,8	95,3	88,2	2,41	38,7	48,0	241,8
<i>НСР₀₅ А</i>	6,1	5,9	28,3	19,4	0,33	11,0	13,7	51,5
<i>НСР₀₅ В</i>	7,5	5,9	34,6	23,7	0,41	13,5	16,8	63,0
<i>НСР₀₅ АВ</i>	10,5	10,4	49,0	33,5	0,58	19,1	23,8	89,2

Применение средств комплексной химизации не оказало существенного влияния на общее количество почвенных микроорганизмов под ячменем, которое составило на этом фоне 192-242 x10⁶ КОЕ/г ($\pm 15-19\%$ к контролю). На численность олигонитрофилов положительное влияние оказало применение средств комплексной химизации в вариантах с комбинированной и минимально – нулевой обработками, которая увеличилась на 53,2 и 46,6% по сравнению со вспашкой. Количество почвенных грибов, являющихся в основном деструкторами целлюлозы, на фоне

комплексной химизации было выше при почвозащитных обработках в сравнении с отвальной на 84,8 и 32,2%, что связано с накоплением органических остатков под ячменем.

В 2020 г. общая численность определяемой микрофлоры под ячменём была по сравнению с прошедшими 2018-2019 гг. в 1,7-2,0 раза ниже, что связано дефицитом осадков вегетационного периода. Суммарное количество микроорганизмов при почвозащитных обработках на неудобренном фоне существенно не отличалось от вспашки (снижение 12-15%). Использование средств интенсификации при почвозащитных обработках способствовало увеличению общей численности определяемых физиологических групп микроорганизмов на 37-50% в сравнении с контролем, без применения средств химизации, в том числе олигонитрофилов на 29,7-39%, фосфатмобилизующих – на 40,7-112%, целлюлозоразлагающих – на 37-67%. В значительной степени при вспашке и на фоне минимально-нулевой обработки возросло количество грибов на 77 и 82% к контролю (табл. 2).

Таблица 2. Численность микроорганизмов под ячменём в плодосменном севообороте в зависимости от обработки почвы, 2020 г., КОЕ/г

Вариант	Бактерии на МПА x 10 ⁶	Микроорганизмы на КАА x 10 ⁶	Олигонитрофилы x 10 ⁶	Фосфатмобилизующие x 10 ⁶	Нитрификаторы x 10 ³	Целлюлозоразрушающие x 10 ³	Грибы x 10 ³	Общее количество микроорганизмов x 10 ⁶
КОНТРОЛЬ								
Отвальная	16,6	11,1	50,6	31,1	1,23	44,2	22,5	110,0
Комбинированная	14,5	13,4	41,0	23,1	1,18	50,5	41,6	93,0
Минимально-нулевая	18,5	11,6	37,7	28,0	1,14	52,3	35,7	96,7
КОМПЛЕКСНАЯ ХИМИЗАЦИЯ								
Отвальная	17,2	11,2	39,3	23,6	1,64	56,6	40,9	92,3
Комбинированная	20,4	15,8	53,2	49,0	1,53	84,4	42,3	139,7
Минимально-нулевая	21,1	18,2	52,4	39,4	1,54	71,6	63,2	132,5
НСР ₀₅ А	4,6	3,2	18,2	11,3	0,2	19,4	14,5	31,4
НСР ₀₅ В	5,7	3,9	22,3	13,8	0,3	23,7	17,7	38,5
НСР ₀₅ АВ	8,1	5,6	31,5	19,5	0,4	33,6	20,5	54,4

Применение комплексной химизации на фоне азотно-фосфорных удобрений стимулировало рост количества нитрификаторов при отвальной обработке на 33%, ресурсосберегающих комбинированной и минимально-нулевой обработке – на 29,6-35% соответственно.

В сложившихся засушливых погодных условиях вегетационного периода 2020 г. существенной разницы в общей численности агрономически важных групп микроорганизмов при различных технологиях обработки почвы не наблюдалось. Она составляла $93-110 \times 10^6$ КОЕ/г, что в 1,7-2 раза ниже по сравнению с предыдущими 2018-2019 гг. При этом в вариантах с ресурсосберегающими обработками отмечен рост численности грибов – на 58,6 – 84,8% по отношению к вспашке.

В 2018-2020 гг. на контрольном фоне при различных технологиях обработки, включая ресурсосберегающую, суммарная численность определяемых групп микроорганизмов в почве существенно не различалась, составляя $166-190 \times 10^6$ КОЕ/г.

Применение средств интенсификации на комбинированной обработке почвы способствовало увеличению общей численности определяемых групп микроорганизмов на 25% в сравнении с контрольным фоном, без применения средств химизации, в т.ч. олигонитрофилов на 29%, фосфатмобилизующих – на 21%, целлюлозоразлагающих на 29%, нитрификаторов на 40% и почвенных грибов на 36% (рис. 1).

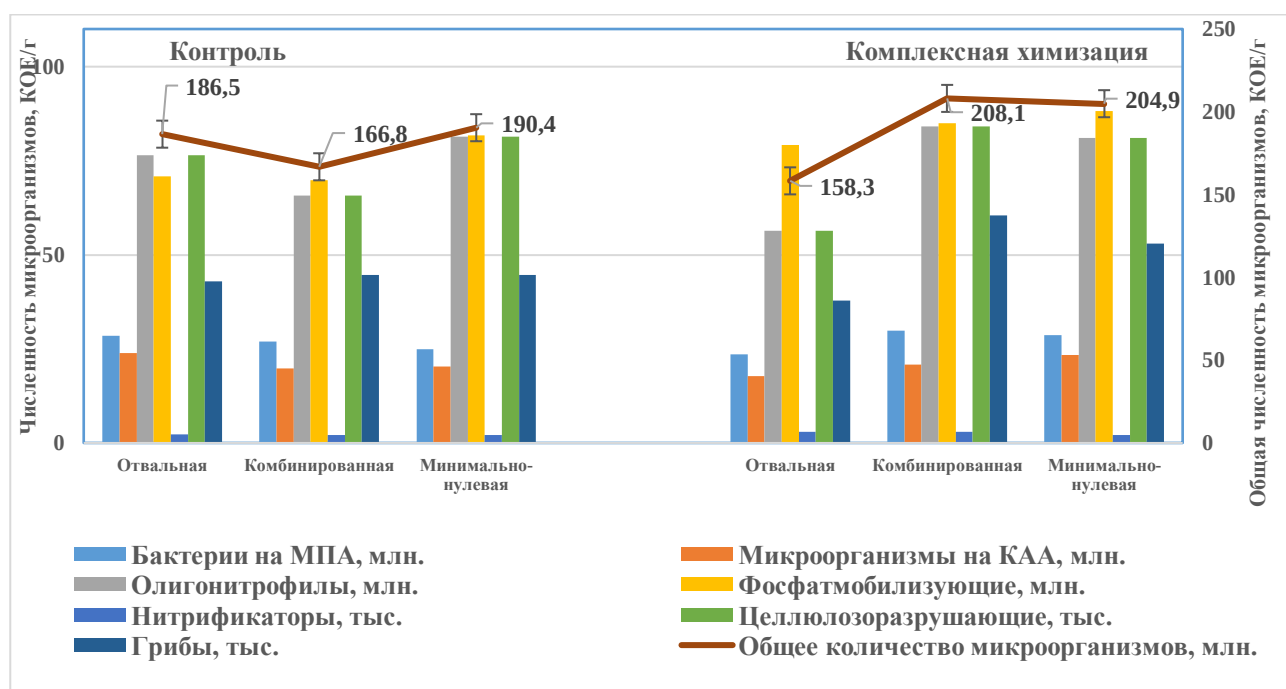


Рисунок 1 – Численность микроорганизмов под ячменем в плодосменном севообороте в зависимости от обработки почвы, 2018-2020 гг., КОЕ/г

Применение комплексной химизации (интенсивная технология) под ячменем на фоне отвальной и минимально-нулевой обработки почвы не оказало достоверного влияния на количество микрофлоры. Изменения в численности почвенных микроорганизмов под влиянием изучаемых факторов были в пределах ошибки опыта. Лишь в некоторых вариантах отмечена тенденция к увеличению отдельных групп микроорганизмов. На интенсивном фоне наибольшая микробиологическая активность была в варианте с комбинированной (ресурсосберегающей) обработкой – 208×10^6 КОЕ/г, для сравнения при отвальной – 153×10^6 КОЕ/г, при минимально-нулевой – $204,8 \times 10^6$ КОЕ/г.

Заключение. Таким образом, результатами исследований по оценке экологического состояния лугово-черноземной почвы при внедрении ресурсосберегающих технологий установлено:

- общая численность определяемых групп почвенных микроорганизмов при сокращении количества и уменьшении глубины обработки (минимизации) существенно не отличалась от вспашки, составляя $158-208 \times 10^6$ КОЕ/г;

- применение комплексной химизации стимулировало рост численности нитрифицирующих, фосфатмобилизующих бактерий, олигонитрофилов, целлюлозоразрушающих и почвенных грибов преимущественно в вариантах с комбинированной обработкой;

- многолетнее интенсивное использование лугово-черноземной почвы не оказало негативного влияния на её экологическое состояние, а применение рациональной технологии возделывания культур в севообороте стимулировало рост численности почвенных микроорганизмов и их жизнедеятельность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. М.: МСХА, 2000. 473 с.
2. Хамова О.Ф., Юшкевич Л.В., Воронкова Н.А., Бойко В.С., Шулико Н.Н. Биологическая активность лугово-чернозёмных почв Омского Прииртышья. Омск: Омскбланкиздат, 2019. 94 с.
3. Юшкевич Л.В., Хамова О.Ф., Щитов А.Г., Шулико Н.Н., Тукмачева Е.В. Агроэкологические особенности возделывания ячменя в лесостепи Западной Сибири // Плодородие. 2019. № 4(109). С. 42-46.
4. Система адаптивного земледелия Омской области // И.Ф. Храмцов, В.С. Бойко, Л.В. Юшкевич и др. Омск: ИП Макшеевой Е.А., 2020. 522 с.
5. Шулико Н.Н., Тимохин А.Ю., Тукмачева Е.В. Экологическое состояние лугово-черноземной почвы при длительном орошении // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 3(55). С. 79-85.

6. Гамзиков Г.П. Агрохимия азота в агроценозах: Рос. Акад. с.-х. наук, Сиб. отд-ние. Новосиб. Гос. Аграр. Ун-т. Новосибирск, 2013. 790 с.

7. Теппер Е.З., Шильникова В.К. Практикум по микробиологии: учебное пособие для вузов; под ред. В.К. Шильниковой. М.: Дрофа, 2004. 256 с.

BIOLOGICAL ACTIVITY OF THE MEADOW-CHERNOZEM SOIL DURING THE CULTIVATION OF BARLEY IN THE CROP ROTATION

N.N. Shuliko, O.F. Khamova, L.V. Yushkevich, E.V. Tukmacheva

FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk, e-mail: shuliko-n@mail.ru

The studies were carried out in a long-term (established in 1986) stationary crop rotation of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Omsk Agrarian Research Center" in the southern forest-steppe of Western Siberia. It was established that the number of determined groups of microorganisms in the arable layer of the meadow-chernozem soil under barley was $158-208 \times 10^6$ CFU/g (colony-forming units per gram of soil) with various tillage, including resource-saving. The use of complex chemicalization stimulated an increase in the number of nitrifying, phosphate-mobilizing bacteria, oligonitrophiles, cellulose-destroying and soil fungi in variants with combined treatment. Under the conditions of the use of means of intensification, the suppression of the number of agronomically important groups of microorganisms was not revealed, which indicates a stable ecological situation in the agrophytocenosis.

Keywords: biological activity, agrophytocenosis, barley, tillage system, chemicals.

УДК 632.9 : 631.582 : 633.11

БОРЬБА С СОРНЯКАМИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПШЕНИЦЫ В ЗЕРНОПАРОВОМ СЕВООБОРОТЕ ПО НУЛЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Д.Н. Ющенко

ФГБНУ «Омский АНЦ» г. Омск, e-mail: andenisna@mail.ru

Длительные стационарные исследования, проводимые в условиях недостаточного увлажнения Центрального Казахстана, показали перспективность возможного перехода на нулевые технологии. Эффективность последних определяется успешностью борьбы с сорной растительностью. Применение двух химических обработок в паровом поле (в конце мая и середине августа) с систематическими обработками в предпосевной период позволяет свести на нет вредоносность сорняков в течении двух ротаций четырехпольного севооборота и дает возможность перехода на плодосменные севообороты, повышающие экономику зернового производства.

Ключевые слова: засоренность, технология обработки, гербициды, баковые смеси

Введение. В условиях Центрального Казахстана, как показал анализ многолетних данных, уровень засоренности находится в большой зависимости от погодных условий, главным образом, в период от схода снега до посева зерновых культур. В отдельные годы количество взошедших малолетних видов сорняков составляет от 25 до 300-400 и более шт/м² максимальное их количество отмечается в годы при выпадении осадков в конце апреля - в начале мая более 30 мм при наборе суммы активных температур (свыше 10 °С) более 300°С.

Отрастание корнеотпрысковых сорняков в предпосевной период в меньшей степени зависит от количества выпавших осадков, влияние на интенсивность их развития оказывает температурный режим, главным образом, количество активных суток в пределах 30 и более, когда температура воздуха превышает 5°С.

На полях с преобладающим засорением корнеотпрысковыми сорняками, особенно осотом и выюнком полевым, все механические обработки почвы, как осеннее глубокое рыхление, так и предпосевные обработки, не дают желаемого эффекта. К концу ротации севооборота численность их резко возрастает и может восстанавливаться до исходного количества и даже больше при хороших условиях увлажнения. Рельеф Центрального Казахстана представлен казахским мелкосопочником, в этой связи его элементы существенно отличаются по условиям увлажнения и по количеству принимаемой солнечной инсоляции. На южном склоне в середине мая температура пахотного слоя почвы в среднем на 4°С выше, чем на плато водораздела и на 7°С, по сравнению с северным склоном, последнее существенно влияет на начало развития сорной растительности.

Методика исследований. За годы исследований большая часть сорняков появлялась на южном склоне к 15 мая, на плато водораздела – 18-20 мая, на северном склоне - 20-25 мая.

Южный склон был наиболее засорен корнеотпрысковыми сорняками, численность которых на квадратном метре достигала 46 штук, а также полынью горькой (34,8 шт/м²).

Плато водораздела отличалось очень высокой засоренностью латуком степным. Данный сорняк характерен для лет с теплой, хорошо увлажненной весной. Численность его может достигает такой плотности, что он начинает подавлять сам себя.

Агротехнологические методы борьбы с сорной растительностью также зависят от погодных условий и рельефа поля и сроков их проведения в предпосевной период. Недостаточно эффективна борьба с сорняками после уборки урожая зерновых культур. Из-за засухи и низких температур отрастание сорняков очень слабое.

Осенние обработки приводят только лишь к некоторому ослаблению многолетних сорняков.

В это время прорастания семян малолетних сорняков в сухой почве почти не наблюдается, поэтому борьба с ними методом провокации всходов малоэффективна. Основное уничтожение сорной растительности достигается в пару.

Снижение урожайности яровой пшеницы от степени засоренности, в первую очередь, связано с уменьшением ее полевой всхожести. Так, наличие двух растений вьюнка полевого на метре квадратном вызывает уменьшение численности всходов яровой пшеницы в среднем до 63,4%, при двух растениях молокана татарского – до 74,2% от величины стеблестоя на чистом от сорняков участке (232 шт/м²). С увеличением сорняков до 5 шт/м² количество растений пшеницы уменьшается соответственно до 42% и 37,3%.

Урожайность яровой пшеницы в первом случае меньше в пределах 1 ц/га, во втором случае – до 5-6 ц/га при уровне урожая на контроле 15 ц/га.

В очагах засоренности, при количестве сорняков в пределах 30 шт/м², урожайность составляет всего 2-3 ц/га.

Выполнение всех рекомендуемых механических обработок почвы не обеспечивает полное уничтожение сорняков. В проводимых нами модельных опытах (2015 – 2019 гг.), куртины корнеотпрысковых сорняков наносились на карту, затем проводились механические обработки парового поля. Уже в посевах первой культуры после пара, в границах куртин обнаруживались отдельные экземпляры корнеотпрысковых сорняков, в посевах третьей культуры после пара, засоренность не только восстанавливалась в прежних границах, а даже увеличилась в увлажненные годы на 14%. В то время как на делянках, ежегодно обрабатываемых гербицидами, площадь куртин корнеотпрысковых сорняков перед уборкой пятой культуры снизилась до 15%, в то время как при механической обработке она составляла до 90% от исходной.

Участки, подобранные для закладки опытов, по изучению различных технологий возделывания яровой пшеницы в четырехпольном зернопаровом севообороте располагались на типичном холме.

Засоренность на его южном склоне составила в пределах 180-210 шт/м², при этом корнеотпрысковые от 38- до 43 шт/м², овсюг – 1,6 – 2 шт/м², других сорняков 140-160 шт/м². На плато водораздела она была самой высокой - 700-1000 шт/м², корнеотпрысковые сорняки до 112-136 шт/м², овсюга – 2-5 шт/м², других сорняков 800-900 шт/м².

Меньшая засоренность была на северном склоне, она составила в целом 100-120 шт/м², из них 42-47шт/м² – корнеотпрысковых и 50-80 шт/м² – других сорняков.

В зависимости от вариантов подготовки пара, лучшее уничтожение сорной растительности достигалось на химическом паре. За две обработки гибель сорняков достигала 96-98%.

После завершающей обработки пара механической и химической во второй половине августа отрастания сорняков не наблюдалось, чему способствовали понижение температуры и заморозки в ночное время.

Несмотря на то, что на всех вариантах опыта паровое поле в конце вегетационного периода было практически чистым, весной следующего года на нем появлялось много сорной растительности из семян и отрастание полностью неуничтоженных многолетних сорняков в период паровой обработки.

При механических обработках пара число сохранившихся сорняков было выше, чем при сочетании химических обработок с механическими и при одних химических обработках.

Химические обработки в паровом поле также не обеспечивали полную гибель многолетних сорных растений, особенно на южном склоне.

Благодаря сочетанию применения гербицидов в паровом поле и в течение ротации севооборота удалось практически подавить развитие сорной растительности до уровня ее вредоносности.

В целях сокращения гербицидной нагрузки и повышения экономии производства пшеницы по нулевой технологии возникла необходимость изучения возможности замены химического пара переходом на безпаровые севообороты.

После химической обработки участка, планируемого под пар, в третьей декаде мая высевались культуры позднего срока сева: горох на зерно, горохоовсяная и суданская трава на сено. Предпосевная гербицидная обработка подавляла сорную растительность, поэтому высеваемые культуры не страдали от сорняков и хорошо развивались в первоначальный период. Образовав хорошую массу, они сами подавляли появляющиеся сорняки. Чистоте посевов также способствовали гербицидные обработки в фазе кущения.

Таблица 1. Засоренность посевов пшеницы в фазе колошения, возделываемой по нулевой технологии в безпаровом севообороте, шт/м²

Предшественники	Удаленность от парового предшественника					
	1 культура, среднее за 2006-2009 гг.		2 культура, среднее за 2007-2010 гг.		3 культура, среднее за 2008-2011 гг.	
	Кол-во сорняков	доля в стеблестое %	Кол-во сорняков	доля в стеблестое, %	Кол-во сорняков	доля в стеблестое %
По химическому пару	2,5	0,3	0	0,0	2	0,7
По гороху	3	0,1	6	0,3	1	0,5
По горохово-овсяной травосмеси	3	0,5	5	0,7	6	1,8
По суданской траве	1	0,1	2	0,7	9	0,8

Высокая эффективность химических обработок в борьбе с сорной растительностью нашла подтверждение и в опыте с бессменным посевом пшеницы по нулевой технологии (таблица 2).

Даже при отсутствии парового поля в течение 10 лет, очищение посевов пшеницы по нулевой технологии оказалось более эффективным по сравнению с контрольным вариантом традиционной технологии, где за данный период поле паровалось дважды.

Таблица 2. Засоренность посевов яровой пшеницы в фазе колошения в зависимости от длительности возделывания по нулевой технологии, шт/м² (2008-2018 гг.)

Технологии	Количество сорняков	В том числе:		
		корнеот-прысковых	полынь горькая	овсюг
Традиционная технология, пар механический,	13,3	3,8	1,8	4,8
Нулевая технология, после химического пара	8,8	3,3	0,3	3,8
К традиционной технологии, %	66,2	86,8	16,7	79,2

В литературе имеются указания на то, что длительное применение гербицидов способствует увеличению численности сорняков, устойчивых к ним. В наших условиях одним из таких сорняков является полынь горькая.

При высокой температуре воздуха поверхность полыни покрывается толстым слоем кутикулы, предохраняющей от испарения влаги, которая препятствует проникновению гербицидов. В тоже время было замечено, что растения в фазе розетки в августе или весной в период отрастания хорошо подавляются гербицидами. Последнее нашло подтверждение в опытах (2015-2017 гг.) по изучению сроков проведения обработки гербицидами парового поля, засоренного полынью горькой. Первая обработка парового поля гербицидом «Клиник», проведенная 19 мая, практически полностью уничтожила полынь горькую. Более поздние обработки парового поля, особенно 10 июня, не вызывали гибель полыни.

Обратная закономерность отмечалась по уничтожению других видов сорной растительности. При химической обработке 10 июня уничтожение широколистных сорняков было максимальным. При ранней гербицидной обработке хорошо уничтожалась только полынь горькая, остальные сорняки в это время еще не начинали свое развитие поэтому в начале июня для их уничтожения потребовалась дополнительная гербицидная обработка. Таким образом, при сильной засоренности полынью горькой за время парования двух гербицидных обработок парового поля недостаточно, необходимо проведения трех обработок. Первая, при этом, должна быть ранней.

В течение 4-х (2016-2019 гг.) лет в КФХ «Влад» закладывались производственные опыты по изучению способов посева и подбора гербицидов для нулевой технологии. Обработки гербицидами изучались по фонам посева различными сошниками и сеялками.

Для посева использовались традиционные сеялки СЗС-9 с лапками и с анкерными сошниками, а также бразильская сеялка «Vence Tudo SA 11504» с дисковыми сошниками.

При посеве сеялкой СЗС-9 различными сошниками по внешнему виду посевов, такими как рост и развитие растений, существенных различий не наблюдалось.

На фоне без внесения гербицидов менее засоренными были посевы традиционными стрельчатыми сошниками, хорошо подрезавшими всходы сорных растений. Опрыскивание гербицидами

в фазе кущения улучшило состояние посевов. Урожайность на данном варианте была не хуже, чем на варианте с предпосевной химической обработкой.

На фоне без предпосевного внесения гербицидов засоренность на посевах анкерными сошниками была значительнее, однако она была устранена при химической прополке в фазе кущения пшеницы.

Совсем иная картина отмечалась при посеве дисковой сеялкой «Vence Tudo SA 11504» на фоне предпосевной обработки гербицидом: всходы появились быстрее, первоначальное развитие было ускоренным.

На фоне без предпосевной химической обработки посев дисковой сеялкой оказался полностью не эффективным. Несмотря на то, что были получены нормальные всходы, интенсивное развитие сорной растительности (главным образом липучки ежевидной) настолько сильно, угнетало развитие пшеницы что к периоду кущения, когда появилась возможность применить гербициды, пшеница была уже угнетена, урожайность на данном варианте была минимальной.

Посев дисковой сеялкой после химической обработки, обеспечил хорошие, дружные всходы. Химическая прополка в фазе кущения уничтожила появившиеся после посева сорняки, поэтому посевы не угнетались сорной растительностью и развивались нормально, различий в величине урожая при посеве дисковой и традиционной сеялками не установлено.

Проведенные производственные опыты позволяют заключить, что при переходе на нулевые технологии, несмотря на некоторое нарушение требований данной технологии, желательно проводить посев традиционными сеялками с лапками, подрезающими сорняки, пока не будет устранена проблема сильной засоренности посевов, лишь затем переходить на дисковые сеялки, обеспечивающие более быстрый посев с меньшими затратами.

Для обработки паровых полей проводился подбор гербицидов и их смесей.

Баковая смесь Глифосата с Дезормон эфиром в соотношении 2:1 оказала слабое влияние на полынь горькую, которая лишь искривилась, на 80% уничтожила волоснец ситниковый и свинорой - пальчатый, не полностью погибли осот полевой и молокан татарский, у них отмечалось отмирание основной массы листовой поверхности и искривление стеблей.

Баковая смесь Раундап 1 л + Секатор 100 г не обеспечила полной гибели сорняков. Лучший результат был получен при обработке пара баковой смесью Раундап 2 л/га + Секатор 150 г/га.

В посевах яровой пшеницы Дезормон эфир в дозе 0,6 л/га оказал слабое влияние на полынь, отмечалось только искривление стеблей растений и приостановление их роста, при этом развивались боковые ветви. Латук и осот после обработки полностью не погибали. Хорошо подействовал гербицид на солянку холмовую, козлобородник, отмечалась 100% их гибель.

Секатор в дозе 125 г/га вызвал 100% гибель солянки и козлобородника, на осот полевой, бодяк розовый и латук голубой оказал угнетающее влияние, полностью растения не погибли. Эффективность его выросла в баковой смеси с дезормон эфиром.

Фенизан в дозе 0,17 л/га на посевах оказал хороший эффект, наблюдалась практически 100% гибель солянки холмовой, латука степного, капустки хренолистной, гречишки татарской.

Полынь полностью не погибла, но приостановила развитие, приобрела уродливые формы. У осота полевого произошло пожелтение верхушек и постепенное отмирание растений.

Слабое влияние гербицид оказал на крестовник, он приостановился в росте, но не погиб.

2,4-Д экстра в дозе 0,9 л/га вызвала практически полную гибель всех видов сорняков. Сохранились полынь горькая и крестовник.

ПИК в дозе 13 г/га вызвал гибель всех сорных растений кроме полыни горькой.

Дикамин в дозе 150 г/га уничтожил на 100% одуванчик лекарственный, латук полевой, на крестовник влияния не оказал, он продолжал цвести.

Выводы. Эффективность нулевых технологий в первую очередь определяется качеством применяемых гербицидов и биологическими особенностями устойчивости сорных растений к ним в различные фазы развития. Решение данной задачи возможно путем подбора сроков применения гербицидов и подбора баковых смесей. Особую опасность могут представлять однолетние сорные растения в годы с медленным набором положительных температур в предпосевной период, особенно при посеве дисковыми сошниками. В таких случаях следует планировать обработку гербицидами сплошного действия после посева до появления всходов возделываемой культуры. Откладывать борьбу с ними на период кущения крайне опасно, поскольку быстро развивающиеся сорняки могут полностью подавить рост возделываемой культуры.

Результатами исследований доказано, что применение химических средств в засушливых условиях наиболее быстрый способ очищения полей от сорной растительности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гештовт Ю.Н., Жарокова Р.Г. Злостные сорняки. – Алма-Ата. Кайнар, 1968. 190 с.
2. Гештовт Ю.Н., Тарасенко В.И., Клоппертанц И.В., Зосич А.А. Перспективы минимальной и нулевой технологий обработки почвы в Северном Казахстане в сборнике: Научные основы производства конкурентоспособной продукции сельского хозяйства, Усть-Каменогорск, 2005. С.24-25.
3. Гештовт Ю.Н. Разработка системы применения гербицидов в богарных севооборотах зернового направления на сероземах юга-востока Казахстана и тропических красноземах республики Куба: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 06.01.01. – общее земледелие Омск, 1985. 32 с.
4. Гилевич С.И., Сомова С.В., Локайчук А.С. Плодосменные севообороты в степной зоне Казахстана: проблемы и решения. Научное обеспечение производства конкурентоспособной продукции сельского хозяйства: сборник научных трудов, посвященный 80-летию со дня основания Карабалыкской СХОС. 2009. С. 274-286.
5. Ирмулатов Б.Р., Кабжанова Г.Р., Сарбасов А.К. Сравнительное изучение разных способов подготовки пара под посев яровой пшеницы на каштановой супесчаной Северо – Востока Казахстана // Ноу-Тилл и плодосмен – основа аграрной политики поддержки ресурсосберегающего земледелия для интенсификации устойчивого производства: материалы Международной конференции. Астана – Шортанды, 2009. С. 136-141.
6. Каскарбаев Ж.А., Седов Г.В. Особенности агротехники яровой мягкой пшеницы при нулевой технологии возделывания // Ноу-Тилл и плодосмен – основа аграрной политики поддержки ресурсосберегающего земледелия для интенсификации устойчивого производства: материалы Международной конференции. Астана - Шортанды, 2009. С. 83-90.
7. Колмаков П.П., Нестеренко А.М. Излишнюю обработку почвы заменить гербицидами // Теоретические вопросы обработки почвы. Л., 1969. Вып. 2. С. 112-118.
8. Лузин А.Т. Энергосберегающая технология подготовки чистого пара в северном Казахстане. // Энерго – и ресурсосбережение в земледелии аридных территорий: материалы международной научно – практической конференции. Барнаул. 2000. С. 130-134.
9. Чуркина Г.Н. Экологическая оценка гербицидов, используемых при ресурсосберегающих технологиях возделывания зерновых культур // Ноу-Тилл и плодосмен – основа аграрной политики поддержки ресурсосберегающего земледелия для интенсификации устойчивого производства: материалы международной конференции. Астана - Шортанды, 2009. С.191-193.

10. Шашков В.П. Комплексные меры борьбы с сорняками на севере Казахстана. Шортанды, 2007

11. Шашков В.П., Тулегенов А.А. Гербициды против многолетних и малолетних двудольных и злаковых сорняков в посевах яровой пшеницы // Ноу-Тилл и плодосмен – основа аграрной политики поддержки ресурсосберегающего земледелия для интенсификации устойчивого производства: материалы международной конференции. Астана – Шортанды, 2009. С. 271-276.

12. Ющенко Н.С., Бондарец А.В., Ющенко Д.Н., Букаемский М.Б. Вопросы рационального использования склоновых почв казахского мелкосопочника // Проблемы экологии АПК и охрана окружающей среды: материалы 4-й Международной научной конференции. Щучинск, 2002. С. 157-159.

WEED CONTROL DURING WHEAT CULTIVATION IN THE GRAIN-STEAM CROP ROTATION USING ZERO TECHNOLOGY

D.N. Yushchenko

FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk, e-mail: andenisna@mail.ru

Long-term stationary studies conducted in conditions of insufficient humidification of Central Kazakhstan have shown the prospects of a possible transition to zero technologies. The effectiveness of the latter is determined by the success of weed control. Application of two chemical treatments in the steam field (in late May and mid-August) with systematic treatments in the pre-sowing period, it allows to nullify the harmfulness of weeds during two rotations of a four-field crop rotation and makes it possible to switch to fruit-bearing crop rotations that increase the economy of grain production.

Keywords: weed contamination, treatment technology, herbicides, tank mixtures

УДК 633.11 «321»:632.4:631.526.32 (571.1) (574.2)

ОЦЕНКА УРОЖАЙНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ К ГРИБНЫМ ЗАБОЛЕВАНИЯМ СРЕДНЕСПЕЛОГО СОРТА ОМСКАЯ 44

И.А. Белан, кандидат с.-х. наук,
Л.П. Россеева, кандидат с.-х. наук,
Н.П. Блохина, Я.В. Мухина, Н.С. Пугачева
ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, e-mail: belan@anc55.ru

Представлены результаты комплексной оценки сорта Омская 44. Сорт создан методом внутривидовой гибридизации, проявляет высокий уровень устойчивости к листовостебельным патогенам в фазе проростков и взрослого растения. Высокоурожайный, среднеспелого типа, средняя урожайность составляет 4,47 т/га, что превышает сорт-стандарт Дуэт на 1,51 т/га.

Ключевые слова: сорт, урожайность, сортоиспытание, устойчивость, листовостебельные патогены.

Омская область входит в двадцатку крупнейших регионов страны по посевным площадям пшеницы. Доля сортов селекции ФГБНУ «Омский АНЦ» достигает 60-70 % от общих посевов пшеницы мягкой яровой в области [1]. По состоянию на 2021 г. в области возделывается 32 среднеспелых сорта пшеницы мягкой яровой (434,6 тыс. га), созданных в научных учреждениях Западной Сибири (ФГБНУ «Омский АНЦ», ИЦиГ СО РАН, ФГБНУ ФАНЦА, ОмГАУ и др.). Максимальные площади посева у сортов Алтайская жница (30,4 тыс. га), Катюша (33,3 тыс. га), Дуэт (38,2 тыс. га), ОмГАУ 90 (40,3 тыс. га), Омская 38 (77 тыс. га) и Сигма (82 тыс. га) [2].

Среди заболеваний пшеницы широкое распространение имеют мучнистая роса и ржавчинные заболевания. Начиная с 2015 г., на посевах отмечается повышение вредоносности стеблевой ржавчины. По данным Коробейникова Н.И. потери восприимчивых сортов к ржавчинным патогенам составляют 30-35% [3].

Районированные ранее и получившие широкое распространение сорта (лидеры РФ по посевным площадям - Омская 36, Новосибирская 31 и Ирень), не могут в полной мере реализовать свой

генетический потенциал по урожайности без применения средств химической защиты по причине восприимчивости к листостебельным патогенам. Создание устойчивых к заболеваниям сортов пшеницы является экологически безопасной и экономически выгодной альтернативой применению средств химизации, поэтому обозначилась потребность в создании таких сортов, адаптированных к местным условиям [4, 5].

Цель исследования – провести комплексную оценку нового сорта пшеницы мягкой яровой Омская 44 в условиях Омской области.

Материалы и методы. Полевые исследования выполняли в селекционном севообороте лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы на базе ФГБНУ «Омский АНЦ» в зоне южной лесостепи Омской области. Поражаемость изучаемых форм в полевых условиях мучнистой росой определяли по шкале Saari E.E., Prescott J.M., бурой и стеблевой ржавчиной - по международной шкале. Учеты проводили в динамике каждые 6–8 суток с начала проявления заболеваний до фазы восковой спелости, затем рассчитывали площадь под кривой развития болезней (ПКРБ) и индекс устойчивости (ИУ). Наблюдения, учёты, изучение материала конкурсного сортоиспытания (КСИ) проводили согласно методикам ВИР [6].

Питомники КСИ по пшенице мягкой яровой закладывали в два срока по пару (1-й срок с 12 по 15 мая, 2-й срок с 22 по 25 мая) сеялкой ССФК-7 М. Норма высева составила 5,5 млн всхожих семян на гектар, повторность опыта четырёхкратная, площадь делянок 10 м². При уборке урожая использовали малогабаритные селекционные комбайны «ХЕГЕ-125» и «WINTERSTEIGER-ВИМ». Для лабораторного анализа вручную убирали растения с учетных площадок в 1 м². Стандартом служил среднеспелый сорт Дуэт с умеренной устойчивостью к мучнистой росе, восприимчивый к стеблевой ржавчине и устойчивый к бурой ржавчине.

В лабораторных условиях проводили анализ по 9 элементам продуктивности растений, для определения устойчивости в фазе проростков к ржавчинам патогенам бензимидазольным методом [7] использовали камеры искусственного климата (Биотрон 4 и Биотрон 8).

Погодные условия в лесостепной зоне Омской области в 2015-2021 гг. по температурному режиму и влагообеспеченности были контрастными. Вегетационные периоды 2017, 2020 и 2021 гг. характеризовались низкой влагообеспеченностью (значения ГТК составили 0,70, 0,61 и 0,55), оптимальные условия увлажнения

отмечены в 2015, 2016 и 2019 гг. (ГТК 1,15, 1,00 и 1,06 соответственно), 2018 г. был влажным (ГТК 1,4), кроме того, ливневые осадки и сильный ветер привели к полеганию посевов. Наличие капельно-жидкой влаги в виде росы и время ее экспозиции более 8 часов во все годы, кроме 2021 г. способствовало массовому развитию патогенов мучнистой росы, бурой и стеблевой ржавчины [8].

Вегетационный период (май-август) 2021 г. характеризовался сильной засухой. Наиболее благоприятными по влагообеспеченности были только условия июня. В этот период происходило развитие патогена мучнистой росы, уровень поражения восприимчивых сортов достигал 70–80 %. В дальнейшем погодные условия характеризовались повышенными среднедекадными температурами и дефицитом осадков, что создало неблагоприятные условия для развития бурой и стеблевой ржавчины (максимальное поражение растений восприимчивых сортов составило 15-25 %). На таком фоне была возможность объективно оценить изучаемые генотипы только на устойчивость к патогену мучнистой росы и засухе.

Результаты и их обсуждение. Сорт пшеницы мягкой яровой Омская 44 (селекционный номер Лютесценс 79/04-11), созданный путём индивидуального отбора из гибридной популяции Лютесценс 248/97-11 х Омская 38 (к-65566, Россия), передан в 2019 г. на Государственное сортоиспытание. Основные зоны возделывания – лесостепь и степь. Оригинатор сорта – ФГБНУ «Омский АНЦ». В 2021 г. сорт включен в Государственный реестр селекционных достижений по 10 и 11 регионам РФ (Патент № 11524).

Материнская форма представлена сортообразцом местной селекции Лютесценс 248/97-11 (создан в 1997 г.) с повышенной урожайностью, высокими показателями качества зерна и устойчивостью к пыльной головне. Отцовской формой послужил среднеспелый сорт Омская 38 – устойчив к полеганию, высокоустойчивый к мучнистой росе, а также бурой и стеблевой ржавчинам, содержит пшенично-ржаную *1RS.1BL* с кластером генов (*Lr26/Sr31/Pm8/Yr9*) и пшенично-пырейную *7DL-7Ai* (*Lr19/Sr25*) транслокации.

Сорт Омская 44 среднеспелый, вегетационный период в среднем 88 суток, созревает на уровне сорта-стандарта Дуэт. На инфекционном фоне в Институте сельского хозяйства (KARI, Кения) в течение 2017 и 2018 гг. проведена оценка устойчивости к агрессивной расе стеблевой ржавчины. В эти годы сорт проявил высокую устойчивость к расе Ug99. В 2017 г. процент и тип поражения составил 5 RMR, в 2018 – 20M.

Результаты оценки поражаемости листостебельными патогенами показали (табл. 1), что сорт Омская 44 задерживал развитие возбудителей мучнистой росы, бурой и стеблевой ржавчины, т.е. обладал горизонтальной (полевой) устойчивостью. Данный сорт проявлял устойчивость к мучнистой росе и бурой ржавчине на уровне сорта-стандарта Дуэт вне зависимости от года изучения. К патогену стеблевой ржавчины сорт Омская 44 проявлял высокий уровень устойчивости ($IУ < 0,35$), в отличие от стандарта, характеризовавшегося восприимчивостью ($IУ > 0,80$). При оценке в фазе проростков оба сорта характеризовались иммунитетом к бурой ржавчине.

Таблица 1. Устойчивость сорта Омская 44 к листостебельным патогенам в фазе проростков и взрослых растений, 2018-2021 гг.

Сорт	Родословная	Уровень устойчивости, фаза				
		взрослого растения			проростков	
		мучни стой росе	бурой ржавч ине	стебле вой ржавч ине	бурой ржавч ине	стебле вой ржавч ине
2018						
St –Дуэт	Эритроспермум 59/ Целинная 20/ANK 102	0,37	0,5	1	0	4
Омская 44	Лютесценс 248/97-11 / Омская 38	0,34	0,05	0,09	0	2
2019						
St –Дуэт	Эритроспермум 59/ Целинная 20/ANK 102	0,23	0,10	1	0	4
Омская 44	Лютесценс 248/97-11 / Омская 38	0,18	0,11	0,20	0	2
2020						
St –Дуэт	Эритроспермум 59/Целинная 20/ANK 102	0,32	0	1	0	4
Омская 44	Лютесценс 248/97-11 / Омская 38	0,23	0,17	0,22	0	1-2
2021						
St –Дуэт	Эритроспермум 59/ Целинная 20/ANK 102	0,28	-	-	0	4
Омская 44	Лютесценс 248/97-11 / Омская 38	0,25	-	-	-	-

Примечание: ¹ИУ – индекс устойчивости. (уровни устойчивости: высокий – от 0,10 до 0,35; средний – от 0,36 до 0,65; низкий – от 0,66 до 0,80 и восприимчивость >80).

²Шкала оценки, балл: 0 – иммунный; 1 – высокоустойчивый; 2 – среднеустойчивый; 3 – средневосприимчивый и 4 – восприимчивый.

В конкурсном сортоиспытании ФГБНУ «Омский АНЦ» (зона южной лесостепи) за 4 года испытаний (2015-2018 гг.) сорт Омская 44 превысил стандарт Дуэт на 1,51 т/га и показал урожайность 4,47 т/га (табл. 2). Максимальная урожайность 5,69 т/га получена в конкурсном сортоиспытании на базе ФГБНУ «Омский АНЦ» при посеве по пару 2017 г.

Относительно высокий потенциал урожайности зерна сорта Омская 44 в сравнении со стандартным сортом Дуэт обеспечивается прежде всего устойчивостью к стеблевой ржавчине, а также числом продуктивных стеблей, числом зерен в колосе и массой зерна с колоса.

Таблица 2. Результаты изучения пшеницы мягкой яровой сорта Омская 44 в конкурсном сортоиспытании (Омская обл., зона южной лесостепи, 2015-2018 гг.)

Показатель	Дуэт, ст.	Омская 44	Отклонение от стандарта
Вегетационный период, суток	88	88	0
Поражение бурой ржавчиной, %	15	15	0
Поражение стеблевой ржавчиной, %	90	45	- 45
Поражение мучнистой росой, %	60	50	- 10
Устойчивость к полеганию, балл	7	9	+ 2
Число продуктивных стеблей на 1 м ² , шт.	348	360	+ 12
Длина колоса, см	8,6	9,0	+ 0,4
Количество зерен в колосе, шт.	33,9	40,4	+ 6,5
Масса зерна с колоса, г	1,10	1,50	+ 0,40
Урожайность, 1 срок, пар, т/га (НСР ₀₅ = 0,33 т/га)	2,96	4,47	+ 1,51
Урожайность, 2 срок, пар, т/га (НСР ₀₅ = 0,25 т/га)	2,16	4,11	+ 1,95

Результаты испытаний сорта Омская 44 в условиях Омской области показали, что данный сорт обладает высокой потенциальной урожайностью, превосходя сорт-стандарт Дуэт на 1,51 т/га, за счет оптимального сочетания элементов продуктивности: по массе зерна с

колоса на 0,40 г; по числу зерен в колосе – на 6,5 шт.; по числу продуктивных стеблей на 1 м² – на 12 шт., а также за счет высокой устойчивости к листостебельным патогенам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ресурсный потенциал сортов мягкой яровой пшеницы для условий Западной Сибири и Омской области (аналитический обзор) / И.А. Белан [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021; № 22(4). С. 449-465.
2. Казак А.А., Логинов Ю.П. Сравнительное изучение среднеспелых и среднепоздних сортов сильной пшеницы сибирской селекции в лесостепной зоне Тюменской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. № 67(6). С. 33-41.
3. Коробейников Н.И., Валекжанин В.С. Лидер 80 – новый сорт яровой мягкой пшеницы интенсивного типа // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 11(181). С. 5-10.
4. Новохатин В.В., Драгавцев В.А. Научное обоснование эколого-генетической селекции мягкой яровой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2020. № 34 (12). С. 39-46.
5. Продуктивность и качество мягкой яровой пшеницы в Западной Сибири / Т.Н. Капко [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2021. № 35(10). С. 25-31.
6. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале: методические указания / А.Ф. Мережко [и др.] СПб.: ВИР, 1999. 82 с.
7. Михайлова Л.А., Квитко К.В. Лабораторные методы культивирования возбудителя бурой ржавчины пшеницы // Микология и фитопатология. 1970. Т.4, № 3. С. 269-270.
8. Селекция на устойчивость к стеблевой ржавчине яровой мягкой пшеницы в Западной Сибири / Л.П. Россеева [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 7(153). С. 5-12.

EVALUATION OF YIELD AND RESISTANCE TO FUNGAL DISEASES OF THE MID-SEASON VARIETY OMSKAYA 44

I. A. Belan, L.P. Rosseeva, N. P. Blokhina, Y. V. Mukhina, N. S. Pugacheva

FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk, e-mail: belan@anc55.ru

The results of a comprehensive assessment of the variety Omskaya 44 are presented. Variety Omskaya 44 was created by the method of intraspecific hybridization, shows a high level of resistance to leaf-stem pathogens in the phases of seedlings and adult plants. Variety is high-yielding, mid-season, the average yield is 4.47 t/ha, which exceeds the standard variety Duet by 1.51 t/ha.

Keywords: variety, yield, variety testing, resistance, leaf-stem pathogens

ОЦЕНКА СОРТОВОЙ РЕАКЦИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В.Д. Василевский, кандидат с.-х. наук
ФГБНУ "Омский АНЦ", г. Омск, e-mail: vasilevskiy@anc55.ru

Представлены экспериментальные данные полевого опыта по изучению отзывчивости сортов ярового ячменя на интенсивность возделывания при их размещении по чистому пару и зерновому предшественнику, проводившегося на опытном поле отдела семеноводства Омского АНЦ в 2021 г. Исследовано влияние интенсивной технологии выращивания на урожайность зерна ячменя по сравнению с экстенсивной.

Ключевые слова: ячмень яровой, сорт, предшественник, технология, урожайность.

Введение

Яровой ячмень – это ценная продовольственная, зернофуражная и техническая культура, которая по использованию является уникальным растением. В его зерне содержится в среднем более 60% крахмала, 12-13% белка, более 2% жира, около 3% золы, 5-7% клетчатки, большое количество витаминов. В белковом комплексе более 20 аминокислот, в том числе 8 – незаменимых, включая лизин и триптофан.

Яровой ячмень является одной из основных зерновых культур в Западно-Сибирском регионе и Омской области. В 2020 г. ячмень возделывался в Омской области на площади 334 тыс. га, что составило 16,8% от всех посевов зерновых культур в регионе (1993 тыс. га). Ячмень высевается в основном в южной лесостепной и степной зонах Омской области. В 2020 г. удельный вес посевов ячменя в этих двух зонах составил 91,4% от общей площади посева этой культуры в области.

Интенсификация зернового производства базируется на трёх главных составляющих: высокоурожайном сорте, высоком фоне минерального питания и защите растений. Основой этой триады является генетический потенциал возделываемых растений,

реализуемый селекционерами посредством создания новых высокопродуктивных сортов [1, 2]. На долю сорта и технологии возделывания в повышении урожайности приходится по 25%, удобрений – 50%. При интенсификации земледелия доля сорта увеличивается до 34–50%, удобрений – 30, средств защиты растений – 25–30% [3]. Главная причина недобора урожаев – несоответствие подобранного сорта уровню интенсификации технологии. Особенно важен дифференцированный подход к подбору сортов в настоящее время, когда одни хозяйства широко применяют интенсивные технологии, а другие – не могут обеспечить посевы необходимыми дозами удобрений и комплексом защиты растений [4].

Задачи исследования: 1) изучить в условиях южной лесостепи Западной Сибири уровень урожайности сортов ярового ячменя при размещении по агрофонам с различной интенсивностью возделывания; 2) оценить степень интенсивности изучаемых сортов ячменя и их отзывчивость на применение интенсивной технологии возделывания при размещении по двум разным предшественникам.

Методика проведения исследования

Объектом исследования являлись 11 сортов ярового ячменя: Омский 95 (St.), Авалон, Беатрис, Грэйс, Деспина, Жана, Омский 99, Омский 100, Омский 101, Саша и Сибирский авангард. Посев был проведен 15 мая сеялкой ССФК-7М сплошным рядовым способом с шириной междурядий 15 см и нормой высева 4,5 млн. всхожих семян/га на глубину 4-6 см по двум предшественникам – чистому черному пару и зерновому предшественнику (2-я культура после пара) на опытном поле отдела семеноводства ФГБНУ «Омский АНЦ» в южной лесостепи Западной Сибири. По каждому предшественнику было наложено по два фона технологии возделывания – экстенсивная и интенсивная. Экстенсивная технология в плане химизации заключалась лишь в прополке посевов ячменя в фазе кущения баковой смесью гербицидов (Примадонна, СЭ, 0,55 л/га+Гранат, ВДГ, 0,015 г/га+Овсяноген Супер, КЭ, 0,55 л/га). Интенсивная технология кроме химической прополки (с добавлением Биостима зернового, 1,0 л/га) включала в себя протравливание семян за 3-5 дней до посева (Скарлет, МЭ, 0,35 л/т+10 л воды/т), обработку в фазе колошения баковой смесью (фунгицид Титул Дуо, ККР, 0,35 л/га+инсектицид Эсперо, КС, 0,1 л/га+Биостим зерновой, 1,0 л/га) и допосевное локальное внесение минеральных удобрений: по пару 115 кг/га аммофоса ($N_{14}P_{60}$); по зерновому предшественнику – 115 кг/га аммофоса и 135 кг/га

аммиачной селитры ($N_{60}P_{60}$). Норма расхода воды при опрыскивании посевов – 200 л/га. Основная и предпосевная обработка почвы, уход за посевами зерновых проводились по технологии, общепринятой для ярового ячменя в данной зоне.

Опыт был заложен по методике Государственного сортоиспытания с.-х. культур. Площадь одной делянки 20 м², повторность 3-кратная. Учёт урожая проводили зерноуборочным комбайном «Хеге 125» путем сплошного обмолота растений с каждой делянки с приведением урожая зерна к 14%-й стандартной влажности и 100%-й чистоте.

Почва опытного участка – чернозем слабо выщелоченный средне- и тяжелосуглинистый с мощностью пахотного слоя 23 см, гумусовых горизонтов А+АВ – 38-44 см. Основная доля общего запаса гумуса приходится на полуметровый слой (80,3%) и составляет 325 т/га. Основные запасы азота находятся в верхнем полуметре (83,6%) и составляют 18,4 т/га. Валовое содержание фосфора в почве небольшое и составляет 1348-1756 мг/кг. Обменного калия (по Масловой) содержится 58-81 мг на 100 г почвы.

Сумма среднесуточных температур выше 10°C за май-август 2021 г. составила 2264°C, при норме 1645°C. За это время выпало 133,2 мм осадков (64% от их среднемноголетнего количества 207,0 мм). Гидротермический коэффициент (ГТК Селянинова А.Т.) за период май-август составил 0,59; июнь-август – 0,69 при среднемноголетнем его значении 1,10, что свидетельствует о слабой (или умеренной) засухе в течение летнего периода. В июле наблюдалась средняя засуха: ГТК этого месяца был равен 0,51. Дефицит атмосферных осадков на фоне экстремально высоких температур воздуха в течение вегетационного периода ускорил развитие и созревание ячменя, снижая при этом его продуктивность.

Результаты исследования и их анализ

Испытание сортов ярового ячменя по чистому пару на фоне экстенсивной технологии (табл. 1) показало, что самой высокой зерновой продуктивностью, достоверно превышающей урожайность стандартного сорта Омский 95 на 0,39 т/га при $НСР_{05}=0,18$ т/га, характеризовался лишь один сорт Сибирский авангард (6,97 т/га). Все остальные сорта ячменя достоверно уступали по продуктивности стандарту. На фоне применения интенсивной технологии возделывания наиболее высокой урожайностью зерна отличались сорта Сибирский авангард и Саша (7,81 и 7,67 т/га, соответственно),

обеспечившие прибавки урожайности по отношению к стандарту, соответственно, 0,42 и 0,28 т/га. Все остальные испытываемые сорта ячменя достоверно уступали по продуктивности стандарту. При размещении по пару урожайность зерна ячменя при использовании интенсивной технологии возделывания в среднем составила 6,88 т/га, экстенсивной – лишь 6,20 т/га.

Таблица 1. Урожайность зерна сортов ярового ячменя в зависимости от предшественника и интенсивности технологии возделывания, т/га

Название сорта	Урожайность зерна, т/га				Коэффициент интенсив- ности сорта
	Пар чистый		Зерновые		
	Технология				
	Экстен- сивная	Интен- сивная	Экстен- сивная	Интен- сивная	
Омский 95 (St.)	6,58	7,39	3,56	5,13	72,1
Авалон	6,10	6,69	3,59	4,84	58,4
Беатрис	6,34	7,12	3,65	4,98	65,3
Грейс	6,14	6,83	2,88	3,89	74,4
Деспина	6,02	6,37	3,51	4,97	53,9
Жана	5,84	6,89	3,44	5,12	65,0
Омский 99	6,27	6,62	3,68	4,56	55,4
Омский 100	5,55	5,78	3,03	3,96	51,8
Омский 101	6,30	6,49	3,66	4,60	53,3
Саша	6,14	7,67	3,73	4,57	74,2
Сибирский авангард	6,97	7,81	3,62	4,95	78,9
Среднее	6,20	6,88	3,49	4,69	63,9
	5,31				-
НСР ₀₅	0,18	0,17	0,18	0,19	-

При размещении ячменя по зерновому предшественнику при экстенсивной технологии возделывания в группу сортов, показавших высокую зерновую продуктивность, вошло большее количество сортов (9 из 11). Выделившиеся сорта (Авалон, Беатрис, Деспина, Жана, Омский 99, Омский 101, Саша и Сибирский авангард) по урожайности зерна (3,44-3,73 т/га) существенно не отличались от сорта-стандарта Омский 95 (3,56 т/га). При применении интенсивной технологии самыми продуктивными оказались сорта Омский 95, Сибирский авангард, Беатрис, Деспина и Жана, сформировавшие урожайность зерна на уровне 5,13-4,95 т/га. Все остальные изучаемые сорта ячменя достоверно уступали стандарту. Самой низкой зерновой

продуктивностью среди иностранных сортов характеризовался сорт Грейс, уступая стандарту на 1,24 т/га. При посеве после зернового предшественника урожайность зерна ячменя при использовании интенсивной технологии возделывания в среднем составила 4,69 т/га, экстенсивной – лишь 3,49 т/га.

Применение интенсивной технологии возделывания обеспечивало в среднем прибавку урожайности зерна при размещении по пару 0,68 т/га (11,0%), по худшему зерновому предшественнику – 1,20 т/га, соответственно, 11,0 и 34,4% по отношению к экстенсивному фону. При размещении ярового ячменя по зерновому предшественнику уровень зерновой продуктивности был значительно ниже, чем по чистому пару: на фоне экстенсивной технологии в среднем на 2,71 т/га, интенсивной – на 2,19 т/га. Таким образом, если роль интенсификации технологии в повышении зерновой продуктивности ячменя возрастает при его размещении по худшим предшественникам, то значение хорошего предшественника, наоборот, увеличивается при экстенсивной технологии возделывания.

Расчет коэффициента интенсивности сорта по Удачину Р.А., Головоченко А.П. [5] показал, что наиболее интенсивными в условиях 2021 г. проявили себя сорта Сибирский авангард, Грейс, Саша и Омский 95 (78,9-72,1). Несколько меньшей отзывчивостью на интенсивность возделывания характеризовались сорта Беатрис и Жана (65,3 и 65,0). Самым низко отзывчивым на интенсивный фон возделывания показал сорт Омский 100 (51,8).

Самой высокой отзывчивостью на интенсивный фон возделывания по пару отличались сорта Саша, Жана, Сибирский авангард, Омский 95 (стандарт) и Беатрис, обеспечившие по сравнению с экстенсивной технологией возделывания прибавки урожайности зерна на уровне 1,53-0,78 т/га (табл. 2); по зерновому предшественнику – Жана, Омский 95 (стандарт), Деспина, Беатрис, Сибирский авангард и Авалон (прибавки урожайности зерна 1,68-1,25 т/га, соответственно).

При размещении ячменя по чистому пару наибольшую отзывчивость на интенсивную технологию возделывания проявлял сорт Саша (23,3), а по зерновому предшественнику – Жана (41,0). Кроме этих сортов, при размещении по пару наиболее высокими значениями отзывчивости на интенсивность возделывания характеризовались сорта Жана, Сибирский авангард, Омский 95 и Беатрис (16,0-11,9), по зерновому предшественнику – Омский 95,

Сибирский авангард, Деспина и Авалон (38,3-30,5). В среднем по сортам коэффициент отзывчивости на интенсивную технологию при размещении ячменя по зерновому предшественнику был почти в 3 раза больше (29,3), чем при посеве по пару (10,3). Если сорт Саша характеризовался своей отзывчивостью на интенсивный фон возделывания лишь в условиях хорошей влагообеспеченности (при размещении по чистому пару), а сорта Авалон и Деспина – только по зерновому предшественнику; то сорта Омский 95, Беатрис, Жана и Сибирский авангард – стабильно обеспечивали достаточно высокий уровень отзывчивости на интенсивный фон при посеве по обоим предшественникам.

Таблица 2. Отзывчивость сортов ярового ячменя на интенсивность возделывания в зависимости от предшественника

Название сорта	Прибавка урожайности зерна по интенсивной технологии к экстенсивной, т/га		Коэффициент отзывчивости сорта на интенсивную технологию	
	Предшественник			
	Пар чистый	Зерновые	Пар чистый	Зерновые
Омский 95 (St.)	+0,81	+1,57	12,3	38,3
Авалон	+0,59	+1,25	9,0	30,5
Беатрис	+0,78	+1,33	11,9	32,5
Грейс	+0,69	+1,01	10,5	24,6
Деспина	+0,35	+1,46	5,3	35,6
Жана	+1,05	+1,68	16,0	41,0
Омский 99	+0,35	+0,88	5,3	21,5
Омский 100	+0,23	+0,93	3,5	22,7
Омский 101	+0,19	+0,94	2,9	22,9
Саша	+1,53	+0,84	23,3	20,5
Сибирский авангард	+0,84	+1,33	12,8	32,5
Среднее	+0,67	+1,20	10,3	29,3

Выводы и рекомендации

В условиях средней июльской засухи 2021 г. наиболее высокоурожайным на самом интенсивном фоне (6,97 т/га) и, соответственно, самым интенсивным (78,9) оказался сорт Сибирский авангард. Высокую интенсивность проявили также сорта Грейс, Саша и Омский 95 (74,4-72,1). Отмечено, что, если роль интенсификации технологии в повышении зерновой продуктивности ячменя возрастает при его размещении по худшим предшественникам, то значение

хорошего предшественника, наоборот, увеличивается при экстенсивной технологии возделывания. При размещении ячменя по пару наибольшую отзывчивость на интенсивную технологию возделывания проявлял сорт Саша (23,3), а по зерновому предшественнику – Жана (41,0). Кроме этих сортов, при размещении по пару наиболее высокой отзывчивостью на интенсивность возделывания отличались сорта Жана, Сибирский авангард, Омский 95 и Беатрис (16,0-11,9), по зерновому предшественнику – Омский 95, Сибирский авангард, Деспина и Авалон (38,3-30,5). В среднем по сортам коэффициент отзывчивости на интенсивную технологию при размещении ячменя по зерновому предшественнику был почти в 3 раза больше (29,3), чем при посеве по пару (10,3). Если сорт Саша характеризовался своей отзывчивостью на интенсивный фон лишь в условиях хорошей влагообеспеченности (при размещении по чистому пару), а сорта Авалон и Деспина – только по зерновому предшественнику; то сорта Омский 95, Беатрис, Жана и Сибирский авангард – стабильно обеспечивали достаточно высокий уровень отзывчивости на интенсивность возделывания при посеве по обоим предшественникам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство. М.: Агрорус, 2008. Т. 1. 814с.
2. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. М.: Агрорус, 2004. 1109 с.
3. Чепелев В.П., Шорохова А.И. Реакция ячменя на условия выращивания в регионе Среднего Урала / Сб. науч. трудов Уральской ГСХА. Екатеринбург, 2001. 345 с.
4. Борисоник З.Б., Мусатова А.Г., Галаницкая О.И. Урожайность ярового ячменя в зависимости от метеорологических условий и агротехнических факторов // Докл. ВАСХНИЛ. 1989. №1. С. 9-11.
5. Удачин Р.А., Головоченко А.П. Методика оценки экологической пластичности сортов пшеницы // Селекция и семеноводство. 1990. № 5. С. 2-6.

EVALUATION OF THE VARIETAL REACTION OF SPRING BARLEY TO THE INTENSITY OF CULTIVATION IN THE SOUTHERN FOREST STEPPE OF WESTERN SIBERIA

V.D. Vasilevsky

FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk, e-mail: 55asc@bk.ru

The experimental data of a field experiment on the study of the responsiveness of spring barley varieties to the intensity of cultivation when they are placed on pure steam and grain precursor, conducted in the experimental field of the seed department of the

Omsk ASC in 2021, are presented. The influence of intensive cultivation technology on the yield of barley grain compared with extensive is investigated.

Keywords: spring barley, variety, precursor, technology, yield.

УДК 633.112.1:664.6./7:631.559 (571.13)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВ ЗЕРНА И ПРОДУКТИВНОСТИ ЯРОВОЙ ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.А. Глушаков,

О.А. Юсова, кандидат с.-х. н.,

В.С. Юсов, кандидат с.-х. н.

ФГБНУ "Омский АНЦ", г. Омск, e-mail: glushakov@anc55.ru

Представлены данные изучения показателей качеств зерна, а также продуктивности сортов и линий яровой твёрдой пшеницы в Западной Сибири Омской области.

Ключевые слова: Твёрдая пшеница, качество зерна, урожайность.

Твёрдая пшеница *Triticum durum* Desf – одна из старейших культур на земле. Зерно твердой пшеницы богато витаминами групп В, Е, РР, К, незаменимыми аминокислотами, макро и микроэлементами что, великолепно подходит как для производства детского и диетического питания, а также круп (булгур, кускус) [1]. Однако основным направлением для твердой пшеницы остается производство высококачественной макаронных изделий. *Triticum durum* Desf. обладает высоким содержанием белка, высоким количеством и качеством клейковины и обладает повышенным содержанием каротиноидных пигментов (в 2 раза больше, чем у мягкой пшеницы), что делает ее просто незаменимым источником сырья для производства макаронной продукции [2].

Сегодня по оценке Минсельхоза, в 2021 г. посевные площади твёрдой пшеницей в России составляют около 700 тыс. гектар при валовом сборе 650 — 750 тыс. тонн, что является недостаточным даже для удовлетворения потребности внутри страны [3]. При недостатке макаронной крупки страдает качество так, как в отрасли допускается применение муки пшеничной хлебопекарной, что негативно сказывается на конечном продукте. Повышение продуктивности и

качеств зерна твердой пшеницы важные селекционные задачи, решить которые можно путем создания высокопродуктивных сортов, обладающих высоким качеством зерна. Для этого необходима комплексная оценка селекционного материала и выявление форм для дальнейшего включения их в селекционный процесс.

Целью работы являлось оценка признаков качества зерна и урожайности сортов и линий твердой яровой пшеницы, а также выявление перспективных образцов.

Условия и методика исследований

Исследования проведены в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Омский аграрный научный центр» в 2020–2021 гг. Объектом исследований являлись сорта и селекционные линии твёрдой яровой пшеницы Российской и иностранной селекции. Оценка показателей качества зерна и макаронные свойства определялись в лаборатории качества зерна Омского АНЦ по общепринятым методикам [4].

Результаты и обсуждение

Результаты изучения выраженности показателей качества и урожайности сортов и линий показал существенные их различия, так урожайность варьировались от 2,7 (Si Nylo) до 4,2 (Гордеиформе 14-83-1), что урожайность сорта стандарта Жемчужина Сибири составляла 3,5 т/га (таблица). Сорта Памяти Янченко, Безенчукская 210, Безенчукская Нива, Триада, Луч 25, Памяти Васильчука, Таганрог и линии Гордеиформе 12-75-3, Гордеиформе 14-83-1 превышали значения сорта стандарта. Линия Гордеиформе 12-11-5 находилась на уровне сорта стандарта.

Анализ натурной массы зерна твердой пшеницы свидетельствует, о повышенном содержание натурной массы по сравнению с сортом стандартом Жемчужина Сибири (767,5 г/л): Омский Лазурит, Памяти Янченко, Солнечная, Таганрог, Безенчукская 210, Безенчукская Нива, Луч 25, Памяти Васильчука, Рустикано, Si Nylo, Гордеиформе 12-11-5, Гордеиформе 12-75-3, Гордеиформе 14-83-1 (782-817 г/л). Для производителей макаронной продукции особый интерес представляет высоконатурное зерно (более 770 г/л) или I группа и средненатурное зерно (745-770 г/л) - II группа.

Таблица 1. Урожайность и качество твёрдой яровой пшеницы (среднее за 2020-2021 гг.)

Сорт/линия	Оригинатор	Урожайность, т/га	Натура зерна, г/л	Стекловидность , %	Содержание белка, г	Цвет макарон, балл	Индекс глютена, %
Жемчужина Сибири,st	Омский АНЦ	3,5	768	61	16,6	3,3	24
Омский Изумруд		3,3	763	61	16,4	3,5	5
Омский Коралл		3,4	765	58	15,8	3,6	7
Омский Лазурит		3,3	784	62	15,2	3,3	5
Омская Янтарная		3,4	767	59	16,6	3,2	7
Гордеiforme 12-11-5		3,5	782	65	15,6	3,3	70
Гордеiforme 12-75-3		3,8	789	62	15,7	3,3	76
Гордеiforme 14-83-1		4,2	791	61	15,2	3,5	43
Памяти Янченко	ФАНЦА	3,6	788	65	16,1	3,5	26,6
Солнечная		3,3	793	60	16,8	3,5	9,5
Безенчукская 210	СамНЦ РАН	3,7	817	60	14,7	3,4	15
Безенчукская Нива		3,9	794	60	16,1	3,3	22
Триада		3,7	764	62	15,1	3,1	70
Луч 25	ФАНЦ Юго-Востока	3,8	800	62	15,8	3,5	22
Памяти Васильчука		3,9	813	66	14,6	3,3	55
Таганрог	Агролига ЦСР	3,8	795	65	14,7	3,4	37
Рустикано	ISEA SRL	2,8	787	57	15,4	3,1	53
Odisseo	Италия	3,3	735	58	15,9	3,0	23
Sy Nilo	Syngenta Crop Protection AG	2,7	782	64	16,3	2,9	54
Среднее		3,5	782,7	61,5	15,7	3,3	32,8

К высоконатурной группе отнесены: Омский Лазурит, Памяти Янченко, Солнечная, Таганрог, Безенчукская 210, Безенчукская Нива, Луч 25, Памяти Васильчука, Рустикано, Si Nylo, Гордеиформе 12-11-5, Гордеиформе 12-75-3, Гордеиформе 14-83-1; к средненатурной группе отнесены: Омский Изумруд, Омский Коралл, Омская Янтарная, Триада (763-767 г/л).

Содержание белка — это важный признак качества зерна. Данные таблицы указывают на то, что лишь один сорт Омская Янтарная показал содержанием белка на уровне сорта стандартом (16,6 г/л). По содержанию белка сорта и линии можно разделить: I класс - относятся образцы с массовой долей белка не менее 13,5 г; II класс — не менее 12,5 г; III класс — не менее 11,5 г. Таким образом все исследуемые образцы отнесены к I классу по содержанию белка.

«Цвет сухих макарон» — это один из признаков, который определяет качество конечного продукта. Также цвет сухих макарон свидетельствует о содержании каротиноидных пигментов. В среднем за годы исследований весь набор изучаемых сортов характеризовался средними баллами оценки цвета сухих макарон 2,9 до 3,6. Установлено, что сортов Омский Изумруд, Омский Коралл, Памяти Янченко, Солнечная, Безенчукская 210, Луч 25, Таганрог (3,4-3,5 балл) отмечено повышенные значения по признаку цвет макарон по сравнению с сортом стандартом (3,3 балл). У сортов Омский Лазурит, Безенчукская Нива, Памяти Васильчука и линий Гордеиформе 12-11-5, Гордеиформе 12-75-3 значения цвета сухих макарон находились на уровне стандарта. В годы исследований показатели стекловидности имели существенные различия. По стекловидности сорта и линии можно разделить: I тип — уровень стекловидности не менее 95%; II тип — не менее 85%; III тип — не менее 70%; IV тип — не ограничивается. В соответствии с ГОСТом все исследуемые образцы отнесены IV типу. В свою очередь показатель стекловидности у сорта стандарта Жемчужина Сибири находился на уровне 61,0%. Варьирование по годам среди сортов и линий наблюдалось от 57,0% у Рустикано до 66,0% у Памяти Васильчука. Выявлено, что значение стекловидности у Омский Лазурит, Памяти Янченко, Триада, Таганрог, Луч 25, Памяти Васильчука, Si Nylo, Гордеиформе 12-11-5 превышали сорт стандарт; у Омский Изумруд и Гордеиформе 14-83-1 показатель находился на уровне стандарта.

Индекс глютена (индекс клейковины) — показатель, характеризующий эластичность теста и его прочность. Повышенное содержание по сравнению с сортом-стандартом отмечены у сортов

Памяти, Янченко, Триада, Памяти, Васильчука, Таганрог, Рустикано, Sy Nilo и линий Гордеиформе 12-11-5, Гордеиформе 12-75-3, Гордеиформе 14-83-1.

Выводы

1. За период исследований среди изученного материала к
 - высоконатурной группе отнесены сорта: Памяти Янченко, Солнечная, Таганрог, Безенчукская 210, Безенчукская Нива, Луч 25, Памяти Васильчука, Рустикано, Гордеиформе 12-75-3, Гордеиформе 14-83-1.
 - средненатурной группе: Омская Янтарная, Жемчужина Сибири, Омский Изумруд, Омский Коралл, Омский Лазурит, Триада, Si Nylo, Гордеиформе 12-11-5.
2. Повышенными значениями натурности обладали: Омский Лазурит, Памяти Янченко, Солнечная, Таганрог, Безенчукская 210, Безенчукская Нива, Луч 25, Памяти Васильчука, Рустикано, Si Nylo, Гордеиформе 12-11-5, Гордеиформе 12-75-3, Гордеиформе 14-83-1.
3. По содержанию белка в зерне все изучаемые образцы отнесены к I классу качества. Отмечено, повышенное содержание белка во всех исследуемых образцах. Наибольшим содержанием белка в зерне обладали: Омская Янтарная, Солнечная.
4. По цвету сухих все исследуемые образцы обладали средними значениями 2,9 до 3,6. Высокие значения отмечены: Омский Изумруд, Омский Коралл, Памяти Янченко, Солнечная, Луч 25, Гордеиформе 14-83-1.
5. Повышенное содержание глютена: Памяти, Янченко, Триада, Памяти, Васильчука, Таганрог, Рустикано, Sy Nilo Гордеиформе 12-11-5, Гордеиформе 12-75-3, Гордеиформе 14-83-1.
6. Наиболее ценными по стекловидности являются: Омский Лазурит, Памяти Янченко, Триада, Таганрог, Луч 25, Памяти Васильчука, Si Nylo, Гордеиформе 12-11-5.
7. По урожайности в среднем по годам выделились: Безенчукская Нива, Памяти Васильчука, Гордеиформе 14-83-1.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Комплексная оценка образцов твердой яровой пшеницы на завершающем этапе селекционного процесса /М.Г. Евдокимов, В.С. Юсов, М.Н. Кирьякова, Д.А. Глушаков // Перспективные технологии в аграрном производстве: человек, "цифра", окружающая среда: материалы Международной научно-практической конференции (AGROPROD 2021). Омск, 2021. С. 138-144.

2. Ясенка - новое слово в получении "золотого зерна" твердой пшеницы / А. А. Мудрова [и др.] // *Зерновое хозяйство России*. 2021. № 3 (75). С. 41-45.
3. Перспективные сорта пшеницы твердой озимой и их семеноводство / Т.С. Безуглая, Н.Е. Самофалова, Н.П. Иличкина, А.С. Иванисова, Н.В. Кабанова, М.М. Копусь // *Зерновое хозяйство России*, 2022. Т. 14. № 2. С. 17-23.
4. Колмаков Ю.В. Оценка материала пшеницы в селекции и повышение потенциала его качества в зернопроизводстве и хлебопечении: монография. Омск: Изд-во ОмГАУ, 2007. 268 с.

STUDY OF GRAIN QUALITY AND PRODUCTIVITY OF SPRING HARD WHEAT IN THE OMSK REGION

D.A. Glushakov, O.A. Yusova, V.S. Yusov

FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk, e-mail: glushakov@anc55.ru

The paper presents the data on the study of grain quality indices as well as productivity of spring durum wheat varieties and lines in Western Siberia of the Omsk region.

Key words: durum wheat, grain quality, yield.

УДК: 631.527:635.21

ПАМЯТИ НИКОЛАЯ ИВАНОВИЧА РОГАЧЁВА (1922-1996 гг.)

С.Н. Красников, кандидат с.-х. наук,

А.И. Черемисин, кандидат с.-х. наук

О.В. Красникова

ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, e-mail: krasnikov56@mail.ru

В 2022-2023 годах отмечаются юбилеи известным селекционерам по культуре картофеля Западной Сибири: Н.И. Рогачеву, Л.В. Катин-Ярцеву и Б.Н. Дорожкину. Все они являются создателями известных, широко распространенных сортов картофеля. Приводится автобиографический и научный материал о Нарымском селекционере Рогачёве Н.И. В статье представлен краткий обзор о творческом наследии Н.И. Рогачева и преемственности его работ в современной селекции картофеля.

Ключевые слова: Рогачёв, юбилей, биография, селекция, картофель.

2 сентября 2022 года исполнилось 100 лет со дня рождения заслуженного агронома РСФСР, одного из основоположников селекции и сортоиспытания картофеля в Западной Сибири Николая Ивановича Рогачёва.

Сортовое разнообразие картофеля в Сибири формировалось постепенно. Родоначальником многих сортов в разных селекционных центрах Сибири стала Ранняя роза. Впоследствии от скрещивания с этим американским сортом на Нарымской государственной селекционной станции в г. Колпашево Томской области известным сибирским селекционером-картофелеводом, заслуженным агрономом Российской Федерации СССР Н.И. Рогачевым с коллегами были созданы сорта Нарымский ранний, Колпашевский, Идеал, Приобский, Нарымка, Венера и другие. Сорта нарымской селекции получили широкое распространение в Сибири, Казахстане, Татарии, Удмуртии, Чувашии. Популярны нарымские сорта и на приусадебных участках этих регионов, прежде всего благодаря высоким столовым качествам. Неизменным спросом пользуется среднеспелый сорт Идеал, районированный с 1967 г. [1].

Н.И. Рогачёв родился 2 сентября 1922 года в семье крестьянина-середняка в деревне Бороздины Котельничского района Кировской области.

С 1930 по 1934 г. учился в Синцовской начальной школе, а с 1934 по 1937 г. – в Спасской НСШ. В 1940 г. с аттестатом отличника окончил Макарьевскую среднюю школу.

В декабре 1940 г. был призван на военную службу в Черноморский флот. Сначала служил в Новороссийской, а затем в Керченской военно-морских бригаде. В начале 1941 г. учился и окончил в г. Керчи школу береговой и противовоздушной обороны. В 1941 – 1942 гг. участвовал в боях с фашистской Германией в Крыму и на Северном Кавказе, в береговой обороне и в рядах Краснознамённой 83-й Военно-морской стрелковой бригады, в качестве командира отделения, помощника командира взвода и командира взвода. В сентябре 1942 года в уличных боях в г. Новороссийске был тяжело ранен. До марта 1943 года находился в госпитале (ему ампутировали правую руку). Комиссовали в звании «лейтенант».

Боевые награды: ордена Отечественной войны I степени и Красной звезды, медали: За оборону Кавказа, За победу над Германией», медаль Жукова, юбилейные медали.

После окончания с отличием Тимирязевской сельскохозяйственной академии в марте 1947 года, по настоятельной просьбе директора Нарымской государственной селекционной станции М.И. Нагорного молодой специалист Николай Рогачёв приехал работать в таёжное село Александрово, на севере Томской

области. Как хорошего специалиста, в октябре 1947 года его перевели в г. Колпашево.

Николай Иванович занимался разработкой вопросов таёжного земледелия и агротехники полевых культур, селекцией и семеноводством картофеля. Он является автором сортов картофеля Нарымский ранний, Колпашевский, Идеал, Приобский, которые были районированы в 16-ти краях и областях России, соавтором сортов Нарымка, Янга, Томич, Накра, Памяри Рогачёва, Антонина, Солнечный, Юбиляр, Югана, Чая.

Николай Рогачёв работал на Нарымской государственной селекционной станции с 1947-го по 1991 год старшим научным сотрудником, заведующим группой селекции и первичного семеноводства картофеля, заведующим отделом агротехники, заместителем директора по научной работе НГСС. Под руководством Николая Ивановича была основана селекционная школа по картофелю, с 1965-го по 1989 год создана генетическая коллекция сортов. Его именем названа улица в микрорайоне селекционной станции г. Колпашево и один из самых популярных сортов картофеля – Памяти Рогачева, а в честь его жены сорт картофеля – Антонина.

Рогачёв Н.И. был удивительным человеком - честным, незлобивым, покладистым, спокойным и справедливым. Обладая простым характером, он легко общался с окружающими.

На первый план достоинств Николая Рогачева нужно поставить его необыкновенное трудолюбие, он всегда строго придерживался исполнения всех обязанностей. Особенно любил Рогачев дисциплинированность.

Открытый, доброжелательный, никому никогда не отказывал в совете. Он не имел ученого звания и степени, хотя вполне их был достоин и заслужил. У него были печатные работы, и то, над чем он трудился, имеет большое практическое и теоретическое значение. Так что при желании, потратив некоторое время, он вполне мог бы оформить один из этапов своих изысканий в качестве диссертации, и не только кандидатской, но и докторской. Но он этого не сделал. И в этом не только сложившиеся обстоятельства его жизни, тут есть и кое-что от принципиальных соображений, прежде всего – от обостренного чувства ответственности. Ему не хотелось отрывать время от основной своей работы, ведь селекция не терпит остановки, она непрерывна. Да ещё и увлекательна!

С 1949 года Николаем Ивановичем Рогачёвым начаты селекционные работы на основе межсортовой и внутривидовой

гибридизации. Основным методом становится половая гибридизация с использованием вида *S. demissum*, а также сортов и гибридов, в происхождении которых участвовали дикие фитофтороустойчивые виды. Будучи человеком пытливым, он разработал собственные приемы совершенствования, обновления и создания новых сортов картофеля. Он настолько преуспел в этом, что его сорта картофеля за свои преимущества и несомненные достоинства распространились не только в Сибири, но и в целом в России - Рогачев создал 4 замечательных, широко известных сорта картофеля столового назначения: Нарымский ранний, Колпашевский, Идеал и Приобский. Все они отличаются хорошими вкусовыми качествами, а сорт Колпашевский был включен в число 8 высокоценных сортов мировой коллекции по вкусовым достоинствам.

Николай Иванович, занимаясь селекцией и первичным семеноводством картофеля, одновременно заведовал отделом агротехники, работал заместителем директора по науке и вел большую общественную работу (председатель правления общества «Знание»).

Важным моментом в жизни Николая Ивановича стало сотрудничество с Изольдой Максимовной Яшиной - ведущим российским генетиком по картофелю, работавшей во Всероссийском НИИ картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха. Благодаря совместной селекции с ВНИИКХ были созданы сорта картофеля Накра, Памяти Рогачева, Антонина, Солнечный, Югана и, в том числе, первые в Сибири нематодоустойчивые сорта Кетский и Юбиляр.

Отличительная особенность его многолетней работы – постоянное практическое использование результатов теоретических знаний для целей селекции. Ведь работа селекционера направлена на то, чтобы постоянно улучшать свойства сорта или создавать сорта с теми параметрами, которые требует общество. В том, что в большинстве своем сорта картофеля колпашевской селекции пригодны для различной промышленной переработки, заслуга и Николая Ивановича Рогачева.

Сорта картофеля Колпашевский, Приобский, Нарымка, Томич, Накра, Памяти Рогачева, Антонина, Солнечный, Кетский, Юбиляр, Югана до сегодняшнего дня числятся в Госреестре селекционных достижений Российской Федерации.

Государство по достоинству оценило трудовые заслуги Николая Ивановича. Его грудь украшали трудовые ордена и медали: Октябрьской революции, «Знак Почёта», в том числе ВДНХ и ВСХВ, юбилейные медали.

Николай Иванович Рогачев был человеком сдержанным, немногословным и скромным, особенно если речь заходила о чем-то понастоящему для него дорогом и важном. Как-то Сергей Христолюбов, заместитель директора по науке станции, спросил Николая Ивановича: «Скажи, когда ты хоть один сорт посвятишь жене, дашь её имя? Я давно считаю, что нельзя тебя одного называть автором новых сортов. Без Антонины Семеновны не достиг бы таких успехов!...». Действительно, его «вторая половинка» - Антонина Семеновна – очень много значила в его жизни. Она всю жизнь работала заведующей научной библиотеки станции и принимала непосредственное участие в работе по селекции картофеля – держала Николая Ивановича в курсе последних научных достижений, принося свежие газеты и журналы с закладками в нужных местах. Она была постоянным членом дегустационной комиссии, подписывала адреса на почтовых ящиках и почтовых бланках и своей любовью, вниманием, чуткостью создавала творческие условия для своего мужа. Рогачев всегда гордился своей красавицей женой, которая великолепно пела, была хорошей, экономной, заботливой хозяйкой – у них всегда были свои соленья, варенья, грибы и т.д. Их дочь Оля в школьные годы трудилась летом в поле на картофельных полянках – Николай Иванович был счастливым мужем и отцом. Но, к сожалению, до того момента, когда один из новых сортов картофеля был назван именем его жены – Антонина, Рогачев не дожил.

Николаю Ивановичу мы бесконечно благодарны за тот богатый практический опыт, который он передал нам. Учил, как проводить скрещивание родительских форм, работать с полевым журналом, с посевной ведомостью, научил определять болезни картофеля, с помощью вешек, ног и глаз разбивать поле для размещения на нем полянок, определять разными способами крахмалистость клубней, вести браковку селекционного материала. Учил работать с коллекцией сортов (часть этих материалов вошла в диссертационные работы аспирантов), делать математический анализ урожая, писать годовые отчеты и т.д.

Рогачев, изучая ту или иную статью, важные для работы строки подчеркивал. Он всегда говорил, что нельзя надеяться на память, нужно все записывать. У Николая Ивановича сохранилась интересная выписка из высказываний великого физика Э. Резерфорда, который в своё время создал оригинальную классификацию этапов внедрения новых теоретических представлений: "При своем появлении всякая научная истина проходит три стадии понимания. Сперва говорят, что

это – абсурдно. Затем – в этом что-то есть. Наконец, это давно известно..." Поэтому, когда слышишь скептические высказывания по поводу селекции, вспоминаешь именно эти его слова. У Николая Ивановича много рекомендаций. Приведём один из советов - не торопиться выбраковывать селекционный материал, а нужно переводить его в предыдущий питомник. По истечении многих лет убеждаешься в правильности его слов [2].

Следуя опыту и исследованиям Рогачёва, мы ежегодно в полевых условиях проводим гибридизацию по 20-30 комбинациям скрещивания. Селекционную работу направляем на создание для Западно-Сибирского региона новых ранних и среднеранних сортов столового назначения, отвечающих современным требованиям рынка [3].

Однако потенциал биологической и хозяйственной продуктивности картофеля остается далеко неиспользованным.

Для удовлетворения потребностей в семенном картофеле высших репродукций в отделе картофеля ФГБНУ «Омский АНЦ» имеется лаборатория по микроклональному размножению картофеля на безвирусной основе которая производит до 60 тысяч мини-клубней отечественных и зарубежных сортов [4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дорожкин Б.Н. Селекция картофеля в Западной Сибири: монография. Омск: РАСХН. Сиб. Отд-ние. СибНИИСХ, 2004. 272 с.
2. Красников С.Н. Сибирский селекционер-картофелевод к 95-летию со дня рождения Николая Ивановича Рогачева // Модернизация аграрного образования: интеграция науки и практики: материалы III Международной научно-практической конференции. Томский сельскохозяйственный институт: ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ. 2017. С. 117-121.
3. Красников С.Н. Селекция картофеля на адаптивность в условиях таежной зоны Западной Сибири: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05: утв. 17.11.2008. Омск, 2008 183 с.
4. История селекции картофеля в Омской области / А.И. Черемисин, Н.В. Дергачёва, С.В. Согуляк, И.А. Якимова // Научные инновации – аграрному производству: материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 100-летию юбилею Омского ГАУ. 2018. С. 767-771.

IN MEMORY OF NIKOLAI IVANOVICH ROGACHEV

S.N. Krasnikov, A.I. Cheremisin, O.V. Krasnikova
FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk

In 2022-2023, the anniversaries of famous potato breeders of Western Siberia are celebrated: N.I. Rogachev, L.V. Katin-Yartsev and B.N. Dorozhkin. All of them are the creators of well-known, widespread varieties of potatoes. Autobiographical and scientific material about the Narym breeder N.I. Rogachev is given. The article presents a brief overview of the creative heritage of N.I. Rogachev and the continuity of his work in modern potato breeding.

Keywords: Rogachev, anniversary, biography, selection, potatoes.

УДК 631.524:633.111«324»

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗАПАСНЫХ БЕЛКОВ (*Glu A1*, *Glu D1* и *Waxy*) У ОБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

М.Е. Мухордова, канд. с.-х. наук, доцент,

В.С. Бабий, М.В. Урман,

ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, Россия, mukhordova@anc55.ru

*В работе представлены результаты исследования образцов пшеницы методом ПЦР-анализа и гель-электрофореза. Определено наличие генов *Glu A1*, *Glu D1* и *Wx*, отвечающих за качество зерна.*

*Ключевые слова: пшеница озимая мягкая, ген *Glu A1*, ген *Glu D1*, *Wx*, ПЦР, гель-электрофорез.*

В Омском аграрном научном центре успешно ведется селекция, направленная на создание сортов пшеницы мягкой озимой с высокими хлебопекарными и технологическими качествами муки. В селекции по этим направлениям используются как классические методы – внутривидовая и отдаленная гибридизация, индивидуальный отбор, так и отбор с помощью молекулярных маркеров [1].

Улучшение качества зерна и хлебопекарных свойств - одно из важных направлений в селекции зерновых культур. Существует набор генов, отвечающих за качество. Аллели этих генов контролируют биосинтез конкретных клейковинных и других белков зерна. Запасные белки – глюteniны, доминирующие белки эндосперма зерновки пшеницы, которые несут основную функциональную нагрузку относительно их влияния на качество клейковины и составляют основной процент от общего содержания белка в зерне [2, 3]. Локус, отвечающий за биосинтез высокомолекулярных глютеинов (ВМ) *Glu*- располагается в хромосомах гомеологической группы 1. Аллели локуса *Glu-D1* оказывают значительное влияние на качество

пшеничной муки. Аллели локусов Glu-B1 и Glu-A1 проявляют меньший эффект, чем Glu-D1 [4]. Высокие показатели качества зерна и хлебопекарных свойств пшеницы определяются аллелями высокомолекулярных глютеинов 1A1, 1A2*, 1D 5 +10 [5].

Помимо субъединиц генов Glu 1 актуальными являются исследования по определению аллельных вариантов Waxy-генов пшеницы и их взаимосвязи с хлебопекарными и технологическими свойствами зерна [6].

Установлено, что комбинация b-аллельных вариантов Waxy-генов в геномах пшеницы (нефункциональные нуль-аллели), обуславливает синтез крахмала амилопектинового типа (с пониженным содержанием амилозы или полным его отсутствием). Сочетание муки Waxy пшениц с «нормальными» пшеницами обеспечивает существенное снижение черствение хлеба. А данный процесс является ретроградацией крахмала, пшеницы амилопектинового типа характеризуются большей способностью противостоять ретроградации [7,8]. В хлебопечении мука Waxy пшениц используется только как модификатор «нормальной» [9].

Целью исследования явилось определение наличия генов, ответственных за качество зерна, в геноме исследуемых сортообразцов пшеницы мягкой озимой методом ПЦР-анализа.

Материалы и методы

Для осуществления эксперимента нами выбрано 5 сортов и 1 линия отечественной и зарубежной селекции, различающихся между собой по ряду хозяйственно-ценных признаков, а именно Жемчужина Поволжья, Юбилейная 180, Фантазия х (Донская остистая х Мутант 114, Сплав, Минская, Заларинка.

Пробоподготовка образцов осуществлялась при помощи гомогенизатора *TissueLyser LT*. Экстракцию ДНК проводили из 3-х дневных проростков зерен пшеницы с помощью готового набора реактивов «ФитоСорб» («Синтол», Россия). Концентрацию измеряли на флуориметре *Maxlife*. Полимеразная цепная реакция была проведена с использованием праймеров к гену Glu A1 использованы праймеры, разработанные Liu S. с соавторами [10], к гену Glu D1, разработанный Ishikawa G., Nakamura T. [11]. А также на наличие Waxy генов с помощью праймеров 4F и 4R, разработанных Vanzetti L. с соавторами [12].

Праймеры синтезированы в НПО «Синтол» (г. Москва). Для проведения ПЦР был использован набор БиоМастер *HS -Taq* ПЦР-*Color* (2х). Объем реакционной смеси - 50 мкл/образец.

Амплификацию осуществляли в термоциклере T100 («Bio-Rad», США).

Анализ полученных фрагментов амплификации фракционировали методом горизонтального электрофореза в 1,5% агарозном геле в *1\times TBE* буфере в течение 90 минут при напряжении в 130В. Гель окрашивали с помощью интеркалирующего агента *Ethidium bromide*. Результаты детектированы в системе гель документации *GelDoc XR+* с помощью ПО *Bio-Rad Image Lab 5.1*. Размеры фрагментов ДНК оценены по подвижности в сравнении со стандартными ДНК маркерами. В качестве маркера молекулярного веса использовали «50 bp Ladder».

Результаты и обсуждения

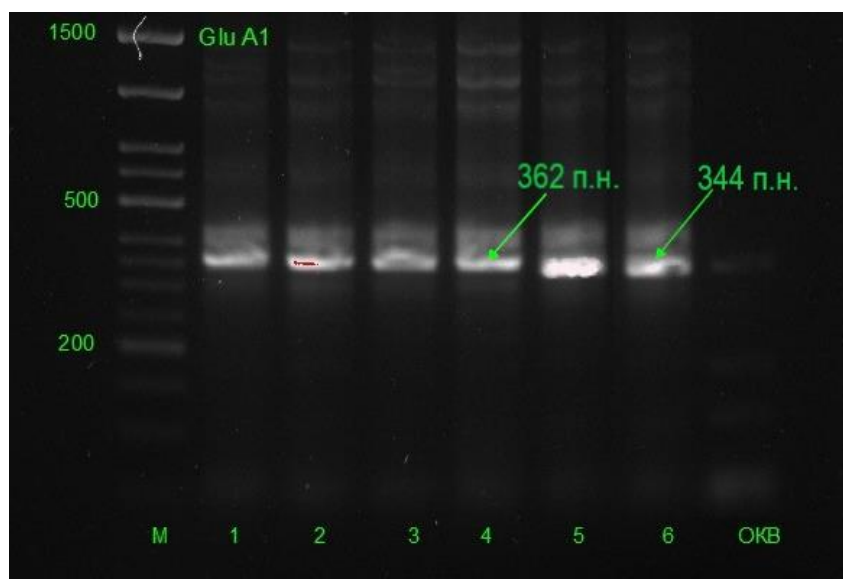
Результаты идентификации с помощью молекулярных маркеров представлены в таблице 1.

Таблица 1. Наличие генов качества зерна Glu A1 и Wx в образцах озимой мягкой пшеницы

№ п/п	Сортообразец	Wx			Glu A1		Glu D1	
		Wx- A1a 257	Wx- B1a 227	Wx- D1a 299	a, c 362	b 344	a 361	d 320+343
					1* ¹ , null ¹	2* ¹	2+12 ¹	5+10 ¹
1	Жемчужина Поволжья	+	+	+	+	-	-	+
2	Юбилейная 180	+	+	+	+	-	-	-
3	Заларинка	+	+	+	+	-	-	+
4	Сплав	+	+	+	+	-	-	+
5	Минская	+	+	+	-	+	-	+
6	Фантазия х (Донская остистая х Мутант 114)	+	+	+	-	+	-	-

Примечание: ¹ субъединицы высокомолекулярного глютенина

Анализ электрофореграммы показал состав аллелей локуса Glu-A1. Для гена Glu A1 наличие бэнда 344 п.н. выявляет аллель Glu-A1b, который соответствует субъединице Ax2* и оказывает положительное влияние на качество теста (вязкость и растяжимость). Два образца из нашего исследуемого набора имеют генотип Glu-A1b, а именно сорт Минская – белорусской селекции и линия омской селекции Фантазия х (Донская остистая х Мутант 114).

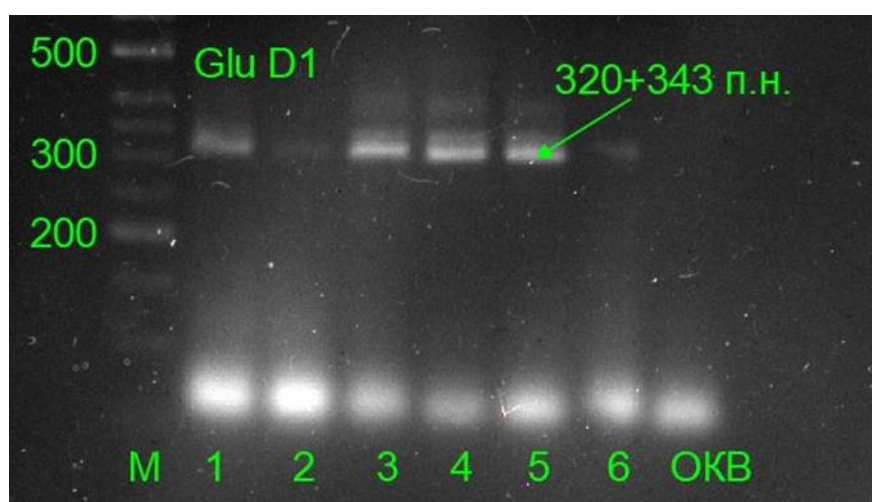


- 1 Жемчужина
Поволжья
- 2 Юбилейная 180
- 3 Заларинка
- 4 Сплав
- 5 Минская
- 6 Фантазия x
(Донская остистая x
Мутант 114)

Рисунок 1 - Определение аллелей гена Glu A1 у сортообразцов озимой мягкой пшеницы с маркерами UMN19F/ UMN19R, М – маркер молекулярного веса (М) 50 bp; ОКВ - H₂O деионизированная (отрицательный контроль)

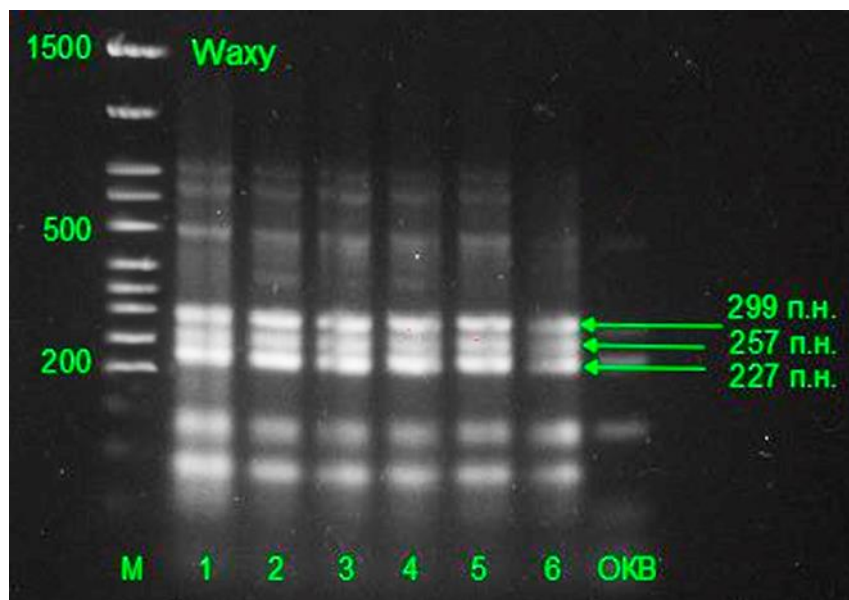
С помощью ПЦР анализа поведен скрининг аллельного состава гена Glu D1. В сортах Жемчужина Поволжья, Заларинка, Сплав и Минская определено наличие ценной комбинации 5 + 10 для локуса Glu-D1, а качество клейковины этих генотипов соответствует I-й группе.

Наивысший балл 4 соответствует аллелю, экспрессирующему субъединицы 5 + 10. Поэтому основным белковым маркером для хлебопекарных качеств пшеницы является пара высокомолекулярных глютелинов — Dx-5 + Dy-10 в локусе Glu-D1, тогда как альтернативная комбинация Dx2 + Dy12 обычно связывают с низким качеством клейковины.



- 1 Жемчужина
Поволжья
- 2 Юбилейная 180
- 3 Заларинка
- 4 Сплав
- 5 Минская
- 6 Фантазия x
(Донская остистая
x Мутант 114)

Рисунок 2 - Определение аллелей гена Glu D1 у сортообразцов озимой мягкой пшеницы с маркерами Dx 5F/ DxR, М – маркер молекулярного веса (М) 50 bp; ОКВ - H₂O деионизированная



- 1 Жемчужина
- Поволжья
- 2 Юбилейная 180
- 3 Заларинка
- 4 Сплав
- 5 Минская
- 6 Фантазия х
- (Донская остистая х
- Мутант 114)

Рисунок 3 - Определение аллелей гена Waxy у сортообразцов озимой мягкой пшеницы с маркерами 4F/4R, М – маркер молекулярного веса (М) 50 bp; ОКВ - H₂O деионизированная (отрицательный контроль)

Все проанализированные образцы имеют в своем генотипе аллели (а) генов Wx-A1- (257 п.н.), Wx-B1- (227 п.н.) и Wx-D1- (299 п.н.) «дикого» типа. К сожалению аллель, отвечающая за пониженное содержание амилозы в крахмале не выявлена. Нефункциональные нуль-аллели локусов Waxy-генов пшеницы имеют прямое влияние на образование крахмала амилопектинового типа, где наиболее существенное снижение содержания амилозы оказывает хозяйственно-ценный нулевой аллель Wx-B1-локуса – Wx-B1b, идентификация которого диагностически значима.

Выводы

1. Сорт Минская – белорусской селекции и линия омской селекции Фантазия х (Донская остистая х Мутант 114) имеют генотип Glu-A1b. Образцы озимой мягкой пшеницы, несущие в своем генотипе аллель Glu-A1b (344п.н.), обладают высоким качеством клейковины, что соответствует субъективной Ах2* и могут быть рекомендованы в качестве источников для использования в селекционных программах.

2. В четырех сортах Жемчужина Поволжья, Заларинка, Сплав и Минская определено наличие субъективной 5 + 10 локуса Glu-D1, что соответствует высокому качеству клейковины.

3. Анализ на аллельное состояние гена Wx выявил отсутствие нуль аллеля во всех трех геномах, все образцы несли аллели дикого типа Wx-a. Поэтому необходимо продолжать поиск линий и сортообразцов с

нуль аллелем Wx-b (наиболее существенно влияющего на свойства крахмала).

4. Полученные результаты в ФГБНУ «Омский АНЦ» будут использованы селекционерами для создания перспективного материала с улучшенными качественными показателями зерна сортов пшеницы с применением MAS-селекции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мухордова М.Е., Пахотина И.В. Скрининг образцов озимой пшеницы на наличие генов ВМС глютеинов методами генетического и ПЦР-анализа // Фундаментальные и прикладные аспекты ветеринарной медицины на границе веков: Сборник материалов международной конференции, посвященной 100-летию СибНИВИ-ВНИИБТЖ. Омск: ИП Макшеевой Е.А., 2021. С. 487-492.

2. Вафин Р.Р., Абдулина И.Р., Ржанова И.В. Молекулярные подходы к идентификации генотипов *Triticum aestivum*. По аллельным вариантам waxy-генов и HMW субъединиц глютеинов // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2 (1). С.556-569.

3. Оригинальная генетическая изменчивость по аллелям локусов *Glu* для селекции пшеницы на качество зерна / В.В. Моргун, О.И. Тарасюк, В.М. Починок, А.И. Рыбалка // Труды БГУ. 2014. Ч. 1. № 9. С. 141-147.

4. Boisson, M. Partial sequences of nitrogen metabolism genes in hexaploid wheat / [M. Boisson, K. Mondon, V. Torney, N. Nicot et al. // Theor. Appl. Genet., 2005. 110, № 5. P. 932–940.

5. Панченко, І.А. Інформаційна цінність та успадкування алельних варіантів блоків високомолекулярних глютеїнів в селекції озимої пшениці на якість зерна / [І.А.Панченко, З.В. Усова, Н.М. Притула, В.В. Лучной та ін.] // Селекція і насінництво. Х., 2007. Вип. 94. С. 115–128.

6. Климушина М.В., Крупин П.Ю., Дивашук М.Г., Карлов Г.И. Об оптимизации систем молекулярного маркирования Waxy-генов пшеницы для целей MAS-селекции // С.-х. биология. – 2010. – № 5. – С. 36–41.

7. Выявление аллельного варианта Wx-A1g Waxy-гена у генотипов яровой пшеницы Отечественной селекции / И.Р. Абдулина, Р.Р. Вафин, Л.И. Зайнуллин, Ф.К. Алимова // Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. 2012. Т. 154. № 4. С. 158-163.

8. Асхадуллин Данил Ф., Асхадуллин Дамир Ф., Василова Н.З., Вафин Р.Р. Аспекты создания сортов яровой мягкой пшеницы с измененным составом крахмала в зерне // Нива Поволжья. 2018. №4 (49). С.2-8.

9. Niu, M. Dough rheological properties and noodle-making performance of non-waxy and waxy whole-wheat flour blends / M. Niu, G. Hou, S. Zhao // Journal of Cereal Science. 2017. V. 75. P. 261-268.

10. Liu S. New DNA markers for high molecular weight glutenin subunits in wheat / S. Liu. [et al.] // Theor. Appl. Genet. 2008. Vol. 118(1). P. 177–183.

11. Ishikawa G., Nakamura T. A new co-dominant PCR-based marker to identify the high-molecular-weight glutenin subunit combination «5+10» of common wheat // Wheat Information Service, 2007. 103. P. 1-4.

12.Vanzetti L.S. Genetic variability for waxy genes in Argentinean bread wheat germplasm / L.S. Vanzetti [et al.] // Electronic Journal of Biotechnology. – 2009. – V. 12. – No. 1. – P. 1-9.

MOLECULAR GENETIC ANALYSIS OF SPARE PROTEINS (Glu A1, Glu D1 and Waxy) SAMPLES OF WINTER SOFT WHEAT

M.E. Mukhordova, V.S. Babiy, M.V. Urman

FSBSI "Omsk agrarian scientific center", Omsk, e-mail.ru: mukhordova@anc55.ru

The paper presents the results of the study of wheat samples by PCR analysis and gel electrophoresis. The presence of Glu A1, Glu D1 and Wx genes responsible for grain quality was determined.

Keywords: soft winter wheat, Glu A1 gene, Glu D1 gene, Wx, PCR, gel electrophoresis.

УДК 631.527:633.16:575.1

ДОСТИЖЕНИЯ ОМСКОГО АГРАРНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА В СЕЛЕКЦИИ ЯЧМЕНЯ

П.Н. Николаев, кандидат с.-х. наук,

О.А. Юсова, кандидат с.-х. наук,

ФГБНУ "Омский АНЦ", г. Омск, e-mail: nikolaev@anc55.ru

На данный момент включены в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации и допущены к использованию в производстве как давние сорта (Омский 90 – с 1996 г.), так и новинки селекции (Омский 100, Омский 101, Омский 102). В материалах статьи представлена краткая характеристика продуктивности и качественных показателей зерна сортов ячменя, в среднем за 2019-2021 гг. По данным показателям дана характеристика сортов пленчатой и голозерной групп (двурядной и многорядной).

Ключевые слова: ячмень, сорт, селекция, урожайность, качество.

Омский аграрный научный центр – комплексное научное учреждение, выполняющее исследования по перспективным направлениям в области сельскохозяйственного производства. Одним из структурных подразделений Центра является лаборатория селекции зернофуражных культур. За период с 1936 по 2021 гг. коллективом этой лаборатории создано 22 сорта ячменя, которые внесены в

Государственный реестр селекционных достижений РФ. Все сорта отличаются повышенными показателями продуктивности, устойчивостью к засухе и листовостебельным заболеваниям, а также качеством зерна. Благодаря традиционно высокому научному потенциалу Центра, Омские сорта характеризуются широким ареалом возделывания - не только по 10 (Западно-Сибирскому) региону, но также по 11 (Восточно-Сибирскому) и 9 (Уральский) регионам.

Одним из важнейших условий получения высоких урожаев и увеличения валовых сборов зерновых культур является внедрение в производство новых сортов. Сорт – самое дешевое и доступное средство повышения урожайности [1-3].

Создание урожайных высококачественных сортов для отечественной промышленности и дальнейшее внедрение его в производство позволит увеличить площади посева, увеличит сбор зерна, снизит импортозависимость в поставках сырья и себестоимость конечной продукции, позволит увеличить экспорт сырья [4, 5].

Особое внимание в селекционной работе с ячменём уделено выведению устойчивых к болезням и вредителям разных групп спелости и различного направления использования зерна. Используя местный генофонд и образцы мировой коллекции ВИР, представленных сортами ближнего и дальнего зарубежья, была создана целая серия сортов: Сибирский 2 (1982), Новоомский (1984), Омский 80 (1984), Омский 85 (1984), Омский 86 (1991), Омский 87 (1993), Омский 88 (1995), Омский 90 (1996), Омский 89 (1997), Омский 95 (2003), Омский 91 (2000), Омский голозёрный 1 (2001), Омский голозёрный 2 (2004), Саша (2008), Омский 99 (2011), Сибирский Авангард (2006), Майский (2010), Подарок Сибири (2014), Омский 100 (2015), Омский голозёрный 4 (2017). В этом списке есть пивоваренные сорта. Впервые созданы сорта голозёрного ячменя, которые представляют большой интерес для крупяной и животноводческой промышленности.

На данный момент включены в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации и допущены к использованию в производстве следующие сорта селекции ФГБНУ «Омский АНЦ»: Никита, Омский 90, Омский 91, Омский 95, Омский 96, Омский 99, Омский 100, Омский 101, Омский голозерный 1, Омский голозерный 2, Омский голозерный 4, Саша, Сибирский авангард. Проходят государственное испытание сорта Омский 102 и Омский 103.

Ячмень – универсальная сельскохозяйственная культура, как по широте распространения, так и по ее использованию. Скороспелость и

высокая экологическая пластичность делают эту культуру незаменимой в условиях сложного и своеобразного по почвенно-климатическим факторам региона.

Основное использование ячменя в Западной Сибири и прилегающих к ней районов это, прежде всего, как зернофураж, а также как сырье для изготовления круп и для пивоварения. Такая универсальность использования одних и тех же сортов не способствует удовлетворению потребностей, как сельхозпроизводителя, так и конкретных потребителей крупяной и особенно пивоваренной промышленности. В свою очередь животноводство нуждается в сортах специальных направлений использования. Поэтому необходим достаточный ассортимент сортов различных экотипов возделывания в разнообразных климатических зонах. Разностороннее использование ячменя определяет большие различия в критериях качественной оценки зерна, а, следовательно, и в направлениях селекции.

Особенностью периода вегетации 2021 г. являлось формирование повышенной массовой доли белка на уровне (+2,31 и 2,26% к данным 2020 и 2019 гг. соответственно), табл. 1. Массовая доля крахмала на уровне предыдущих периодов исследований (55,84%). По содержанию сырого жира зерно урожая 2021 г. превышало аналогичный показатель 2020 г. (+0,89%) и уступало по отношению к данным 2019 г. (-1,08%). Аналогичная картина наблюдается по показателю масса 1000 зерен (+4,84 и – 2,06 г к данным 2020 и 2019 гг. соответственно). Минимальная по опыту урожайность (2,76 т/га) отмечена в 2021 г.

Таблица 1. Сравнительная характеристика качества зерна и продуктивности ячменя за 2019 – 2021 гг.

Год	Массовая доля белка, %	Массовая доля крахмала, %	Массовая доля сырого жира, %	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га
2021	15,74	55,84	2,66	45,23	2,76
2020	13,43	55,60	1,77	40,39	5,61
2019	13,48	57,82	3,74	47,29	5,92
НСР ₀₅	0,48	1,50	0,40	1,10	0,50

В среднем за период исследований, в группе многорядных пленчатых стандартный сорт Омский 99 характеризовался содержанием белка на уровне 11,9%, крахмала – 53,2%, сырого жира – 2,3%; масса 1000 зерен составила 36,1 г., урожайность – 4,86 т/га,

табл. 2. Все исследуемые сорта и линии отличались повышенной массовой долей белка (+1,6...2,2% к st.) и массой 1000 зерен (+11,0...13,6 г к st.). Также сорта Саша и Подарок Сибири имели достоверную прибавку по содержанию в зерне крахмала (+1,0...1,5% к st.). Минимальная урожайность отмечена у сорта Омский 90 (-0,82 т/га к st.), максимальная – у сорта Подарок Сибири (+0,70 т/га к st.).

Таблица 2. Характеристика сортов ячменя по качеству зерна, питомник КСИ, в среднем за 2019-2021 гг.

Сорт	Массовая доля белка, %	Массовая доля крахмала, %	Массовая доля сырого жира, %	Масса 1000 зерен, г	Урожайн ость, т/га
1	2	3	4	5	6
многорядные пленчатые					
Омский 99, st.	11,9	53,2	2,3	36,1	4,86
Сибирский авангард	13,9	52,0	2,1	47,1	5,15
Саша	14,0	54,2	1,6	48,1	5,26
Подарок Сибири	13,9	54,7	2,1	49,7	5,56
Омский 90	13,5	51,7	2,4	47,1	4,04
Омский 96	14,1	53,2	2,3	48,7	5,01
двурядные голозерные					
Омский голозерный 1, st.	15,5	57,4	3,3	44,9	4,04
многорядные голозерные					
Омский голозерный 2, st.	14,2	60,0	3,3	33,6	4,86
Омский голозерный 4	13,1	60,9	2,7	32,4	4,03
двурядные пленчатые					
Омский 95, st.	13,2	54,4	3,2	41,3	4,43
Омский 91	13,5	52,8	3,0	47,1	4,24
Омский 100	12,4	56,5	2,3	50,1	4,96
Омский 101	12,9	54,7	3,0	49,6	5,17
Омский 102	12,4	54,8	2,6	51,4	4,75
НСР ₀₅	0,7	1,4	0,4	0,7	0,64
CV, %	16,9	18,5	17,3	18,5	22,0

Многорядный голозерный сорт Омский голозерный 4, отличался повышенной крахмалистостью зерна (+0,9% к st.).

При сравнении стандартных сортов двурядной и многорядной голозерных групп видно, что Омский голозерный 1 отличается повышенной белковостью (+1,3%) и крупностью (+11,3 г), по сравнению с сортом Омский голозерный 2, но уступает ему по урожайности зерна (-0,82 т/га).

В среднем за период исследований, в группе двурядных пленчатых у стандартного сорта Омский 95 содержание белка в зерне составило 13,2%, крахмала – 54,4%, сырого жира – 3,2%, масса 1000 зерен – 41,3 г. В данной группе все исследуемые сорта и линии характеризовались повышенной крупностью зерна (+3,4...10,1 г к st.); сорт Омский 100 отличался прибавкой по массовой доле крахмала (+2,1% к st.). Новые перспективные сорта Омский 100, Омский 101 и Омский 102 отмечены как высокоурожайные (+0,32...0,74 т/га к st.).

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод, что о значительных достижениях Омского аграрного научного центра в области селекции ячменя. На данный момент включены в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации и допущены к использованию в производстве как давние сорта (Омский 90 – с 1996 г.), так и новинки селекции (Омский 100, Омский 101, Омский 102).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Николаев П.Н., Юсова О.А., Аниськов Н.И. и др. Новый среднеспелый сорт ярового ячменя Омский 101 // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, 2019. № 180 (2). С. 83-88. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-83-88.
2. Yusova O.A., Nikolaev P.N., Bendina Ya.B. et al. Stress resistance in barley cultivars of various agroecological origin under extreme continental climate conditions // Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding, 2020. No.181(4), P. 44-55. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-4-44-55.
3. Пономарёва Ю.Н., Захарова О.А. Действие минеральных удобрений и регулятора роста на урожайность и качество пивоваренного ячменя в условиях засухи // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, 2015. № 3 (27). – С. 36-42.
4. Николаев П.Н., Юсова О.А., Кремпа А.Е. Новые перспективные линии ячменя пивоваренного направления селекции Омского аграрного научного центра // Земледелие, 2022. № 1. С. 39-43.
5. Дубовик Д.В., Чуян О.Г. Качество сельскохозяйственных культур в зависимости от агротехнических приемов и климатических условий // Земледелие, 2018. № 2. С. 9-13.

ACHIEVEMENTS OF THE OMSK AGRICULTURAL SCIENTIFIC CENTER IN BARLEY SELECTIONS

P.N. Nikolaev, O.A. Yusova

FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk, e-mail: nikolaev@anc55.ru

At the moment, both old varieties (Omsky 90 - since 1996) and new breeding varieties (Omsky 100, Omsky 101, Omsky 102) are included in the State Register of

Breeding Achievements of the Russian Federation and approved for use in production. The materials of the article provide a brief description of the productivity and quality indicators of grain of barley varieties, on average for 2019-2021. According to these indicators, the characteristics of the varieties of the membranous and naked groups (two-row and multi-row) are given.

Key words: barley, variety, selection, productivity, quality.

УДК 631.527:633.358(571.13)

ИЗУЧЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ГОРОХА В ОМСКОМ АНЦ

Л.В. Омелянюк, доцент, доктор с.-х. наук,

А.Ю. Кармазина,

А.М. Асанов, кандидат с.-х. наук,

А.И. Астафьева

ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, e-mail: omelyanyuk@anc55.ru

Исследования проведены в лаборатории селекции зернобобовых культур Омского АНЦ в 2020 и 2021 гг. с целью поиска ценных сортообразцов гороха для включения их в селекционную работу на увеличение урожайности, белковости и устойчивости к полеганию. Объект исследований – 73 коллекционных образца, различного морфотипа (усатые, листочковые, хамелеон), полученных из ВИР, и местной селекции. Максимальную урожайность в среднем за 2 года показали усатые сорта Олеко и Отаман (Украина), Волжанин (Россия) – 314 – 323 г/м², уровень белковости – 23,5 – 24,6% (стандарт Омский 9 – 274,6 г/м², 22,5%, соответственно).

Ключевые слова: горох посевной (Pisum sativum L.), коллекция, урожайность семян, содержание белка

Основное назначение коллекции в качестве источника исходного материала для выведения сортов определилось со времени развития отечественной научной селекции. Коллекция – это материал для прикладных и фундаментальных исследований, для осуществления анализа использования генофонда и для прогнозирования его новых применений в различных отраслях народного хозяйства. Все это дает основание считать коллекцию генетических ресурсов растений ВИР объектом важного государственного значения и неотъемлемой составляющей основы продовольственной, экологической и биоресурсной безопасности [1].

Горох – традиционная зернобобовая культура России с широким спектром использования. К началу XXI в. успешная селекция гороха

позволила значительно поднять урожайность вновь созданных сортов, что стало возможным благодаря использованию многочисленных мутантных и рекомбинантных форм, несущих гены короткостебельности, различной архитектоники стебля, типа листа, скоропелости и др. Значение исходного материала для селекции общеизвестно [2].

В целях повышения стабильного урожая для каждого региона должна быть разработана система сортов, различающихся по морфологическим признакам, срокам созревания, целям использования. Значительную роль в успешной селекционной работе с горохом на повышение продуктивности и качества, на устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды играет правильный подбор исходного материала родительских форм [3].

Целью наших исследований является изучение коллекционных сортообразцов гороха различного эколого-географического происхождения для включения их в селекционную работу на увеличение урожайности, белковости и устойчивости к полеганию.

Исследования проведены на полях лаборатории селекции зернобобовых культур Омского АНЦ в 2020 и 2021 гг. в рамках темы аспирантской подготовки.

Объект исследований – 73 образца коллекции гороха, различного морфотипа (усатые, листочковые, хамелеон), полученных из ВИР, и местной селекции.

Образцы высевались вручную 21 мая в 4-х польном селекционном севообороте, предшественник – мягкая яровая пшеница. Длина рядка 2 м, семян в рядке 40 шт., ширина междурядий 40 см. Повторность 2-х кратная. В течение вегетационного периода проводили фенологические наблюдения и прополку посевов. Уборка растений вручную в фазу полной спелости. Учет урожайности – взвешивание семян со снопа с последующим перерасчётом на 1 м².

Исследования проведены согласно «Методическим указаниям по изучению коллекции зерновых бобовых культур» [4]. Содержание белка в зерне определяли в лаборатории качества зерна Омского АНЦ модифицированным методом Кьельдаля [5].

По данным Гидрометеорологического центра г. Омска, период май – август в 2020 и 2021 гг. отличался очень контрастными, но в целом засушливыми погодными условиями: средняя температура воздуха – 18,6°C и 18,5°C (+1,8°C к среднемноголетней), соответственно; сумма осадков – 134,0 мм (65,0% от нормы) и 133,2 мм (64,4% от нормы), ГТК 0,60 и 0,55. Несмотря на очень близкие показатели гидротермического обеспечения в годы исследований, действие засухи имело свои

особенности. В 2020 г. особенно сильно она проявилась в 3-ей декаде мая, в первой половине июня, в июле и 1-й декаде августа; в 2021 г. – во 2-й и 3-ей декадах мая, в 1-й и 3-ей декадах июня и во второй половине июля [6].

Результаты исследований

Полевая всхожесть у коллекционных образцов в 2020 г. была значительно лучше, по сравнению с 2021 г.: стандарт Омский 9 – соответственно, 80,0 и 57,5%; в 2020 г. значение в 100% зафиксировано у 20 сортообразцов, а в 2021 г. максимальные показатели были лишь у Л 29200925 (Австралия) – 77,5% и немецких сортов Саламанка – 77,5% и Бельмондо – 80%.

Обильные осадки и низкие температуры воздуха в 3-ей декаде июня 2020 г. были благоприятными для развития растений гороха, но из-за засухи в июле все образцы созрели почти одновременно за 64-67 сут. В 2021 г. сухая погода в период появления всходов и во время цветения гороха привела не только к сокращению вегетационного периода до 53-55 сут., но и к значительному снижению урожайности, по сравнению с 2020 г. – в среднем по коллекции в 3,9 раза (рис.).

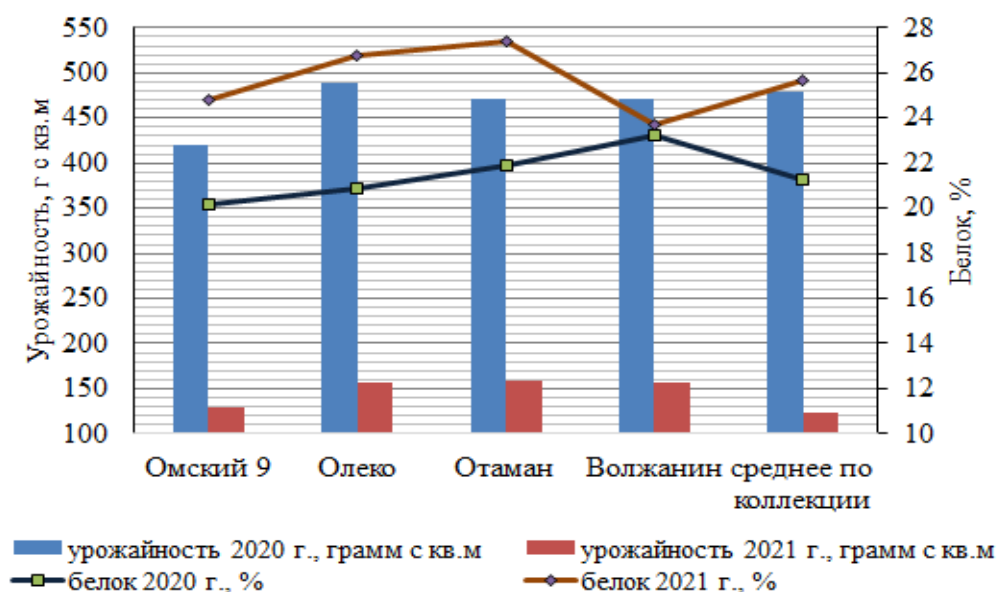


Рисунок – Урожайность (г/м²) и белковость семян (%) у лучших образцов гороха и в среднем по коллекции (среднее за 2 года)

В 2021 г. в группу наиболее урожайных вошло 20 образцов: 16 с усатым типом листа, 3 листочковых, 1 хамелеон (таблица). Лучшие по урожайности: с усатым типом листа – Бельмондо (Германия) – 196,46 г/м², Флагман 12 (Россия) – 217,18 г/м²; листочковый Рамонок (Россия) – 207,61 г/м².

Выделенные нами в 2020 г. по комплексу хозяйственно-ценных признаков сортообразцы (засухоустойчивые, короткостебельные)

Волжанин и Кулон, включенные в схему гибридизации, вошли в топ наиболее урожайных и в 2021 г. Но, перспективные доноры усатого типа листа Степняк (Россия) и Феникс (Дания), а также «хамелеон» Аз-99-4т (Россия) [7] по итогам второго года изучения были значительно хуже стандарта.

Таблица 1. Характеристика коллекционных образцов, выделившихся по урожайности в 2021 г.

Название образца	Страна-оригинатор	Полевая всхожесть %	Вегетационный период, сут.	Высота растений, см	Урожайность семян, г/м ²	Белок, %
Усатый тип листа						
Омский 9, стандарт	Россия	57,5	55	90	128,73	24,82
Буслай	Россия	60,0	53	85	153,49	24,56
Кулон	Россия	60,0	54	80	155,91	24,36
Олеко	Украина	60,0	53	65	157,58	26,80
Волжанин	Россия	57,5	55	65	157,60	23,67
SH 9566	Болгария	47,5	55	65	157,94	23,77
Отаман	Украина	65,0	54	60	159,02	27,37
Л 29200925	Австралия	77,5	53	85	164,40	22,61
Л 39/13	Россия	55,0	55	75	171,43	25,05
Памяти Хандильдина	Россия	55,0	53	60	173,86	28,15
Триумф Сибири	Россия	65,0	55	55	177,43	27,74
Секо	Эстония	72,5	53	65	178,49	26,30
Благовест	Россия	60,0	53	80	181,13	27,07
Саламанка	Германия	77,5	55	75	181,90	27,82
Самариус	Россия	57,5	55	85	188,24	23,07
Бельмондо	Германия	80,0	54	60	196,46	24,65
Флагман 12	Россия	75,0	54	75	217,18	21,19
Листочковый тип листа						
Омский неосыпающийся	Россия	65,0	55	70	159,02	22,69
Л 29200910	Австралия	57,5	55	80	191,90	27,32
Рамонек	Россия	57,5	53	75	207,61	27,37
Хамелеон						
Сибирский 1	Россия	65,0	53	85	161,27	27,76
НСР ₀₅		9,1	-	10,3	24,3	1,8

В среднем по коллекции доля белка в 2020 г. составила 21,29%, максимум – 24,50% (Ватан) и 24,75% (Благовест); в 2021 г. – 25,65%, максимум – 30,48% (IFPI-120, Индия) и 31,61% (Аз-66-4т хамелеон). Из списка урожайных сортообразцов ВИР в 2021 г. наиболее высоким содержанием белка в зерне обладали: с усатым типом листа Саламанка (Германия) – 27,82%, Отаман (Украина) – 27,37% и Памяти Хангильдина (Россия) – 28,15%; листочковые Рамонок (Россия) – 27,37% и Л 29200910 (Австралия) – 27,32% (таблица). Также необходимо отметить сорта омской селекции Благовест – 27,07% и Триумф Сибири – 27,74%.

Максимальную урожайность в среднем за 2 года показали сорта Олеко и Отаман (Украина), Волжанин (Россия), представленные на рисунке. В условиях 2020 г. уровень их урожайности был выше 400 г/м², в 2021 г. семена у стандарта Омский 9 и украинских сортов были с повышенным содержанием белка – 26,8 и 27,4%.

Таким образом, засушливые условия в 2020 г. (ГТК 0,60) были более благоприятными для коллекционных сортообразцов гороха, по сравнению с 2021 г. (ГТК 0,55), для формирования урожайности семян, но не для синтеза в них белка. В неблагоприятном 2021 г. лучшими по урожайности были образцы: с усатым типом листа – Бельмондо (Германия) – 196,46 г/м², Флагман 12 (Россия) – 217,18 г/м²; листочковый Рамонок (Россия) – 207,61 г/м².

Выделившиеся в 2020 г. по хозяйственно-ценным признакам сортообразцы (засухоустойчивые, короткостебельные) Волжанин (К 9773, Самара), Кулон (К 9810, Курган), включенные в схему гибридизации лаборатории, и в 2021 г. вошли в топ лучших.

Максимальную урожайность в опыте в среднем за 2 года показали сорта Олеко и Отаман (Украина), Волжанин (Россия) – 314 – 323 г/м², уровень белковости – 23,5 – 24,6% (стандарт Омский 9 – 274,6 г/м², 22,5%, соответственно).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вишнякова М.А. Коллекция генетических ресурсов зернобобовых ВИР как неотъемлемая составляющая основы продовольственной, экологической и биоресурсной безопасности // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. №3(23). С. 29-32.
2. Беляева Р.В., Наумкина Т.С. Поиск, изучение и размножение источников хозяйственно ценных признаков гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. №4 (24). С. 43-48.
3. Браилова И.С., Филатова И.А. Коллекция гороха – источник хозяйственно ценных признаков // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. №3 (31). С. 27-33.

4. Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур. СПб.: ВИР, 2010. 140 с.

5. Базавлук И.М. Ускоренный метод полумикро Къельдаля для определения азота в растительном материале при генетических и селекционных исследованиях // Цитология и генетика. 1968. Том. 2. № 3. 249 с.

6. Погода в Омске – климатический монитор
<http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php>

7. Омелянюк Л.В., Кармазина А.Ю., Асанов А.М. Ценные источники для селекции гороха на повышение урожайности и качества зерна // Современные направления в решении проблем АПК на основе инновационных технологий: материалы Международной научно-практической конференции (8 – 9 июля 2021 г.), посвящённая 90-летию образования Федерального исследовательского центра «Немчиновка» / Под общей редакцией д. б. н. С.И. Воронова. М.: ФГБНУ ФИЦ Немчиновка, 2021. С. 95 - 99.

STUDY OF SOURCES OF ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS OF PEA IN OMSK AGRARIAN SCIENTIFIC CENTER

L.V. Omelyanyuk, A.YU. Karmazina, A.M. Asanov, A.I. Astafieva,
FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk,
e-mail: omelyanyuk@anc55.ru

The research was carried out in the Laboratory of Legume Crops Breeding at the Omsk agrarian scientific center in 2020 and 2021 to find valuable pea varieties for their inclusion in the breeding work for increasing the yield, protein content and lodging resistance. The object of research is 73 samples of different morphotypes (whiskers, leafy, chameleon) obtained from the VIR and local breeding. The maximum yield in the average for 2 years was shown by the mustached varieties Oleko and Otaman (Ukraine), Volzhanin (Russia) - 314 - 323 g/m², the level of protein content - 23.5 - 24.6% (the standard Omsk 9 - 274.6 g/m², 22.5%, respectively).

Keywords: Pisum sativum L., collection, seed yield, protein content.

УДК 631.111.1«321»: 631.524 (571.1)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ СЕЛЕКЦИИ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Н.А. Поползухина¹, доктор с.-х. наук, профессор,
Е.С. Кузьмина²,
П.В. Поползухин², канд. с.-х. наук,
Ю.Ю. Паршуткин²,
А.А. Гайдар², канд. с.-х. наук

¹ФГБОУ ВО Омский ГАУ, г. Омск, e-mail: popolzuxinana@mail.ru

²ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, e-mail: chmelenam@mail.ru

Представлены результаты изучения сортов яровой мягкой пшеницы отечественной и зарубежной селекции различных групп спелости по показателям полевой всхожести семян, сохранности растений и урожайности зерна при посеве по чистому пару и второй культурой после пара. Исследования проводились в 2020-2021 гг. на опытных полях отдела семеноводства Омского АНЦ. Выделены сорта отечественной селекции, адаптивные к условиям южной лесостепи Западной Сибири, стабильно формирующие высокий уровень урожайности зерна.

Ключевые слова: пшеница, сорт, всхожесть, сохранность, урожайность

Введение. Проблема импортозамещения является и сегодня основополагающей в современной России, так как зависимость страны от импорта и сырьевой конъюнктуры подрывает национальную и прежде всего продовольственную безопасность страны [1]. Проблема устойчивости производства зерна яровой пшеницы и стабилизации его качества должна решаться комплексно и прежде всего за счет использования сортов, хорошо приспособленных к местным условиям [2-4]. Реализация потенциала того или иного сорта напрямую связана как с генотипом культуры, так и с действием почвенно-климатических условий и технологических приемов возделывания [5]. Поэтому создание адаптивных и высокоурожайных сортов яровой мягкой пшеницы является актуальной проблемой.

Цель исследования заключалась в оценке сортов яровой мягкой пшеницы отечественной и зарубежной селекции различных групп спелости по адаптивности и уровню урожайности зерна в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Методика и условия проведения исследований. Полевой опыт был заложен в 2020-2021 гг. на опытном поле отдела семеноводства Омского АНЦ. Площадь делянки – 20 м². Срок посева 14-16 мая по двум предшественникам: чистый пар и зерновые (вторая культура после пара). Размещение делянок систематическое, повторность – четырехкратная. Норма высева 4,5 млн всхожих зерен на 1 га. Учеты и наблюдения проводились по методике Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. Технология возделывания – общепринятая в зоне.

В качестве объекта исследований было использовано 22 сорта мягкой яровой пшеницы различных групп спелости, созданных в различных научных учреждениях (в Омском ГАУ, Омском АНЦ,

Алтайском НЦ и др., в том числе 2 сорта зарубежной селекции. Стандартами являются: в среднеранней группе спелости сорт Памяти Азиева, в среднеспелой – сорт Дуэт, в среднепоздней группе - сорт Элемент 22. Гидротермические условия лет исследований характеризовались засушливостью, в наибольшей степени засуха проявилась в 2021 г.

Результаты исследования. Высокая полевая всхожесть семян для пшеницы - один из важнейших показателей формирования оптимального стеблестоя, который определяется экологическими условиями, сложившимися в начальный период вегетации.

Проведенные нами исследования показали, что полевая всхожесть семян в сравнительном сортоиспытании при посеве по паровому предшественнику в среднем за 2 года составила 72 %; по зерновому – 68% (таблица 1).

Таблица 1. Полевая всхожесть семян и сохранность растений яровой мягкой пшеницы в зависимости от предшественника, в среднем за 2020-2021 гг.

Сорт	Полевая всхожесть, %		Сохранность растений, %	
	чистый пар	зерновые	чистый пар	зерновые
1	2	3	4	5
Элемент 22, стандарт	74	69	55	52
Г 513/05	91	79	58	62
Лидер 80	80	75	55	61
Омская 42	78	78	42	51
Памяти Сулякова	74	71	58	45
Уралосибирская	68	75	58	58
Уралосибирская 2	69	72	64	52
$\bar{x}$	76	74	56	54
Дуэт, стандарт	74	73	70	64
Гранни	54	62	65	53
Мелодия	81	72	54	59
Омская 38	71	68	66	63
Омская 43	74	66	53	60
Омская 44	76	81	68	52
Сигма	75	59	68	58
Сигма 5 (ДГ-48-3)	76	56	65	70
$\bar{x}$	73	67	64	60
Памяти Азиева, стандарт	76	55	59	65

1	2	3	4	5
Боевчанка	63	60	57	60
Катюша	67	66	61	63
Ликамеро	55	46	62	70
Омская 36	75	75	72	52
Омская юбилейная	74	69	57	51
ДГ 48-18	66	69	55	57
$\bar{x}$	68	63	60	60
В среднем по опыту	72	68	60	58

Наибольшая величина показателя была отмечена для сортов среднепоздней группы, снижение его отмечалось в группе среднеранних сортов. В среднем по сортам посев по пару обеспечивал наибольшее преимущество – 72%, при посеве по зерновым полевая всхожесть изучаемых сортов составила 68%. Высокий показатель полевой всхожести в среднем за годы исследований по паровому предшественнику был отмечен у сортов Г 513/05 (91,%), Лидер 80 (80 %), Мелодия (81%); по зерновому предшественнику у сортов Омская 44 (81%), Г 513/05 (79%), Омская 42 (78%).

Сохранность растений - один из показателей, характеризующих адаптивность культуры к условиям возделывания [6].

За годы изучения показатель сохранности растений яровой мягкой пшеницы при размещении как по пару, так и по зерновому предшественнику в среднем по сортам не имел существенных различий, составив, соответственно 60 % и 58 %. Наиболее низкое значение показателя было характерно для среднепоздних сортов – 56% по пару и 54% при посеве по зерновым.

Высоким показателем при посеве по чистому пару характеризовались сорта Омская 36 (72 %), Дуэт (70 %), Омская 44 и Сигма (68 %); по зерновому предшественнику – сорта Ликамеро, Сигма 5 (70 %), Дуэт (64 %).

Комплексным показателем адаптивности сорта является его урожайность (табл.2).

Как показали исследования, урожайность яровой мягкой пшеницы в 2021 г. существенно снизилась по сравнению с 2020 г., что было обусловлено большей засушливостью климата.

Таблица 2. Урожайность зерна сортов яровой мягкой пшеницы по различным предшественникам, т/га, 2020-2021 гг.

№	Сорт	Предшественник							
		пар				зерновые			
		2020 г.	2021 г.	$\bar{x}$	$\pm$ к станд арту	2020 г	2021 г	$\bar{x}$	$\pm$ к ста нда рту
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Среднепоздние сорта									
1	Элемент 22, стандарт	4,64	4,05	4,35	-	4,24	2,42	3,33	-
2	Г 513/05	3,66	3,94	3,80	-0,55	3,75	2,52	3,14	- 0,20
3	Лидер 80	4,81	3,31	4,06	-0,29	4,48	1,87	3,18	- 0,16
4	Омская 42	5,14	3,33	4,24	-0,11	4,61	2,06	3,34	0,01
5	Памяти Сулякова	5,55	5,44	5,50	1,15	5,13	3,75	4,44	1,11
6	Уралосибир ская	3,98	2,55	3,27	-1,08	3,96	2,09	3,03	- 0,31
7	Уралосибир ская 2	5,97	3,47	4,72	0,38	5,68	2,29	3,99	0,66
	$\bar{x}$	4,82	3,73	4,27	-0,07	4,55	2,43	3,49	0,16
	НСР ₀₅	0,20	0,53			0,21	0,43		
Среднеспелые сорта									
1	Дуэт, стандарт	2,00	3,28	2,64	-	2,92	2,29	2,61	-
2	Гранни	4,03	3,64	3,84	1,20	4,13	2,64	3,39	0,78
3	Мелодия	4,10	3,96	4,03	1,39	3,94	2,63	3,29	0,68
4	Омская 38	3,94	3,15	3,55	0,91	4,03	2,04	3,04	0,43
5	Омская 43	5,81	5,13	5,47	2,83	5,57	3,35	4,46	1,86
6	Омская 44	4,34	4,01	4,18	1,54	4,10	2,37	3,24	0,63
7	Сигма	5,15	3,98	4,57	1,93	4,69	2,56	3,63	1,02
8	Сигма 5 (ДГ 48-3)	6,02	4,55	5,29	2,65	6,21	2,78	4,50	1,89
	$\bar{x}$	4,42	3,96	4,19	1,55	4,45	2,58	3,52	0,91
	НСР ₀₅	0,34	0,57			0,33	0,47		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Среднеранние сорта									
1	Памяти Азиева, стандарт	2,71	4,47	3,59	-	3,07	2,71	2,89	-
2	Боевчанка	3,19	4,07	3,63	0,04	3,58	2,57	3,08	0,19
3	Катюша	2,34	4,16	3,25	-0,34	2,53	3,49	3,01	0,12
4	Ликамеро	1,75	3,27	2,51	-1,08	2,32	2,54	2,43	- 0,46
5	Омская 36	2,67	4,17	3,42	-0,17	3,13	2,98	3,06	0,17
7	Омская юбилейная	2,86	4,38	3,62	0,03	3,14	2,95	3,05	0,16
8	ДГ 48-18	5,97	4,10	5,04	1,45	5,13	2,51	3,82	0,93
$\bar{x}$		3,07	4,09	3,58	-0,01	3,27	2,82	3,05	0,16
В среднем по опыту		4,10	3,93	4,01		4,09	2,61	3,35	
НСР ₀₅		0,33	0,75			0,28	0,61		

В среднем за 2 года посев сортов по пару обеспечил урожайность 4,01 т/га, при размещении по зерновому предшественнику – 3,35 т/га. В группе среднеранних сортов отмечалась урожайность, равная 3,58 т/га при посеве по пару и 3,05 т/га по зерновым, среднеспелые сорта сформировали урожайность соответственно 4,19 и 3,52 т/га, среднепоздние – 4,27 и 3,49 т/га.

Стабильно высокую урожайность в годы изучения сформировали сорта среднепоздней группы - Памяти Сусякова – 5,50 т/га по пару и 4,44 т/га по зерновым и Уралосибирская 2 – соответственно 4,72 и 3,99 т/га. С существенной прибавкой к контролю в группе среднеспелых сортов выделились: Омская 43 (+ 2,83 по пару и +1,86 т/га по зерновым), Сигма (+ 1,93 и 1,02 т/га соответственно), Сигма 5 (+2,65 и + 1,89 т/га). Из среднеранних сортов выделилась линия ДГ 48-18, которая превысила стандарт как при посеве по пару (+1,45 т/га), так и по предшественнику зерновые (+1,89 т/га). Из сортов иностранной селекции обращает на себя внимание сорт Гранни, который превысил по урожайности сорт-стандарт Дуэт, но значительно уступил лучшим сортам этой группы спелости – Омская 43, Сигма и Сигма 5. Среднеранний сорт Ликамеро в среднем за годы исследований значительно уступил по урожайности зерна как сорту-стандарту, так и

лучшим российским сортам, сформировав урожайность 2,51 т/га при посеве по пару и 2,43 т/га по зерновым.

Выводы. Проведенные исследования позволили выделить высоко адаптивные сорта отечественной селекции, сформировавшие высокую урожайность при размещении как по чистому пару, так и по зерновому предшественнику: в среднепоздней группе – Памяти Сусякова и Уралосибирская 2; в среднеспелой – Сигма 5, Сигма, Омская 43; в среднеранней группе – линия Reg 48-18. Сорт иностранной селекции Ликамеро значительно уступил по урожайности зерна как сорту-стандарту, так и лучшим российским сортам, а сорт Гранни, хоть и превысил по урожайности сорт-стандарт Дуэт, но значительно уступил лучшим сортам этой группы – Омская 43, Сигма и Сигма 5.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Храмцов И.Ф., Поползухин П.В., Василевский В.Д. Селекция, семеноводство и совершенствование технологии возделывания зерновых культур – основные факторы стабилизации производства зерна в условиях импортозамещения // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 59. С.390-398
2. Поползухина Н.А. Селекция яровой мягкой пшеницы в условиях Западной Сибири на основе сочетания индуцированного мутагенеза и гибридизации: автореф. на соиск. ученой степени доктора с.-х. наук: 06.01.05 – селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений. ТюмГСХА. 2004. 31 с.
3. Калашник Н.А., Поползухина Н.А., Михальцова М.Е. Цитоплазматическая изменчивость пшеницы в селекции на адаптивность: монография. Омск, 2005. 89 с.
4. Основные результаты работ по созданию адаптивных сортов яровой мягкой пшеницы для Западно-Сибирского региона Российской Федерации и Республики Казахстан / Н.А. Поползухина, Л.А. Кротова, П.В. Поползухин, Н.Г. Мазепа, Н.П. Козленко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2016. №59. С. 315-319.
5. Оценка действия диазотрофной бактериализации на зерновые культуры в различных агроэкологических условиях / Н.А. Поползухина, А.Д. Аужанова, П.В. Поползухин, А.М. Стрелецкий, А.А. Божко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2016. №60. С. 216-222.
6. Леушкина В.В., Поползухина Н.А., Кротова Л.А. Физиолого-генетические аспекты адаптивности яровой мягкой пшеницы к условиям южной лесостепи Западной Сибири: монография. Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2010. 180 с.

RESULTS OF THE STUDY OF SPRING SOFT WHEAT VARIETIES OF DOMESTIC AND FOREIGN BREEDING IN THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA

**N.A. Popolzukhina, E.S. Kuzmina, P.V. Popolzukhin,
Yu.Yu. Parshutkin, A.A. Gaidar**

FSBEI of Higher Education Omsk State Agrarian University, Omsk, adm@omgau.ru

FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk, e-mail: 55asc@bk.ru

The paper presents the results of studying varieties of spring soft wheat of domestic and foreign selection of different maturity groups in terms of field germination of seeds, plant safety and grain yield when sown on bare fallow and the second crop after fallow. The studies were carried out in 2020-2021. on the experimental fields of the department of seed production of the Omsk ANC. Varieties of domestic breeding have been identified that are adaptive to the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia and stably form a high level of grain yield.

Keywords: wheat, variety, germination, safety, yield

УДК: 633.112:631.95(470.55)

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Ю.П. Прядун¹, кандидат с.-х. наук,
Н.Н. Савков²,**

**П.М. Лопухов¹, кандидат с.-х. наук¹,
Ю.А. Колобков²,**

Н.В. Глаз¹, кандидат с.-х. наук

*ФГБНУ «Челябинский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства», г. Челябинск, e-mail: chniish2@mail.ru*

ООО «Силач», г. Троицк, e-mail: ooosilach@mail.ru

Представлены данные экологического сортоизучения 50 сортов твердой пшеницы в Южной лесостепной зоне Челябинской области на базе опытного поля ООО «Силач» Троицкого муниципального района. Исследования проведены в 2021 году, отличавшимся дефицитом влаги. Получены данные урожайности, и структуры её элементов. По комплексу хозяйственно - полезных качеств, сочетаемых в одном сорте твердой пшеницы, представляют большой интерес сорта: Безенчукская юбилейная, Безенчукская золотистая, Безенчукская нива, Лариса янтарная.

Ключевые слова: твердая пшеница, засуха, урожайность, зерно.

В Челябинской области выращивание сортов твердой пшеницы ведется на площади около 160 тысяч га. Наиболее распространенными сортами являются: Марина высевается на площади 47,1 тысяч га, Безенчукская степная – 41,5 и Жемчужина Сибири 22,1 тысячи га. Потребителем зерна являются предприятия переработки, лидерами являются такие предприятия как Союзпищепром, ОАО "Макфа", МКХП «Ситно», ПК «Увелка», обеспечивающие 20% от общего производства макаронных изделий в России и первое место по производству среди регионов. Спрос и цена на зерно и семена твердой пшеницы находятся на высоком уровне, наблюдается устойчивое увеличение их спроса.

В условиях отмены соблюдения принципов зонального районирования сортов селекционных достижений, рекомендованных «Госсоткомиссией» к использованию, возрастает роль экологического испытания культур в условиях хозяйства. Экологическое испытание позволяет оценить продуктивность и реакцию [1] в нашем опыте сортов твердой яровой пшеницы, к конкретным условиям зоны и технологии, принятой в хозяйстве.

Цель работы: провести экологическое испытание коллекции из 50 районированных и перспективных сортов твердой пшеницы в условиях Южной лесостепной зоны Челябинской области на опытном поле ООО «Силач».

Задачи: выделить наиболее продуктивные сорта и рекомендовать их для возделывания в условиях ООО «Силач» и Южной лесостепной зоны Челябинской области.

Условия и методы: в ООО «Силач» применяется четырехпольный зернопаровой севооборот, предшественник черный пар. Опыты заложены в соответствии с методикой по сортоиспытанию и охране селекционных достижений. В качестве стандарта - (*st*) выбран районированный сорт твердой пшеницы «Марина», занимающий максимальные посевные площади в области. Размещение вариантов систематическое, площадь делянки 20м², повторность трехкратная. Посев проведен 18 мая малогабаритной селекционной сеялкой СКС 6-10, установленной на шасси Т-16. Весовая норма высева семян устанавливалась для каждого сорта из расчета 4,5 млн всхожих зерен на 1 га. Учет урожая проведен прямым комбайнированием селекционным комбайном «Сампо 130» с 04 по 06 октября. Для биометрических исследований отобраны растения с площадок 0,125 м² в четырехкратной повторности. Учет урожая проведен по всем делянкам с последующим приведением к зачетному весу. Зерно по

каждому сорту оценено в лаборатории качества зерна ФГБНУ ЧНИИСХ.

В Челябинской области южный лесостепной агроландшафт характеризуется самым большим количеством тепла. Сумма положительных температур за период вегетации более 10 °С составляет 2000 – 2200 °С, такое количество тепла, при наличии влаги и минерального питания, позволяет формировать урожай зерновых культур на уровне 50-60 ц/га [2, 3].

Метеорологические условия 2021 года отличались дефицитом влаги на фоне недостаточного количества осадков и почвенных запасов влаги предшествовавшего сезона. За последние 30 лет в Челябинской области подобные условия жесткой засухи не отмечались [4, 5]. Ряд ученых делает вывод о тенденциях изменения климата и снижении обеспеченности вегетационного периода влагой [7]. В период с 2016 по 2021 год количество осадков в течение мая – августа снижалось, с чем связывается уровень средней урожайности зерновых культур в ООО «Силач» по годам (таблица 1).

Таблица 1. Количество осадков и средняя урожайность производственных посевов зерновых культур в ООО «Силач»

Показатель	Годы наблюдений					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Количество осадков, мм за май-август	171,4	125,7	125,5	96,9	89,5	45,5
Средняя урожайность зерновых, ц/га	30,1	29,7	20,2	19,9	11,0	9,9

Потенциалом увеличения продуктивности является использование сортов с высоким биологическим ресурсом [8, 9, 10] а также рационального размещения в севообороте [11, 12, 13, 14].

Результаты исследований. При экологическом сортоиспытании года в ООО «Силач» изучалось 50 сортов твердой пшеницы. В 2021 году посевы зерновых по паровому предшественнику дали дружные всходы. В мае выпало 15 мм осадков, в июне 5, и лишь в июле 25 мм, формирование урожая происходило при отсутствии осадков. В условиях засухи 2021 года урожайность колебалась от 5,0 до 18,9 ц/га. Достоверно стандартный сорт Марина (15,2 ц/га), ни один сорт не превысил (таблица 2).

Таблица 2. Урожайность и качество зерна твердой пшеницы 2021 г.

Название сорта	Урожайность ц/га	М 1000 зерен, г	Содержание, %	
			белка	клейковины
Ярина	14,9	40,0	15,6	36,6
Ясенька	18,9	40,8	17,2	35,6
Луч 25	16,2	45,9	16,0	32,3
Валентина	15,0	47,0	17,4	31,3
Ядрица	17,7	42,6	16,4	42,9
Николаша	13,2	35,7	16,0	32,6
Безенчукский подарок	13,6	44,3	16,2	24,3
Безенчукская юбилейная	17,6	48,5	16,7	28,3
Безенчукская золотистая	16,7	42,8	16,5	31,3
Безенчукская нива	15,8	46,5	16,4	27,7
Безенчукская 210	16,3	40,9	15,9	26,3
Безенчукская степная	16,1	46,0	17,2	28,0
Марина (st)	15,2	47,7	16,0	31,5
Омский коралл	13,8	38,8	16,6	34,7
Омский корунд	11,6	40,6	17,4	35,0
Омский изумруд	16,5	37,9	17,4	27,6
Омский лазурит	15,0	37,6	16,5	28,3
Жемчужина Сибири	11,3	36,8	17,9	36,0
Омский циркон	10,6	45,6	20,0	44,3
Оазис	13,2	41,6	16,6	25,1
Памяти Янченко	10,5	41,4	18,6	29,6
Шукшинка	13,0	39,4	17,6	34,8
АТП Прима	13,6	37,6	16,2	26,2
Лавина	10,6	35,6	20,4	42,1
Донская элегия	11,8	45,4	18,1	34,6
Кремень	11,5	42,8	18,8	37,0
Целина	10,1	40,0	18,9	39,0
Лариса янтарная	10,0	49,5	19,2	37,4
<i>НСР₀₅</i>		3,9		

Менее 10 ц/га сформировали урожайность сорта: Омская бирюза, Салют Алтая, Алтын Орда, Памяти Исакова, Байсары, Костанайская 207, Алтын Дала, Шарифа, Карабалыкская черноколосая, Карабалыкская 9, Дамсинская янтарная, Дамсинская юбилейная, Корона, Харьковская 46, Рустикано, Меляна, Сояна, Одисео, Дюранегро, Дюраголд, Камут.

Оценка качества зерна показала, что самое тяжелое зерно получено у сортов: Валентина 47,0, Безенчукская юбилейная 48,5 г, Безенчукская нива 46,5, Марина (st) 47,7 г, Лариса Янтарная 49,5 г. По содержанию белка выделились сорта: Омский циркон 20,0%, Лавина 20,4%, Кремень 18,8%, Целина 18,9%, Лариса янтарная 19,2%. По содержанию клейковины лучшие характеристики показали сорта: Омский циркон 44,3%, Лавина 42,1%, Целина 39,0%, Лариса янтарная 37,4%.

Структура урожайности формируется под влиянием температурных условий, питания и обеспеченности влагой, воздействующих на развитие растений во время онтогенеза. В 2021

году на посевах зерновых формирование урожая происходило при отсутствии осадков. Структуру урожайности определяют такие элементы, как характеристика элементов колоса, продуктивная кустистость, вес зерна с растения (таблица 3).

Таблица 3. Данные биометрического анализа сортов твердой пшеницы проходивших экологическое испытание в ООО «Силач» 2021 г.

Название сорта	Анализ колоса			Зерна с растения, г	Продуктивная кустистость, шт
	Длина, см	Колосков, шт	Зерно с колоса, г		
Ярина	3,8	8,7	0,75	0,86	1,3
Ясенька	4,3	9,5	0,82	1,05	1,3
Луч 25	4,5	8,2	0,70	0,73	1,0
Валентина	5,0	9,4	0,83	0,98	1,2
Ядрица	3,7	7,9	0,59	0,77	1,3
Николаша	4,4	8,8	0,58	0,65	1,1
Безенчукский подарок	4,5	8,6	0,86	1,13	1,3
Безенчукская юбилейная	5,7	11,1	1,00	1,19	1,2
Безенчукская золотистая	5,3	10,1	0,98	1,42	1,4
Безенчукская нива	5,4	10,4	0,93	1,00	1,1
Безенчукская 210	4,6	9,8	0,76	0,94	1,2
Безенчукская степная	4,7	10,1	0,89	1,06	1,2
Марина (st)	4,7	8,8	0,68	0,84	1,3
Омский коралл	6,0	11,5	0,85	1,05	1,2
Омский корунд	5,2	9,0	0,72	0,89	1,2
Омский изумруд	5,5	10,2	0,76	1,16	1,5
Омский лазурит	5,6	10,3	0,88	1,16	1,3
Жемчужина Сибири	5,7	11,1	0,84	1,03	1,2
Омский циркон	4,8	9,6	0,56	0,58	1,0
Оазис	5,5	10,1	0,90	1,26	1,3
Памяти Янченко	3,8	6,4	0,50	0,61	1,2
Шукшинка	4,5	8,2	0,56	0,62	1,2
АТП Прима	5,1	10,0	0,87	1,32	1,5
Лавина	4,1	4,1	0,28	0,33	1,2
Донская элегия	4,6	7,6	0,46	0,49	1,1
Кремень	5,0	9,2	0,84	1,14	1,4
Целина	5,0	9,0	0,72	0,86	1,2
Лариса янтарная	5,9	11,4	0,87	1,32	1,5

По комплексной оценке параметров колоса, таких как число колосков, зерен выделялись сорта: Безенчукская юбилейная – 5,7 см, 11,1 шт., Омский коралл – 6,0 см, 11,5 шт., Лариса янтарная 5,9 см, 11,4 шт.

По весу зерна с колоса и весу зерна с растения наибольший результат в изученной группе отмечен у сортов: Безенчукская юбилейная 1,00 и 1,19 г, Безенчукская золотистая 0,98 1,42 г, Оазис 0,9 и 1,26 г, АТП Прима 0,87 и 1,32 г, Лариса янтарная 0,87 и 1,32 г соответственно.

Наибольшая продуктивная кустистость в условиях засухи 2021 года зафиксирована у сортов АТП Прима, Омский изумруд, Лариса янтарная и составила в среднем 1,5 стебля.

Заключение. Проведенные экологические испытания позволили провести комплексную оценку коллекции твердой пшеницы в южной лесостепной зоне Челябинской области на примере хозяйства ООО «Силач». Полученные данные позволяют сделать вывод, что вырастить твердую пшеницу хорошего качества по паровому предшественнику можно даже в условиях дефицита влаги. Установлено, что наибольшую продуктивность при засушливых условиях формируют сорта: Марина (st), занимающий лидирующие позиции в структуре посевных площадей твердой пшеницы Челябинской области, Ясенька 19,9 ц/га, Ядрица 17,7 ц/га, Безенчукская юбилейная 17,6 ц/га, Безенчукская золотистая 16,7 ц/га. Использование данных сортов в производственных посевах позволит получать более высокие урожаи в условиях недостатка влаги. По комплексу хозяйственно - полезных качеств, сочетаемых в одном сорте твердой пшеницы, представляют большой интерес сорта: Безенчукская юбилейная, Безенчукская золотистая, Безенчукская нива, Лариса янтарная.

Для накопления объективной информации потенциала сортов целесообразно продолжить экологическое испытание коллекции твердой пшеницы в условиях ООО «Силач».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Беляев Н.Н., Дубина Е.А., Драчева М.К. Результаты экологического сортоиспытания по озимой пшенице в условиях ЦЧП // Актуальные и новые направления сельскохозяйственной науки: материалы Международной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. Владикавказ, 2009. С.41-43.
2. Рекомендации семинара по возделыванию зерновых и зернобобовых культур, посвященного 85-летию селекции яровой пшеницы и 45-летию селекции ярового ячменя в ФГБНУ "Челябинский НИИСХ" под ред. А.В. Вражнова. Челябинск, 2022.
3. Рекомендации по агротехнологиям возделывания сельскохозяйственных культур челябинской области. Под ред. Прядун Ю.П. Агеев А.А. Челябинск, 2021. 54 с.
4. Анализ агроклиматических условий Уральского региона за период с 1966-го по 2020 годы и перспективный прогноз изменения среднегодовой температуры до 2050 года / Васильев А.А., Нохрин Д.Ю., Гасымов Ф.М., Глаз Н.В. // АПК России 2022. Т.29 №2. С. 139-147. DOI: 10.55934/2587-8824-2022-29-2-139-147

5. Vasiliev A.A., Ufimtseva L.V., Glaz N.V., Nokhrin D.Y. Long-term tendencies in climate change of the Urals due to global warming: E3S Web of Conferences. Сер. "International Scientific and Practical Conference "Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad", DAIC 2020" 2020. С. 5001 DOI: 10.1051/e3sconf/202022205001
6. Панфилов А.Э., Овчинников П.Ю. Региональные изменения климата и технология выращивания кукурузы на зерно на Южном Урале // Земледелие. 2022. № 1. С. 30-34. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-1-30-34
7. Погода и урожай. Основы растениеводства зерновых культур в Зауралье (пособие для фермера и агротехнолога). Под ред. Шиятый Е.И. Челябинск, 2020. 263 с.
8. Моисеенко Л.М., Клыков А.Г., Богдан П.М., Тимошинова О.В. Пути увеличения производства зерна пшеницы в условиях приморского края // Зерновое хозяйство России. 2014. № 3. С. 41-46.
9. Крючков А.Г. Основные принципы и методология агроэкологического районирования зерновых культур в степи Южного Урала // Вестник сельскохозяйственных наук. М., 2006. 707 с.
10. Черепухина С.В. Причины вариации урожайности зерновых и зернобобовых культур в челябинской области // Достижения науки - агропромышленному производству: материалы XLVI Международной научно-технической конференции. Челябинский государственный агроинженерный университет. Челябинск, 2007. С. 133-136.
11. Кобякова Т.И., Уфимцева Л.В. Оценка показателей плодородия почв сельскохозяйственных угодий Северной лесостепи Зауралья // Агрохимический вестник. 2018. № 5. С. 2-5. DOI: 10.24411/0235-2516-2018-10034
12. Юшкевич Л.В., Хамова О.Ф., Щитов А.Г., Тукмачева Е.В. Агроэкологические особенности возделывания яровой пшеницы по паровому предшественнику в лесостепи Западной Сибири // Плодородие. 2020. № 4 (115). С. 63-68. DOI: 10.25680/S19948603.2020.115.18
13. Юшкевич Л.В., Хамова О.Ф., Щитов А.Г., Шулико Н.Н., Тукмачева Е.В. Экологическое состояние агрофитоценоза при возделывании яровой пшеницы по пару в лесостепи Западной Сибири // Аграрная наука - сельскому хозяйству: сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции. В 2-х книгах. Барнаул, 2021. С. 233-235.
14. Нечаев В.И. Организационно-экономические основы сортосмены как фактора интенсификации производства зерна (вопросы теории и практики) автореферат дис. на соискание ученой степени доктора экономических наук / Научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса центрально-черноземного района. Москва, 2000

ECOLOGICAL STUDY OF DURUM WHEAT IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF THE CHELYABINSK REGION

Yu.P. Pryadun¹, N.N. Savkov², P.M. Lopukhov¹, Yu.A. Kolobkov², N.V. Glaz¹

*State scientific institution «Chelyabinsk scientific-research institute of agriculture of the Russian academy agricultural sciences», Chelyabinsk, e-mail: chniish2@mail.ru
LLC "Silach", Troitsk, e-mail: ooosilach@mail.ru*

The results of an ecological study of 50 varieties of durum wheat in the southern forest-steppe zone of the Chelyabinsk region on the basis of the experimental field of LLC "Silach" of the Troitsky municipal district are presented. The studies were carried out in 2021, which was characterized by a moisture deficit. The yield data and the structure of its elements are obtained. According to the complex of economically useful qualities combined in one variety of durum wheat, the following varieties are of great interest: Bezenchukskaya yubileynaya, Bezenchukskaya zolotistaya, Bezenchukskaya niva, Larisa yantarnaya.

Keywords: durum wheat, drought, yield, grain.

УДК 633.13:631.527:631.559

ЗНАЧИМОСТЬ ВЫСОТЫ РАСТЕНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ОВСА

Т.Ю. Пыко¹,

С.В. Васюкевич², кандидат с.-х. наук

¹*Отдел северного земледелия ФГБНУ "Омский АНЦ", г. Тара,
e-mail: pyko.tyu@internet.ru*

²*ФГБНУ "Омский АНЦ", г. Омск, e-mail: www.vsv55@mail.ru*

Представлены данные по высоте, устойчивости к полеганию и продуктивности сортового разнообразия в коллекционном и конкурсном питомниках овса в условиях северной зоны Омской области (г. Тара). Показана положительная роль высоты растений для формирования высокой продуктивности зерна.

Ключевые слова: плёчатый и голозёрный овёс, сорт, высота растений, устойчивость к полеганию, зерновая продуктивность.

Адаптивная интенсификация в растениеводстве в стратегическом плане должна базироваться на использовании потенциала агроклиматической зоны (почва, тепло, влага, солнечная радиация и т.д.) с применением устойчивых к стрессорам и приспособленных к условиям среды селекционных сортов. Вклад сорта в повышение урожайности оценивается в 30-70 %. Однако максимальная реализация сортового потенциала в большинстве случаев обеспечивается при отсутствии или минимизации стресса, с использованием больших доз минеральных удобрений, мелиорантов, пестицидов, средств

механизации и т.п. И чем хуже почвенно-климатические условия зоны земледелия, тем выше роль адаптивной селекции [1].

В условиях северной зоны Омской области (тайга, подтайга) селекционно-экологическая работа по созданию сортов овса с применением методов традиционной селекции (гибридизация, отбор) ведётся с 1974 г. [2]. За это время передано в сортоиспытание 7 сортов овса, из них на 6 получены патенты, 5 включены в Госреестр селекционных достижений РФ и рекомендованы к использованию по 10 региону. В настоящее время включено в Госреестр РФ по 10 региону и рекомендовано для возделывания в подтаёжной зоне 8 плёнчатых и 2 голозёрных сорта, из которых 6 обладают ценным по качеству зерном. Недостатком большинства районированных сортов является нестабильность урожайности и восприимчивость к возбудителям головни.

В формировании высоких и устойчивых урожаев культуры и сорта с единицы площади ведущая роль принадлежит элементам структуры урожая, а условия внешней среды действуют как направляющие факторы [3].

Цель исследования - определение роли параметра «высота растений» в формировании зерновой продуктивности сортов овса ярового в условиях северной зоны Омской области.

Задачи:

- структурировать и систематизировать данные по высоте растений, устойчивости к полеганию и урожайности сортов коллекции овса;
- выявить взаимосвязь между высотой растений плёнчатого и голозёрного овса и агрометеорологическими условиями периода вегетации;
- определить тесноту связи между высотой растений и зерновой продуктивностью сортообразцов овса ярового в условиях коллекции и конкурсного сортоиспытания.

Материалы исследования:

- коллекционный набор сортов и сортообразцов овса (55 номеров, из них 7 голозёрных) - период изучения 2013-2015 гг.;
- сорта и селекционные линии из питомника конкурсного сортоиспытания (КСИ) 2013-2021 гг.

Методы исследований: полевой, лабораторный, статистический. Использовались методики по изучению коллекции [4], методика государственного сортоиспытания [5,6]. Статистическая обработка по

методике Б.А. Доспехова [7] с применением стандартного пакета прикладных программ Microsoft Excel.

Условия проведения исследований. Питомники закладывались в условиях трёхпольного зернопарового севооборота, предшественник – яровая мягкая пшеница. Срок посева – 2-3 декада мая. Фоновое внесение удобрений под предпосевную культивацию: азотных (аммиачная селитра) – 30 кг/га д.в. – во все годы изучения, калийных (хлористый калий) – 30 кг/га д.в. – с 2019 г. Агротехника в опытах общепринятая для зоны. Посев селекционной сеялкой СКС-6-10, уборка комбайном Сампо-130 в фазе полной спелости.

Агрометеорологические условия периода изучения были разнообразными. Тёплыми были вегетационные сезоны 2015, 2016, 2020 и 2021 гг.; холодными были 2013, 2014 и 2018 гг. Сумма осадков за период «май – август» была наибольшей в 2015, 2017 и 2018 гг., в остальные годы она была близка к норме (225 мм). Негативное влияние на развитие и продуктивность растений овса оказывали периоды засухи различной продолжительности в мае-июне, во время кущения и выхода в трубку.

Результаты исследований. Высота растений зависит от условий года и от особенностей генотипа.

В 2013 г. высота растений овса изменялась от 49 до 95 см, варьирование составило 11,12 % в выборке плёнчатых сортов и 3,77 % у голозёрных. В 2014 году из-за засушливых условий июня растения развивались ускоренно и высота была наименьшей – от 57 до 94 см, варьирование 11,13 % у плёнчатых и 6,91 % у голозёрных (таблица 1).

Таблица 1. Высота растений коллекционных образцов овса, см

Год изучения	Плёнчатые сорта		V, %	Голозёрные сорта		V, %
	среднее	min – max		среднее	min – max	
2013	79	49-95	11,12	87	82-91	3,77
2014	77	57-94	11,13	83	76-90	6,91
2015	85	68-104	8,76	90	80-99	8,25

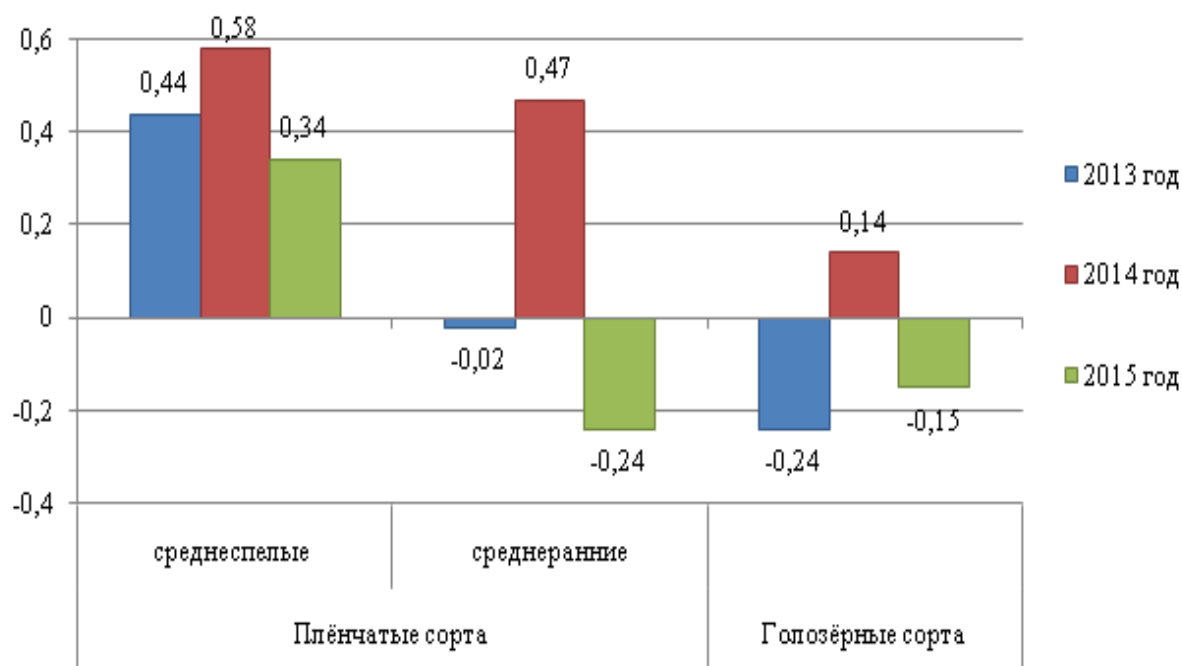
Максимальной высоты растения овса достигали в 2015 г., что обусловлено достаточным количеством тепла и осадков в первой половине вегетации. Данный показатель колебался в пределах от 68 до 104 см у плёнчатых и от 80 до 99 см – у голозёрных сортов. Варьирование признака было минимальным за период изучения в плёнчатой выборке сортов (8,76 %) и максимальным – у голозёрных (8,25 %).

Средняя высота растений за три года составила 89, 81 и 77 см соответственно в среднепоздней, среднеспелой и среднеранней группах.

Изучая закономерности влияния агрометеоусловий на высоту растений овса, следует отметить положительную роль обеспеченности теплом и влагой периода от всходов до вымётывания плёнчатых среднеспелых сортов. Связь с ГТК умеренная ($r=0,44...0,52$), с суммой эффективных температур – от умеренной до значительной ($r=0,46...0,56$).

У голозёрных сортов высота растений увеличивалась при возрастании ГТК периода после вымётывания – $r=0,81...0,90$ в 2014 и 2015 гг. Это может указывать на способность культуры использовать осадки второй половины вегетации для наращивания биомассы.

Урожайность зерна среднеспелых плёнчатых сортов овса в 2013 и 2014 гг. напрямую зависела от высоты растений – теснота связи от умеренной до значительной ($r = 0,44...0,58$). В остальных выборках не было обнаружено достоверных корреляций по указанным признакам (рисунок 1).



* порог значимости на уровне 5 %: плёнчатые среднеспелые – $r = 0,43$; плёнчатые среднеранние – $r = 0,60$; голозёрные – $r = 0,75$.

Рисунок 1 – Корреляция (r) урожайности и высоты растений коллекционных образцов овса

Для характеристики «производительности» вегетативной массы нами было рассчитано соотношение урожайности ($г/м^2$) и высоты

растений (см). Как коэффициент оно характеризует продуктивность посева в трёх измерениях (длина*ширина*высота) и выражается в г/м³. Наибольшей величиной в среднем по коллекции оно обладало в 2015 году (698), наименьшей – в 2014 году (322). В зависимости от выборки оно варьировало от 380 (голозёрные сорта) до 575 (плёнчатые среднеспелые образцы). В разрезе сортов наибольшим выходом урожая зерна на 1 м³ стеблестоя обладали высокоурожайные Факс (689), Rozmar (783), Орион (650); из группы среднеранних - Арман, Уран, Каприоль (630...647). Все эти сорта также обладают высокой устойчивостью к полеганию (4,0...5,0 баллов). Высота растений у этих сортов составила в среднем за три года изучения от 74 (Уран) до 81 см (Орион).

Наименьшей устойчивостью к полеганию отличались среднеспелые высокорослые сорта Florida 657 (США), Pi 183992 (США).

Исследование связи между высотой растений и урожайностью сортов овса было также проведено на варьирующих выборках в конкурсном сортоиспытании за период с 2013 по 2021 гг. Было установлено, что значения корреляционных зависимостей (r) при $n=7...19$ были в подавляющем большинстве случаев положительными, но достоверность установлена лишь в ряде случаев: в 2018 г ($n=15$, $r=0,61$), 2020 г ($n=19$, $r=0,46$) и в 2021 г ($n=24$, $r=0,76$). В связи с этим можно заметить, что в период с 2017 по 2021 гг. в конкурсном сортоиспытании появились новые продуктивные высокорослые линии: Тр. 16-190, Тр. 19-177, Тр. 19-178, Тр. 19-186, превышающие стандартный сорт Орион на 7...26 см и способные дать значительную прибавку урожайности зерна при условии отсутствия полегания. Так в 2017 году полегание растений на уровне 2,8...3,0 балла снизило итоговую урожайность сортов Сибирский геркулес, Иртыш 22 и Тр. 16-190.

Анализируя соотношение «урожайность/высота» (таблица 2), можно заметить, что оно снижалось в годы с периодами раннелетней засухи: 2018 и 2020. У рекомендованных для северной зоны сортов зернового направления (Орион, Тарский 2, Уран) выход зерна был выше, чем у зерноукосных (Иртыш 22, Иртыш 33, Иртыш 34).

Таблица 2. Продуктивность посева сортов, г/м³

Сорт, линия	Период изучения, годы							
	2017	2018	2019	2020	2021	2017-2019	2019-2021	2020-2021
Орион	745	500	546	357	569	597	491	463
Уран	700	418	577	338	524	565	480	431
Тарский 2	684	484	522	365	467	563	451	416
Сибирский геркулес	572	-	500	275	388	-	388	332
Факел	687	-	547	348	527	-	474	438
Иртыш 22	558	442	534	300	536	511	457	418
Иртыш 33	-	-	548	296	520	-	455	408
Иртыш 34	552	447	475	300	496	491	424	398
Тр. 19-177	-	-	-	308	458	-	-	383
Тр. 19-178	-	-	-	363	581	-	-	472
Тр. 19-186	-	-	-	332	518	-	-	425
<i>Среднее</i>	<i>643</i>	<i>458</i>	<i>531</i>	<i>325</i>	<i>508</i>	-	-	-

Наилучшим значением данного показателя среди районированных сортов обладает Орион - за период 2020-2021 гг. оно составило 463. Превышает его новая среднеспелая продуктивная линия Тр. 19-178, по результатам двухлетнего изучения (2020-2021) обеспечившая прибавку зерна 0,55 т/га.

Выводы:

1. У среднеспелых плёчатых сортов овса высокорослость способна в ряде случаев оказывать достоверное положительное влияние на урожайность - теснота связи от умеренной до значительной ($r = 0,44...0,58$), усиливается в неблагоприятных агроклиматических условиях сезона вегетации.

2. С увеличением высоты растений может снижаться устойчивость к полеганию, что негативно сказывается на урожайности.

3. Наилучшим сочетанием «высота-зерновая продуктивность» обладают устойчивые к полеганию среднеспелые сорт Орион и селекционная линия Тр. 19-178.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жученко А.А. Эколого-генетические основы адаптивной системы селекции растений // Сельскохозяйственная биология. 2000 г. Т. 35. № 3. С. 3-29.
2. История развития селекции овса в отделе северного земледелия ФГБНУ «СибНИИСХ» / С.В. Васюкевич [и др.] // Актуальные вопросы земледелия и

растениеводства Западной Сибири: сборн. научн. статей. Омск: Литера. 2017. С. 24-27.

3. Яровой овёс в Сибири / Л.П. Косяненко [и др.]. Красноярск: КрасГАУ. 2011. 292 с.

4. Руденко М.И., Шафранский В.П. Методические указания по изучению мировых коллекций зерновых культур. Ленинград. 1967. С. 4-14.

5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый. Общая часть. / Под общ. ред. М. А. Федина. Государственная комиссия по сортоиспытанию с.-х. культур при Министерстве сельского хозяйства СССР. Москва: Калининская типография. 1985. 270 с.

6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй: Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. Государственная комиссия по сортоиспытанию с.-х. культур. Москва: Калининская типография. 1989. 195 с.

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Колос. 1979. 416 с.

THE SIGNIFICANCE OF PLANTS HEIGHT IN THE FORMATION OF OAT GRAIN PRODUCTIVITY

T.Yu. Pyko, S.V. Vasyukevich

Department of northern agriculture of the FSBSI «Omsk agrarian scientific center»,

Tara, e-mail: pyko.tyu@internet.ru

Omsk, e-mail: www.vsv55@mail.ru

The data on height, resistance to lodging and productivity of varietal diversity in the collection and competitive oat nurseries in the conditions of the northern zone of the Omsk region (Tara) are presented. The positive role of plant height for the formation of high grain productivity is shown.

Key words: filmy and naked oats, variety, plant height, resistance to lodging, grain productivity.

УДК: 631.527:633.111"321"

СИГМА 5 – НОВЫЙ СОРТ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ, СОЗДАННЫЙ НА ОСНОВЕ ДИГАПЛОИДНОЙ ЛИНИИ

Л. П. Россеева¹, кандидат с.-х. наук,

И. А. Белан¹, кандидат с.-х. наук,

Н. П. Блохина¹, Я. В. Мухина¹, Н. С. Пугачева¹,

Н.В. Трубачеева², кандидат биол. наук

Л.А. Першина², доктор биол. наук

¹ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, e-mail: rosseeva@anc55.ru

²ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск

В статье представлены результаты использования дигаплоидной (ДГ) линии в создании сорта яровой мягкой пшеницы.

Среднеспелая ДГ линия 48-3, сочетающая гены устойчивости разного происхождения, в 2021г. передана на ГСИ в 9, 10 и 11 регионах Российской Федерации под названием Сигма 5. Преимущество сорта заключается повышенной урожайности, высоком уровне устойчивости к листовостебельным патогенам, а также однородности растений по высоте и другим морфологическим признакам.

Ключевые слова: сорт, дигаплоид, пшеница, патоген, урожайность, элементы продуктивности.

Введение. Общий объем площадей, занятых яровой мягкой пшеницей в Омской области, составил в 2021г. 1,29 млн га, а доля сортов селекции ФГБНУ «Омский АНЦ» достигла примерно 60-70 % от общих посевов яровой мягкой пшеницы в области. Омская область относится к зоне рискованного земледелия. В этом регионе в последние годы отмечается сильное распространение листовостебельных грибных патогенов. Для пшеницы большую опасность представляют возбудители мучнистой росы (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*), бурой ржавчины (*Puccinia triticina* Eriks.) и стеблевой ржавчины (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici*) [1,2]. Начиная с 2015г., отмечается повышение вредоносности стеблевой ржавчины. Стабилизировать производство зерна яровой мягкой пшеницы в этой зоне позволяет создание сортов различных биотипов, адаптированных к стрессовым факторам среды. При этом на долю среднеспелых сортов, возделываемых в южной лесостепи и в степи Омской области, приходится около 40 %.

Создание нового сорта – процесс трудоемкий, дорогостоящий и длительный. Так, на создание сорта яровой мягкой пшеницы уходит от 12 до 15 лет [3]. Изменение климата, появление у патогенов новых вирулентных биотипов и рас требует ускоренного создания новых сортов, способных адаптироваться к изменяющимся условиям выращивания. Так как гены, ответственные за устойчивость к болезням и вредителям, со временем утрачивают свою эффективность, необходимо вводить в геном пшеницы новые гены устойчивости или новые сочетания генов устойчивости разного происхождения. Закреплять такие сочетания генов возможно в гомозиготных генотипах, которыми являются дигаплоидные (ДГ) линии. Более того, использование ДГ-линий («двойных гаплоидов» – гаплоидов с удвоенным числом хромосом) в селекции позволяет значительно сокращать время отбора необходимых генотипов, значительно сокращая селекционный процесс [4]. Другой аспект использования ДГ-линий – введение их в скрещивания с другими линиями при

создании нового селекционного материала. Ранее в наших работах показана эффективность такого подхода на примере создания сортов яровой мягкой пшеницы Сигма и Уралосибирская 2 [5, 6].

В данной статье приводятся результаты изучения сорта яровой мягкой пшеницы Сигма 5, который создан на основе ДГ-линии 48-3. Эта ДГ-линия получена в результате культивирования пыльников растений гибридной комбинации Л-311/00-22-4/Л.XI/2870 *T. diccoides* 1325-1330 и несет сочетание комплекса генов устойчивости к грибным патогенам *Lr26/Sr31/Yr9/Pm8*, а также гена *Lr* и гена *Pm*, интрогрессированных в мягкую пшеницу от *T. diccoides*. Линия Л.XI/2870 *T. diccoides* 1325-1330 получена, охарактеризована и предоставлена для скрещивания Сибикеевым С.Н. и соавторами [7]. Сорт Сигма 5 создан за 6 лет и в 2021 г. передан на государственное сортоиспытание в 9, 10 и 11 регионах Российской Федерации. Патентообладателями сорта являются ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» (ФГБНУ «Омский АНЦ») совместно с ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук» (ИЦиГ СО РАН).

Методика и условия проведения исследований. Питомники КСИ закладывали в два срока посева и по двум фонам – пар и после зерновых. Повторность четырёхкратная. Норма высева при посеве по пару в первом сроке 5,5 и после зерновых 4,5 млн. всхожих семян на гектар. При уборке урожая использовали малогабаритный комбайн «ХЕГЕ-125» и «WINTERSTEIGER-ВИМ».

Наблюдения и учёты проводились в соответствии с "Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур" [8]. Поражаемость изучаемых форм в полевых условиях мучнистой росой определяли по Saari E.E., Prescoott J.M., бурой и стеблевой ржавчиной проводили по международной шкале. Учеты проводили в динамике 5–7 раз через 6–8 суток с начала проявления заболеваний до восковой спелости, затем рассчитывали площадь под кривой развития заболеваний (ПКРБ) и индекс устойчивости (ИУ) [9].

Статистическая обработка данных проведена по пособию Б.А. Доспехова [10].

Погодные условия в течение весенне-летнего периода (май-август) 2019-2021 гг. были контрастными. По метеорологическим условиям 2019 г. был средnezасушливый (ГТК = 0,99), а вегетационный период 2020 г. характеризовался низкой влагообеспеченностью (ГТК = 0,58). Наличие росы и время ее

экспозиции более 8 часов в 2019 и 2020 гг. способствовало развитию листостебельных патогенов [2]. Вегетационный период 2021 г. характеризовался засухой (ГТК = 0,58). Благоприятными по влагообеспеченности были условия в июне, что способствовало развитию патогена мучнистой росы, восприимчивые сорта и линии поразились на 70–80 %. Июль и август характеризовались повышенными температурами и дефицитом осадков. Такие условия были неблагоприятными для развития бурой и стеблевой ржавчины (восприимчивые сорта поразились на 15-25 %). То есть, возможность объективно оценить изучаемые генотипы, была только на устойчивость к патогену мучнистой росы и засухе.

Результаты исследований. Результаты изучения в полевых условиях сорта Сигма 5 по урожайности, вегетационному периоду, устойчивости к мучнистой росе, бурой и стеблевой ржавчинам представлены в таблице 1. Анализ данных урожайности в течение трех лет изучения показал, что сорт Сигма 5 существенно превышал стандарт Дуэт не зависимо от срока посева и предшественника. В первом сроке посева по пару урожайность нового сорта составила в среднем 5,59 т/га, что на 2,76 т/га выше стандарта; во втором сроке – 4,58 т/га (2,55 т/га > стандарта), а при посеве после зерновых – 2,16 т/га (0,52 т/га > стандарта). В годы массового развития листостебельных патогенов (2019 и 2020гг.) сорт Сигма 5 превышал стандарт Дуэт на 3,91 т/га, а в 2021г., когда поражение стандарта стеблевой ржавчиной не превышало 20%, прибавка по урожайности нового сорта составила 0,50 т/га.

Таблица 1. Результаты изучения сорта Сигма 5 по урожайности, вегетационному периоду, и устойчивости к листостебельным патогенам, 2019-2021гг.

Сорт	Урожайность, т/га			Вегетационный период, сутки			Уровень устойчивости (ИУ) ¹ к		
	срок посева		после зерно-вых	срок посева		после зерно-вых	мучнистой росе	бурой ржавчине	стеблевой ржавчине
	1-й	2-й		1-й	2-й				
St – Дуэт	2,83	2,03	1,64	82	80	79	0,43	0	1
Сигма 5	5,59	4,58	2,16	81	79	77	0,01	0,01	0,02
± к St Дуэт	2,76	2,55	0,52	-1	-1	-2			
НСР	0,1	0,27	0,43						

Примечание: ¹ИУ – индекс устойчивости. Уровни устойчивости: высокий – от 0,10 до 0,35; средний – от 0,36 до 0,65; низкий – от 0,66 до 0,80 и восприимчивость >80.

Стандарт Дуэт характеризуется средним уровнем устойчивости к мучнистой росе, сильно восприимчив к стеблевой ржавчине, но не поражается бурой ржавчиной. Таким образом, основной причиной потери урожайности стандарта Дуэт является его восприимчивость к стеблевой ржавчине. Благодаря комплексной устойчивости к мучнистой росе, бурой и стеблевой ржавчинам, независимо от срока посева урожайность сорта Сигма 5 превысила 4,5 т/га. Необходимо также отметить, что при посеве по пару как в первом, так и втором сроке посева урожайность Сигма 5 была выше на 3,43 т/га и 2,42 т/га, соответственно, чем при посеве после зерновых. Таким образом, сорт относится к интенсивному типу возделывания. Данные таблицы подтверждают, что комплексная устойчивость сортов к листостебельным заболеваниям важна для получения высоких урожаев, особенно на интенсивных агрофонах регионов Сибири.

По продолжительности вегетационного периода Сорт Сигма 5 созревает практически одновременно со стандартом. Однако выявлена тенденция к ускоренному темпу развития (созревает на 1-2 суток раньше стандарта).

Для повышенной урожайности сорта Сигма 5 (сравнивая со стандартом) важны следующие признаки: продуктивная кустистость (> стандарта на 0,5 побега); устойчивость против полегания по пятибальной шкале (> стандарта на 0,7 балла); устойчивость колоса к пониканию (> стандарта на 2 балла). Однако устойчивость к прорастанию на корню сорта Сигма 5 составляет 8,7 балла, а стандарта 9 баллов

Расчеты коэффициентов корреляции указывают на наличие у сорта Сигма 5 взаимосвязи массы зерна главного колоса с длиной колоса и числом колосков в колосе, что позволяет вести отбор лучших линий в полевых условиях [11].

Таким образом, благодаря повышенной урожайности, высокому уровню устойчивости к стеблевой ржавчине, а также однородности растений по высоте и другим морфологическим признакам, сорт Сигма 5 успешно может конкурировать с сортами среднеспелой группы спелости.

Заключение. В результате технологии ускоренной селекции с использованием ДГ-линий, потребовалось всего 6 лет, чтобы создать среднеспелый сорт пшеницы мягкой яровой Сигма 5. Разновидность сорта лютесценс. Куст прямостоячий, окраска серо-зелёная, восковой налёт средний, антоциановая окраска ушек отсутствует. Стебель прочный, полый, высотой 95-115 см., соломина светло-жёлтого цвета.

Колос веретеновидный, белый, безостый, неопушенный, с остевидными отростками в верхней части. Зерно полуудлинённое, крупное, красное, бороздка средняя. Масса 1000 зёрен 36 – 40 г. Сорт характеризуется высоким уровнем резистентности к бурой и стеблевой ржавчинам, мучнистой росе, средней восприимчивостью к пыльной головне и твёрдой. Устойчивость к полеганию высокая (8 баллов против 7 у стандарта Дуэт). Основное достоинство – высокая урожайность, устойчивость к листостебельным патогенам и высокие показатели качества зерна. По данным конкурсного сортоиспытания 2019 – 2021 гг., при посеве по пару новый сорт при урожайности 5,59 т/га превысил Дуэт на 2,76 т/га ($НСР_{05}=0,29$ т/га), при посеве во втором сроке превышение составило 2,55 т/га при уровне урожайности 4,58 т/га. В КСИ ОСЗ (г. Тара) сорт Сигма 5 в 2021 г. превзошел стандарт Памяти Азиева на 2,19 т/га. Максимальная урожайность 6,78 т/га получена в конкурсном сортоиспытании ФГБНУ «Омский АНЦ» при посеве по пару 15 мая 2018 г.

Показатели качества зерна нового сорта за 2019 – 2021 гг. следующие: натура зерна достигала 749 г/л, масса 1000 зёрен – 38,7 г., содержание сырой клейковины – 32,6%, белка – 16,21 %, сила муки – 446 е.а., валориметр – 79 ед. вал., объём хлеба – 983 см³, общая хлебопекарная оценка – 4,4 балла.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 20-016-00196). This work were supported by project No. 0259-2021-0018 and the RFBR grant No. 20-016-00196.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сочалова Л.П., Лихенко И.Е. Генетическое разнообразие яровой пшеницы по устойчивости к мигрирующим заболеваниям. СибНИИРС-филиал ИЦиГ СО РАН, 2015. 196 с.

2. Россеева Л.П., Белан И.А., Мешкова Л.В., Блохина Н.П., Ложникова Л.Ф., Осадчая Т.С., Трубачеева Н.В., Першина Л.А. Селекция на устойчивость к стеблевой ржавчине яровой мягкой пшеницы для Западной Сибири // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 7 (153). С. 5-12.

3. Белан И.А., Россеева Л.П., Блохина Н.П., Григорьев Ю.П., Мухина Я.В., Трубачеева Н.В., Першина Л.А. Ресурсный потенциал сортов мягкой яровой пшеницы для условий Западной Сибири и Омской области (аналитический обзор) // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. № 22(4). С. 449-465.

3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. 719 с.

4. Germanà M.A. Anther culture for haploid and doubled haploid production // *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 2011. V.104. P. 283–300.
5. Белан И.А., Россеева Л.П., Мешкова Л.В., Блохина Н.П., Першина Л.А., Трубачеева Н.В. Создание сортов мягкой пшеницы устойчивых к грибным заболеваниям для условий Западной Сибири и Урала // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета.* 2017. № 1 (147). С. 5-14.
6. Першина Л.А., Белова Л.И., Трубачеева Н.В., Осадчая Т.С., Шумный В.К., Белан И.А., Россеева Л.П., Немченко В.В., Абакумов С.Н. Аллоплазматические рекомбинантные линии (*T. vulgare*) - *T. aestivum* с транслокацией 1RS.1BL: исходные генотипы для создания сортов яровой мягкой пшеницы // *Вавиловский журнал генетики и селекции.* 2018. Т. 22. № 5. С. 544-552.
7. Druzhin A.E., Sibikeev S.N., Krupnov V.A. The increased genetic diversity of Saratov bread wheat by means of the introgressive breeding in the development of N.I.Vavilov ideas. *Bull. Saratov State Agrar. Univ. Honor N.I. Vavilov* 2012, 10, 33–37.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып.1-й. Общая часть. М. 1985. 269 с.
9. Коваленко Е.Д., Коломиец Т.М., Киселева М.И., Жемчужина А.И., Смирнова Л.А., Щербик А.А. Методы оценки и отбора исходного материала при создании сортов пшеницы устойчивых к бурой ржавчине: методические рекомендации ВНИИФ. М., 2012. 93с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 415 с.
11. Белан И.А., Россеева Л.П., Блохина Н.П., Мухина Я.В., Трубачеева Н.В., Першина Л.А.И Использование дигаплоидных линий - ускорение селекционного процесса в создании сортов яровой мягкой пшеницы // *Перспективные технологии в аграрном производстве: человек, "цифра", окружающая среда (AgroProd 2021): материалы международной научно-практической конференции.* Омск, 2021. С. 128-133.

SIGMA 5 – A NEW SPRING SOFT WHEAT VARIETY CREATED ON THE BASIS OF A DIGAPLOYID LINE

L.P. Rosseeva¹, I.A. Belan¹, N.P. Blokhina¹, Ya.V. Mukhina¹, N. S. Pugacheva¹, N.V. Trubacheeva², L.A. Pershina²

¹*FSBSI «Omsk ASC», Omsk, Russia, e-mail: rosseeva@anc55.ru*

²*FRC Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia*

The results of using a dihaploid (DG) line in the creation of a variety of spring soft wheat are presented. Mid-season DG line 48-3, combining resistance genes of different origin, in 2021 transferred to the State Variety Test in 9, 10 and 11 regions of the Russian Federation under the name Sigma 5. The advantage of the variety is increased productivity, a high level of resistance to leafy pathogens, as well as plant uniformity in height and other morphological features.

Key words: variety, dihaploid, wheat, pathogen, yield, productivity elements.

СКОРОСПЕЛОСТЬ И МАСЛИЧНОСТЬ – ГЛАВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ СЕЛЕКЦИИ ПОДСОЛНЕЧНИКА В СОС – ФИЛИАЛЕ ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Ю.Н. Суворова, кандидат с.-х. наук
СОС – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК,
Омская область, г. Исилькуль, e-mail: suv0rova1u@yandex.ru

Представлены данные многолетнего изучения современных генотипов подсолнечника масличного типа в СОС – филиале ВНИИМК. Выделены ценные для селекции образцы и определены их основные параметры, позволяющие в южной лесостепи Западной Сибири сформироваться, созреть и получить семенную продуктивность высокого качества.

Ключевые слова: подсолнечник, скороспелость, масличность, генотип, Западная Сибирь.

Подсолнечник (*Helianthus annuus* L.) – одна из ведущих масличных культур мира, а в России – главный источник получения растительного масла. Востребованность его семян на мировом и отечественном рынках является сильнейшим стимулом увеличения объемов производства и повышения качества продукции. По данным Росстата в 2021 г. в Российской Федерации уборочная площадь подсолнечника составила 9,6 млн. га при валовом сборе семян 15,5 млн. т. В СФО посевные площади культуры ежегодно увеличиваются и занимают в настоящее время более 800 тыс. га. Из них более 85-90% сосредоточены в Алтайском крае, остальные – в Омской, Новосибирской и др. областях. По данным МСХиП Омской области уборочная площадь подсолнечника в 2019 г. составила 32,7 тыс. га, в 2020 г. – 26,6 тыс. га, в 2021 г. – 34,2 тыс. га.

В Госреестре селекционных достижений, допущенных к использованию в 2021 г. зарегистрировано по подсолнечнику всего 764 сортов, гибридов и линий, из них в Западно-Сибирском (10) регионе – 71, в т.ч. 6 крупноплодных [1].

Почвенно-климатические условия Западно-Сибирского региона вполне соответствуют требованиям подсолнечника. Наиболее благоприятными являются лесостепные районы на черноземных почвах Омской, южные лесостепные районы Новосибирской областей и приобские лесостепные и предгорные районы Алейском степи Алтайского края [2]. Усилиями сибирских селекционеров созданы и

создаются генотипы, хорошо адаптированные к местным условиям. Селекцией подсолнечника в Западной Сибири занимаются два научных госучреждения: Сибирская опытная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта» (СОС – филиала ВНИИМК) (Омская область, г. Исилькуль), ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр Агробιοтехнологий» (г. Барнаул) и одна частная селекционно-семеноводческая компания «СибАгроЦентр» (Алтайский край, г. Рубцовск). В Западно-Сибирском регионе отработаны адаптивные технологии возделывания подсолнечника [3, 4]. Здесь не стоит остро проблема борьбы с падалицей, не наблюдается проявление злостного сорняка-паразита заразихи (например, в южной лесостепной и степной зонах Омской области), не проявляется такое многообразие грибковых заболеваний, как на юге (ЛМР, фузариоз, фомопсис и мн. др.). Хотя в эпифитотивные годы значительный вред наносят корзиночные формы болезней – белая гниль (склеротиниоз) (*Sclerotinia sclerotiorum*) и серая гниль (*Botrytis cinerea Pers.*).

Возделывание подсолнечника в Сибирском регионе имеет особенности. Так, являясь растением короткого дня, он с продвижением на север замедляет свое развитие [5]. Продолжительность у него периода от всходов до уборочной спелости будет увеличиваться на 1-3 дня на каждый градус широты при продвижении с юга на север (г. Краснодар – 45⁰ с. ш., г. Омск – 55⁰ с. ш.) [6]. Его возделывание здесь ограничивается не столько суммой положительных температур, сколько способностью созреть до наступления дождливой погоды осенью и заморозков. После наступления фазы физиологической спелости ему требуется еще не менее 15 суток для достижения кондиционной влажности семян для качественного обмолота, сохранения физических и пищевых характеристик высококачественных семян во избежание опасности их самосогревания в ворохе. Многолетняя практика в СОС – филиале ВНИИМК показала, что период от физиологической до хозяйственной (уборочной) спелости у скороспелых сортов-популяций составляет 16-18 суток, у раннеспелых – 19-21, у крупноплодных – 22-23. Досушивание семян до кондиционной влажности в лесостепи Западной Сибири – важное и необходимое условие возделывания культуры. В редкие годы здесь складываются жаркие и засушливые погодные условия, не требующие досушивания после уборки. При физиологическом созревании влажность семян составляет 30-35%,

при хозяйственной спелости – 12-14%. Практика СОС – филиала ВНИИМК показала, что процент досушивания в южной лесостепи Западной Сибири составляет 8-20% в зависимости от погодных условий в период уборки. После доведения влажности до 6-8% семена могут храниться без порчи длительное время [4]. Согласно требованиям посевного стандарта, ГОСТ Р 52325-2005 влажность семян должна быть не более 10% [7].

В СОС – филиале ВНИИМК создано 8 сортов подсолнечника 2-х назначений использования, 3-х групп спелости. Совместно с головным институтом создан гибрид. С 2020 г. проходит Государственное сортоиспытание очень ранний сорт Юбиляр масличного типа.

Цель исследований – показать, что селекция скороспелого продуктивного подсолнечника масличного типа является приоритетным направлением в СОС – филиале ВНИИМК и способствует удовлетворению возрастающих требований сельхозпроизводителей Сибири.

Объекты и методы. Подсолнечник изучался в 2010-2020 гг. в южной лесостепи Западной Сибири; в лаборатории селекции, семеноводства и агротехники подсолнечника СОС – филиале ВНИИМК; в 5-и полном зернопаровом (селекционном) севообороте, предшественник – черный пар. Объект исследования – сорта и перспективные образцы подсолнечника селекции СОС – филиала ВНИИМК.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный, тяжелосуглинистый, средняя мощность гумусового горизонта – 43 см [8]. По своим агрофизическим и агрохимическим свойствам она благоприятна для выращивания подсолнечника. Для оценки влагообеспеченности использовали гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК). Средний многолетний ГТК составляет 0,95. Острозасушливыми (ГТК 0,35-0,59) были 2010, 2012 и 2020 гг., влажными (ГТК 1,32-1,78) – 2009, 2015 и 2018 гг., остальные – близкими к норме.

Закладка питомников, все наблюдения и учеты проведены по методики ВНИИМК [9]. Подсолнечник возделывали по адаптивной технологии, разработанной специалистами СОС – филиала ВНИИМК для южной лесостепи Западной Сибири. Масличность семян определяли методом ЯМР с помощью экспресс-анализатора АМВ-1006 М. Математическую обработку экспериментальных данных проводили по методике полевого опыта в изложении Б.А. Доспехова [10].

Результаты исследований. Скороспелость – ценный сортовой признак для многих позднотрещующих культур, к которым относится и подсолнечник. По данным СОС – филиала ВНИИМК для южной лесостепи Западной Сибири у подсолнечника период от всходов до массового цветения должен быть не более 60 суток, до физиологического созревания – не более 110 суток и до хозяйственной спелости – не более 125 суток.

Основным показателем ценности сорта или гибрида подсолнечника является сбор масла с гектара, складывающийся из урожайности семян и их масличности. Формирование масличности – очень сложный биохимический процесс, на который влияют множество факторов. В СОС – филиале ВНИИМК выявлена доля влияния на нее факторов генотип и среда. Лимитирующим фактором оказался генотип (65,5%) в общей изменчивости при значительной доле условий года (18,5%) и взаимодействии факторов генотип и год (9,9%).

В процессе многолетнего многоэтапного комплексного изучения (полевые наблюдения и учеты, лабораторные анализы) современных генотипов подсолнечника в СОС – филиале ВНИИМК – сортов собственной селекции (табл. 1) и сортов и гибридов селекции других НИУ в питомнике экологического сортоиспытания – выделены ценные для селекции образцы масличного назначения (табл. 2). И определены их основные параметры, позволяющие в южной лесостепи Западной Сибири сформироваться, созреть и получить семенную продуктивность высокого качества (табл. 3).

Таблица 1. Характеристика сортообразцов подсолнечника селекции СОС – филиала ВНИИМК (среднее за 2013-2017 гг.)

Сорт	Вегетационный период (всходы-физиолог. созрев.), сутки	Высота растения, см	Масса 1000 семян, г	Лузжистость, %	Урожайность семян, т/га	Масличность, %	Сбор масла, кг/га
Сибирский 91*	91	131	77,3	20,6	2,95	50,3	1335
Сибирский 97	91	132	66,7	18,4	3,05	54,0	1488
Иртыш	89	127	69,0	18,1	2,84	52,9	1356
Вектор**	98	152	60,8	18,7	2,94	53,9	1423
Варяг	97	154	73,0	20,7	3,26	52,5	1541
Успех	96	144	65,1	18,8	3,13	55,1	1551
Авангард (F ₁)**	104	155	50,2	23,7	2,64	48,2	1143
НСР ₀₅	-	-	-	-	0,30	-	143

Примечание: *среднее за 2013, 2015 и 2017 гг.; ** – за 2014-2016 гг.

Таблица 2. Диапазон значений основных показателей перспективных образцов подсолнечника в питомниках ПСИ, КСИ СОС – филиала ВНИИМК

Год	Вегетационный период (всходы-физиол. созрев.), сутки	Высота растения, см	Масса 1000 семян, г	Лузжистость, %	Натура, г/л	Урожайность семян, т/га	Масличность, %	Сбор масла, т/га
2010	85-92	108-123	59,0-74,0	19,9-22,7	378-429	2,35-2,72	52,1-55,7	1,10-1,35
2011	88-99	121-153	58,1-72,0	18,9-21,7	350-411	2,69-3,30	51,6-55,5	1,31-1,63
2012	82-93	118-136	50,9-65,4	16,9-21,3	409-462	2,60-3,12	52,8-57,4	1,28-1,51
2013	88-95	118-152	55,9-88,5	16,9-21,4	417-461	2,66-3,56	51,0-57,7	1,38-1,75
2014	96-103	130-171	55,6-74,7	17,1-22,1	377-442	2,15-2,65	51,1-54,5	1,01-1,30
2015	90-102	129-147	55,2-76,1	16,7-22,2	390-450	2,72-3,45	51,5-57,3	1,39-1,78
2016	91-99	148-174	62,3-78,0	14,5-19,1	411-481	2,97-4,20	50,9-56,3	1,50-1,99
2017	88-98	114-177	54,3-78,7	15,7-22,6	406-470	2,60-3,90	50,6-56,3	1,19-1,94
2018	95-105	111-154	45,4-70,8	15,5-19,6	334-425	1,70-2,73	49,4-54,3	0,80-1,33
2019	89-100	124-165	60,1-78,4	16,8-23,1	366-422	2,49-3,81	48,4-55,7	1,14-1,84
2020	89-99	118-157	63,8-80,3	17,4-21,7	396-449	2,56-3,66	54,1-57,4	1,25-1,79

Таблица 3. Основные параметры современных сортообразцов масличного типа и модель для южной лесостепи Западной Сибири

Показатель	Масличный тип	Модель
Период вегетации от всходов до физиологического созревания, сутки	80-100	80-95
Признаки технологичности	очень ранний, раннеспелый период вегетации, хорошо выровненные по высоте, срокам цветения и созревания	тоже
Высота растения, см	110-170	105-165
Масса 1000 семян, г	50-79	55-79
Натура, г/л	более 400	то же
Лузга, %	17-23	19-23
Урожайность семян, т/га	2,0-3,5	2,2-3,7
Масличность, %	50-56	52-56
Сбор масла, кг/га	1100-1800	1200-1900
Направления использования	на масло, универсальное	то же

Намеченные параметры не всегда совпадают с фактическими из-за колебаний их морфологических признаков в контрастных условиях. Приведена также модель сортов – идеал, к которому должны стремиться.

Таким образом, селекционное улучшение подсолнечника в сторону создания скороспелых продуктивных генотипов масличного типа повышает их адаптированность к условиям Сибири и способствует удовлетворению возрастающих требований сельхозтоваропроизводителей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. 719 с.
2. Боев Н.Д., Будюк В.П., Мартынов В.М. Возделывание масличных культур в Зауралье, Сибири и Казахстане. М.: Сельхозгиз, 1959. 165 с.
3. Агротехнологии производства маслосемян подсолнечника в Алтайском крае: рекомендации / А.А. Гаркуша, В.П. Олешко, Н.И. Лихачев [и др.]. Барнаул: Россельхозакадемия. ГНУ Алтайский НИИСХ, 2012. 108 с.
4. Рекомендации по возделыванию масличных культур в Омской области / И.А. Лошкомойников [и др.]. Искилькуль, 2019. 108 с.
5. Пузиков А.Н. Создание высокопродуктивного раннеспелого исходного материала для селекции подсолнечника в условиях Западной Сибири: автореф.

на соиск. ученой степени канд. с.-х. наук: 06.01.05 – селекция и семеноводство. Омск, 1999. 16 с.

6. Каталог 2018 ВНИИМК. Краснодар, 2018. С. 32-36.

7. ГОСТ Р 52325-2005 «Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия» М.: Стандартинформ, 2005. С. 9-10.

8. Внутрихозяйственная оценка земель Сибирской опытной станции масличных культур Исилькульского района Омской области. Омск: Кн. изд-во. 1987. 40 с.

9. Лукомец В.М., Тишков Н.М., Баранов В.Ф. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами. Краснодар, 2007. 113 с.

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос. 1973. 336 с.

EARLY MATURITY AND OILINESS - SUNFLOWER BREEDING MAIN DIRECTION IN SOS - BRANCH OF FGBNU FNC VNIIMK

Yu.N. Suvorova

*Siberian Experimental Station, All-Russian Research Institute of Oil Crops
of the V.S. Pustovoit, Omsk region, Isilkul,
e-mail: suv0rova1u@yandex.ru*

The data of the long-term study of modern oilseed sunflower genotypes at the VNIIMK branch are presented. Samples valuable for selection were identified and their main parameters were determined, which make it possible to form, mature and obtain high-quality seed productivity in the southern forest-steppe of Western Siberia.

Keywords: sunflower, precocity, oiliness, genotype, Western Siberia.

УДК 631.559:633.11 «324»

АДАПТИВНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ ОБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

В.М. Трипутин, кандидат с.-х. наук, доцент,

Ю.Н. Кашуба, кандидат с.-х. наук,

А.Н. Ковтуненко

ФГБНУ "Омский АНЦ", г. Омск, e-mail: vtriputin@mail.ru

Представлены данные оценки адаптивности густоты растений и массы зерна колоса наиболее урожайных образцов озимой пшеницы. Исследования проведены в 2019-2021 гг. на полях лаборатории селекции озимых культур Омского аграрного научного центра.

Ключевые слова: адаптивность, озимая пшеница, структура урожая.

Адаптивность – важнейшее свойство перспективных сортов, которое должно учитываться в селекционных программах [1]. Проведённая в наших условиях оценка адаптивности урожайности наиболее продуктивных образцов озимой пшеницы показала наличие разной реакции на условия выращивания [2]. В этом плане определённый интерес представляет изучение адаптивных свойств элементов структуры урожая, и в частности густоты растений и массы зерна колоса.

Опыты проведены в 2019-2021 гг. на полях лаборатории селекции озимых культур Омского аграрного научного центра (АНЦ). Объектом изучения являлись образцы озимой пшеницы из конкурсного сортоиспытания (КСИ). Стандарт – районированный в области сорт Омская 4. Образцы в КСИ располагались в трёхкратной повторности на делянках площадью 15 м². Густота растений рассчитывалась после уборки растений с учётных площадок. Масса зерна колоса определялась в ходе индивидуального анализа растений, выборка которых составляла 30 шт.

При оценке адаптивности элементов структуры урожая использованы коэффициент вариации (V) по Б.А. Доспехову [3]; генетическая гибкость ($Y_{\min} + Y_{\max} / 2$) по А.А. Гончаренко [4]; фактор стабильности (SF) по D. Lewis [5]; гомеостатичность (Hом) и селекционная ценность (Sc) по В.В. Хангильдину, Н.А. Литвиненко [6]. На основании рассчитанных значений показателей адаптивности проведено ранжирование образцов.

Все изучаемые в опыте номера КСИ имели более высокую урожайность в сравнении со стандартом, что прежде всего обеспечивалось лучшей выраженностью густоты растений (табл. 1). Ранее в наших предыдущих опытах также отмечена значимость густоты растений в превосходстве селекционных номеров над стандартом по урожайности [7].

Таблица 1. Урожайность и элементы структуры урожая образцов КСИ, 2019-2021 гг.

Сорт, линия	Урожайность, т/га	Густота растений, шт./м ²	Масса зерна колоса, г
Омская 4 (стандарт)	4,45	154	1,49
Прииртышская	4,80	170	1,27
Прииртышская 2	5,18	165	1,52
Линия 26/16	4,78	164	1,28
Линия 53/17	5,49	162	1,75
Линия 42/18	5,24	172	1,53

Линия 43/18	5,42	161	1,87
Линия 43/19	5,41	204	1,41
Линия 45/19	5,79	156	1,83
Линия 46/19	5,55	172	1,70
Линия 47/19	5,59	162	1,73
Линия 48/19	5,56	180	1,67
Линия 50/19	5,35	183	1,64
НСР ₀₅	0,90	37,2	0,31

По массе зерна колоса у большинства номеров КСИ значения массы зерна колоса были выше, чем у стандартного сорта.

Расчёт показателей адаптивности показал, что незначительная изменчивость густоты растений проявилась только у линии 47/19 ($V = 9,9\%$) (табл. 2). У восьми образцов отмечен средний уровень вариации признака (11,6-19,8 %), а у четырёх – значительный ($> 20\%$).

По генетической гибкости ($(Y_{\min} + Y_{\max}) / 2$) выделяются линии 50/19 (198) и 43/19 (194). Лучшими по фактору стабильности (SF) оказались линия 47/19 (1,22) и 26/16 (1,24). По гомеостатичности нет равных линии 47/19 (Ном = 51,2). Селекционная ценность (Sc) выше у линий 48/19, 42/18, 47/19 и 26/16 (139-133), и эти же линии по сумме рангов (15-20) превосходят остальные образцы в опыте.

Таблица 2. Показатели адаптивности по густоте растений и их ранжирование, 2019-2021 гг.

Сорт, линия	V		$(Y_{\min} + Y_{\max}) / 2$		SF		Ном		Sc		Сумма рангов
	%	ранг	шт./м ²	ранг	шт./м ²	ранг	шт./м ²	ранг	шт./м ²	ранг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Омская 4	14,2	6	154	12	1,29	4	23,1	7	113	8	37
Прииртышская	23,9	10	176	5	1,60	9	8,8	12	106	10	46
Прииртышская2	14,2	6	163	8	1,36	6	23,2	6	121	5	31
Линия 26/16	11,6	2	159	11	1,24	2	41,4	2	133	3	20
Линия 53/17	12,0	3	160	10	1,34	5	28,8	5	121	5	28
Линия 42/18	12,3	4	171	6	1,28	3	33,4	3	134	2	18
Линия 43/18	19,8	8	167	7	1,42	7	14,0	9	113	8	39
Линия 43/19	24,2	11	194	2	1,60	9	9,5	11	128	4	37
Линия 45/19	15,6	7	150	13	1,34	5	22,8	8	116	7	40
Линия 46/19	20,7	9	178	4	1,47	8	12,2	10	117	6	37
Линия 47/19	9,9	1	162	9	1,22	1	51,2	1	133	3	15
Линия 48/19	12,8	5	181	3	1,29	4	30,5	4	139	1	17
Линия 50/19	31,1	12	198	1	1,68	10	5,8	13	109	9	45

Незначительная изменчивость массы зерна колоса отмечена у линии 42/18 ($V = 9,7 \%$) (табл. 3). У девяти номеров КСИ проявилась средняя изменчивость этого признака (11,8-19,3 %), а у трёх – значительная ($> 20 \%$).

Таблица 3. Показатели адаптивности по массе зерна колоса и их ранжирование, 2019-2021 гг.

Сорт, линия	V		$(Y_{\min} + Y_{\max}) / 2$		SF		Hom		Sc		Сумма рангов
	%	ранг	г	ранг	г	ранг	г	ранг	г	ранг	
Омская 4	12,1	4	1,48	10	1,24	2	38,5	3	1,20	6	25
Прииртышская	13,6	5	1,31	11	1,24	2	33,3	4	1,02	11	33
Прииртышская2	23,4	13	1,62	7	1,48	9	10,3	13	1,02	11	53
Линия 26/16	12,0	3	1,30	12	1,21	1	42,8	2	1,06	10	28
Линия 53/17	11,8	2	1,82	3	1,62	11	17,2	9	1,08	9	34
Линия 42/18	9,7	1	1,56	9	1,24	2	47,9	1	1,24	4	17
Линия 43/18	20,2	11	1,86	2	1,49	10	12,7	12	1,26	3	38
Линия 43/19	21,1	12	1,48	10	1,43	7	12,9	11	0,99	12	52
Линия 45/19	17,8	9	1,90	1	1,36	5	17,7	8	1,34	1	24
Линия 46/19	14,1	6	1,66	6	1,28	3	29,4	5	1,32	2	22
Линия 47/19	16,5	8	1,70	4	1,35	4	17,8	7	1,22	5	28
Линия 48/19	19,3	10	1,69	5	1,47	8	13,5	10	1,14	8	41
Линия 50/19	16,3	7	1,60	8	1,38	6	19,8	6	1,19	7	34

Высокой генетической гибкостью ($Y_{\min} + Y_{\max} / 2$) массы зерна колоса характеризовались линии 45/19 (1,90), 43/18 (1,86) и 53/17 (1,82). По фактору стабильности (SF) выделяются линии 26/16, 42/18, 46/19, сорта Омская 4 и Прииртышская (1,21-1,28). Гомеостатичность (Hom) была выше у линий 42/18 (47,9) и 26/16 (42,8), а селекционная ценность (Sc) – у линий 45/19 (1,34) и 46/19 (1,32).

При ранжировании значений показателей адаптивности для массы зерна колоса установлено, что лучшую сумму рангов имели линии 42/18, 46/19, 45/19 и сорт Омская 4 (17-25).

Заключение

Проведённая оценка адаптивности элементов структуры урожая (густота растений и масса зерна колоса) показала, что среди выделившихся образцов озимой пшеницы находятся наиболее урожайные номера КСИ: линии 45/19 (масса зерна колоса), 47/19 (густота растений), 48/19 (густота растений), 46/19 (масса зерна колоса). Линия 42/18 адаптивна по обоим признакам при среднем уровне урожайности. У линии 26/16 и сорта Омская 4 (наименее урожайные в опыте) отмечена адаптивность, соответственно, по густоте растений и массе зерна колоса.

В качестве исходного материала для селекции озимой пшеницы в регионе рекомендуются линии 45/19, 46/19, 47/19, 48/19 и 42/18.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рыбась И.А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур (обзор) // Сельскохозяйственная биология, 2016. Т. 51, № 5. С. 617-626. doi: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus
2. Трипутин В.М., Ковтуненко А.Н., Кашуба Ю.Н. Оценка урожайности образцов озимой мягкой пшеницы по параметрам экологической пластичности в условиях южной лесостепи Омской области // Зерновое хозяйство России. 2022. № 2. С. 7-11. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-7-11.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Альянс, 2014. 351 с.
4. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. 2005. № 6 С. 49-53.
5. Lewis D. Gene-environment interaction: A relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability // Heredity. - 1954 - Vol. 8. - P. 333-356.
6. Хангильдин В.В., Литвиненко Н.А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы // Научно-технический бюллетень ВСГИ. 1981. Вып. 1. С. 8-14.
7. Трипутин В.М., Ковтуненко А.Н., Кашуба Ю.Н. Характеристика перспективных по урожайности образцов озимой пшеницы // Вестник Алтайского ГАУ. 2021. № 1. С. 5-9.

ADAPTABILITY OF ELEMENTS OF THE CROP STRUCTURE OF WINTER WHEAT SAMPLES

V.M. Triputin, I.U.N. Kashuba, A.N. Kovtunenکو

FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk, e-mail: vtriputin@mail.ru

The data of assessing the adaptability of plant density and ear grain weight of the most productive winter wheat samples are presented. The research was carried out in 2019-2021 in the fields of the laboratory of selection of winter crops of the Omsk Agricultural Research Center.

Keywords: adaptability, winter wheat, crop structure.

УДК 635.21:631.811:631.559

ПРИМЕНЕНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИИ МИНИКЛУБНЕЙ ИЗ ПРОБИРОЧНЫХ РАСТЕНИЙ В ТЕПЛИЦАХ

А.И. Черемисин, канд. с.-х. наук,

З.А. Золотарева

ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, e-mail: biocentr@bk.ru

В статье представлены результаты изучения влияния биостимуляторов и микробиологических удобрений на рост, развитие

и продуктивность растений картофеля, полученных из пробирочной культуры in vitro в тепличных условиях. Полученные данные свидетельствуют об эффективности использования препаратов Эпин-Экстра и Мивал-Агро при размножении оздоровленного исходного материала по сортам Хозяюшка и Алена.

Ключевые слова: картофель, регуляторы роста, продуктивность.

Регуляторы роста, хотя и не обладают истребительным действием на возбудителей болезней, но стимулируют рострегулирующую и антистрессовую активность растений, повышает их сопротивляемость к болезням. К тому же они менее токсичны для теплокровных, дешевле в применении. В этом отношении наиболее используемыми и перспективными являются регуляторы роста: мивал-агро, эпин, циркон. Они относятся к числу новых регуляторов роста, не требующих больших затрат при обработке клубней и растений и одновременно улучшающих качество и продуктивность семенного картофеля [1-3].

Одной из основных задач в семеноводстве картофеля является быстрое размножение оздоровленного исходного материала. Эту проблему можно решить путем увеличения продуктивности пробирочных растений. Чем больше клубней будет получено от 1-го растения, тем выше коэффициент размножения. После получения оздоровленных исходных растений необходимо дальнейшее их размножение [4,5]. При этом задача состоит в быстром увеличении объёмов исходного материала с одновременным сохранением высокой потенциальной энергии роста и продуктивности, а также отсутствия патогенов.

Изучению наиболее распространенных регуляторов роста и биостимуляторов, таких как эпин и циркон посвящено много работ, как при выращивании растений в полевых условиях, так и в условиях вегетационных сооружений [6,7]. В тоже время имеются и другие препараты, об эффективности применения которых в литературе крайне мало данных, особенно в системе оригинального семеноводства картофеля при производстве оздоровленного исходного материала для сортов различных групп спелости.

Целью исследований является изучение воздействия комплекса биологически активных веществ на рост и развитие микрорастений, выращиваемых в закрытых теплицах для увеличения объёмов производства оздоровленного исходного материала с одновременным сохранением высокой потенциальной энергии роста и

продуктивности, а также исключением возможности вторичного заражения вирусными болезнями.

Исследования проводились в 2017-2018 гг. лаборатории семеноводства картофеля в закрытой теплице ФГБНУ «Омский АНЦ» на изолированной площадке лаборатории семеноводства картофеля. В опыте изучались следующие препараты: стимулятор антистрессового действия Эпин-Экстра, иммуностимулятор роста и болезнеустойчивости растений Циркон, универсальный кремнийорганический биостимулятор Мивал-Агро, Фитоспорин-М - живая споровая бактериальная культура *Bacillus subtilis* 26Д, препарат из солей гуминовых кислот природного происхождения Гумми, микробиологическое удобрение Байкал ЭМ на основе комплекса полезных микроорганизмов [8].

Материалом для проведения опытов является растения картофеля *in vitro*, оздоровленные, полученные методом культуры меристем, сорта селекции Омского АНЦ: раннеспелый Алена и среднеспелый Хозяюшка.

Опыт проводился в соответствии с методиками вегетационных исследований по культуре картофеля [9]. Применялись общепринятые агротехнические мероприятия для выращивания растений в условиях защищенного грунта. Подготовка сосудов к высадке растений: замена грунта (в опыте использовался заправленный макро- и микроудобрениями почвогрунт ЗАО «Пельгорское». Перед посадкой растений в сосуды вносился аммофос, 4 г/сосуд. Опыт закладывался в трех повторностях по 30 сосудов в каждом варианте. Подростшие на светоустановках микрорастения высаживались в 8-ти литровые сосуды в первой декаде июня, уборку проводили 10 сентября. В период вегетации по мере необходимости проводились поливы, прополка, рыхление грунта. Проведилась профилактическая обработка инсектицидами Бискай 0,05 л/га, Кинфос, 0,05 л/га и фунгицидами Ширма, 0,5 л/га, Браво, 0,4 л/га.

Первая обработка биопрепаратами проводилась опрыскиванием растений в фазу бутонизации, дозировка соответствовала рекомендованной производителем, последующие две обработки с интервалом 10 дней.

В результате проведенных исследований было установлено, что опрыскивание пробирочных растений стимуляторами роста в период бутонизации-цветения обеспечивает повышение выхода клубней с каждого сосуда на 20% по отношению к контролю. Средние показатели по сорту Хозяюшка представлены в таблице 1, где

наибольшее количество клубней наблюдалось при обработке растений препаратами Эпин-Экстра и Мивал-Агро, 12,0 и 12,3 шт./сосуд соответственно. Меньшее влияние на продуктивность оказал препарат Фитоспорин 10,0.

Таблица 1. Продуктивность растений картофеля сорт Хозяюшка

Препарат	Высота растений см.	Кол-во стеблей шт.	Масса ботвы г/куст	Кол-во клубней шт.	Масса клубн. г/сосуд
Контроль	39,0	3,5	156,0	9,5	95,4
Эпин-Экстра	50,5	4,0	199,1	12,0	110,7
Байкал-ЭМ	48,1	3,7	188,2	11,5	107,5
Гумми	46,0	3,8	183,0	11,1	105,9
Мивал-Агро	50,1	4,0	196,5	12,3	111,1
Фитоспорин	42,0	3,6	168,6	10,0	100,0
Циркон	46,3	3,8	185,4	11,1	102,4

Опрыскивание растений регуляторами роста способствовало увеличению вегетативной массы растений. Наибольшая (50,5 см.) высота растений отмечена в варианте с обработкой регулятором роста Эпин-Экстра, что на 11,5 см. больше контрольного варианта. Самая большая масса ботвы была отмечена при обработке Эпином-Экстра и Мивал-Агро 199,1 г./куст и 196,5 г./куст соответственно, что в среднем на 25% больше контрольного варианта. Аналогичные результаты по влиянию стимуляторов роста на развитие и накопление биомассы получены и по сорту Алена (табл.2).

Таблица 2. Продуктивность растений картофеля сорт Алена

Препарат	Высота растений см.	Кол-во стеблей шт.	Масса ботвы г/куст	Кол-во клубней шт.	Масса клубн. г/сосуд
Контроль	33,0	2,2	140,9	9,9	137,3
Эпин-Экстра	47,3	2,8	170,5	10,1	132,5
Байкал-ЭМ	45,2	2,7	168,8	10,7	137,8
Гумми	42,0	2,5	163,0	9,0	124,3
Мивал-Агро	48,5	2,8	175,3	10,3	139,6
Фитоспорин	39,2	2,3	155,6	8,7	129,5
Циркон	43,5	2,2	169,6	10,4	138,3

Раннеспелый сорт Алена уступает по выходу клубней на сосуд и приросту вегетативной массы сорту Хозяюшка, но превосходит по массе клубней. Сорт обладает способностью быстрее накапливать

урожай с преобладанием крупных клубней. По количеству клубней более 10 штук на сосуд можно выделить варианты с обработкой препаратами Байкал ЭМ, Циркон, Мивал-Агро. Наибольшая масса клубней получена также по указанным вариантам обработки растений.

Сравнивая эффективность изучаемых препаратов на сортах различной группы спелости можно выделить биостимуляторы Эпин-Экстра, Мивал-Агро, Байкал-ЭМ. На вариантах с обработкой указанными препаратами выход количества клубней с сосуда увеличился на 25-27% по отношению к контролю. Таким образом, на начальных этапах оригинального семеноводства наряду с известными приемами выращивания культуры, применение биостимуляторов является перспективным направлением, позволяющим повысить коэффициент размножения исходного материала и сохранить качество оздоровления растений картофеля.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Усков А.И. Воспроизводство оздоровленного исходного материала для семеноводства картофеля: 3. Размножение исходных растений // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 12. С.17-21.
2. Бобрик А.О. Эффективность применения биологически активных веществ в первичном семеноводстве картофеля. // Вопросы картофелеводства. ВНИИКС. М., 2001. С.289-292.
3. Влияние регуляторов роста на приживаемость и продуктивность пробирочных растений картофеля после их переноса в грунт теплицы / А.В. Кильчевский [и др.] // Новое в семеноводстве картофеля: материалы научно-практической конференции. Минск. 2000. С. 47-48.
4. Черемисин А.И., Якимова И.А., Елина А.М., Клинг А.П. Отзывчивость сортов картофеля на обработку микроудобрениями при выращивании растений в теплице // Вестник Омского государственного аграрного университета, 2021. № 4 (44). С.74-80.
5. Кирдей Т.А., Беляева Д.К. Регуляторы роста повышают урожай и качество клубней // Картофель и овощи. 2012. №3. С. 13.
6. Кравченко Д.В. Регуляторы роста увеличивают коэффициент размножения оздоровленного картофеля // Картофель и овощи. 2012. №3. С. 26-28.
7. Михалин С.Е. Применение биологически активных препаратов в оригинальном и элитном семеноводстве картофеля // Картофелеводство: материалы Международной научно-практической конференции «Современное состояние и перспективы развития селекции и семеноводства картофеля». М.: ВНИИКС. 2018. С.224-231.
8. Изучение влияния гуминового удобрения из торфа Гумистим и различных вариантов сосудов на рост растений оздоровленного картофеля / А.И. Манукян [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т.30. №10. С.69-70.
9. Методика исследований по культуре картофеля. ВНИИКС, М., 1967. 263с.

THE USE OF GROWTH REGULATORS FOR GROWING MINERALS FROM TEST TUBES IN GREENHOUSES

Cheremisin A.I., Zolotareva Z.A.

FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk, e-mail: biocentr@bk.ru

The article presents the results of the study of the influence of biostimulants and microbiological fertilizers on the growth, development and productivity of potato plants, which were from the in vitro test culture in greenhouse conditions. The data obtained indicate the effectiveness of the use of Epin-Exista and Mivall-Agro drugs during the propagation of healing source material in varieties of the Khozyayushka and Alena.

Key words: potatoes, growth regulators, productivity.

УДК 632.3:632.4:633.34(571.1)

ОЦЕНКА СОИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

О.А. Шмакова, кандидат с.-х. наук,

А.А. Нуяндина,

Л.В. Омелянюк, доктор с.-х. наук, доцент,

ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, e-mail: shmakova@anc55.ru

Представлены результаты оценки 69-ти селекционных образцов сои в естественных полевых условиях 2022 г. в южной лесостепи Омской области к болезням. Выявлены следующие заболевания сои: фузариоз и септориоз (59,2% от объема выборки), вирус морщинистой мозаики сои (17,7%).

Ключевые слова: соя, фузариоз, септориоз, патогены, восприимчивость.

По мнению ведущих ученых страны, современная стратегия развития сельского хозяйства заключается в сокращении до минимума влияния отрицательных воздействий на агросистему [1]. Зернобобовые культуры играют важную роль в развитии сельского хозяйства, они являются одним из основных источников полноценного растительного белка, помимо того являются отличным предшественником [2, 3].

Соя (*Glicine hispida* L.) – самая популярная зернобобовая и масличная культура в мире. В последние годы наметился повышенный спрос на соевое зерно и в России [4]. Наряду с традиционным Дальневосточным регионом она начала распространяться и в центральных регионах, краях и областях Европейской части страны, а также на юге Западной Сибири, Урала и на Алтае [3].

По данным Росстата за последние десять лет среднегодовой рост посевной площади сои в стране составил 13,4%, ее урожайности – 2,8%, а валового сбора – 17,3%. В 2021 году посевная площадь сои в России составила 3,08 тыс. га (в 2,5 раза больше уровня 2011 года), а урожайность – 15,7 ц/га (на 32% больше) [5].

Несмотря на рост объемов производства и урожайности, нельзя сказать, что рыночная ситуация с соей полностью безоблачна. Системным производством сои на территории страны много лет не занимались [5]. Объёмы производства этой культуры в России остаются крайне недостаточными для удовлетворения потребностей народного хозяйства в высокобелковом и масличном сырье, покрывая их всего на 20–30%. Поэтому продолжается импорт зерно и шротов сои из зарубежных стран, при этом учитывая обстановку в 2022 году, импорт становится проблематичным.

Урожайность сои все еще недостаточно высока и нестабильна в виду негативного воздействия абиотических и биотических факторов окружающей среды, что неблагоприятно сказывается на их семенной продуктивности. Важным элементом выбранной стратегии развития сельского хозяйства должно стать изучение восприимчивости современных сортов сои к комплексу заболеваний и селекция новых сортов, толерантных не только к неблагоприятным факторам окружающей среды, но и к различным болезням. Существенное негативное воздействие на успешное развитие и урожайность этой агрокультуры связано с восприимчивостью к различным заболеваниям, ввиду подверженности новых сортов комплексу патогенных микроорганизмов и недостаточной изученности самих патогенов [4].

Наиболее распространенными в южной лесостепи Западной Сибири заболеваниями являются корне-клубеньковые (фузариозные корневые гнили *Fusarium solani* (Mart.) Appel et Wr., *Fusarium oxysporum* Schlecht emend и корневые гнили сложной этиологии), листо-стеблевые болезни сои (вирусная мозаика сои *Bean yellow mosaic virus* (BYMV), антракноз *Colletotrichum pisi* Pat., аскохитоз *Ascohyta pisi* Lib., *Ascohyta pinodes* (Berk. Et Blox) Jones., септориоз *Septoria glycinis* Hemmi, бактериальный ожог (угловатая пятнистость) *Pseudomonas glycinea* Coerper (syn. *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea* (Coerper.) Young et al.) и др. [6].

Исходя из этого, целью наших исследований являлась оценка селекционных образцов сои на устойчивость к болезням в естественных полевых условиях.

Методика. Исследования проведены в 2022 году на селекционном поле лаборатории селекции зернобобовых культур ФГБНУ «Омский АНЦ». Предшественник озимые зерновые. Объектом для изучения служили 39 образцов сои из коллекционного питомника (дата посева 23 мая), а также 30 образцов из питомника экологического сортоиспытания лаборатории селекции зернобобовых культур (дата посева 18 мая).

Оценки пораженности зернобобовых культур возбудителями болезней в полевых условиях проводили по унифицированным шкалам согласно методическим указаниям ВИР (1976), ВИЗР (1990). Степень поражения оценивали по пятибалльной шкале, где 0 - отсутствие заболевания, 5 – поражено свыше 75% поверхности листьев [7, 8].

Первые наблюдения за проявлением болезней проводили в фазу первого тройчатого листа. В этот период развития растений проводят оценку на поражаемость фузариозной корневой гнилью и бактериозом. Поражаемость образцов определяли наличием инфекции на семядольных листьях. Последующие наблюдения на листьях проводили дважды – в период цветения и созревания семян. В условиях Западной Сибири для этих фаз развития растений характерно проявление септориоза, ржавчины, аскохитоза, антракноза и других заболеваний.

Агрометеорологические условия с мая по июль 2022 года были неблагоприятными для роста и развития агрокультуры из-за контраста температур и динамики поступления атмосферной влаги (рис. 1), а также – практически полного отсутствия атмосферных осадков в отдельные декады летних месяцев. Так, например, за 2 декаду июня выпало 4 мм осадков (25% от среднегодового значения), за 1 декаду июля – 7,7 мм (45,3%).

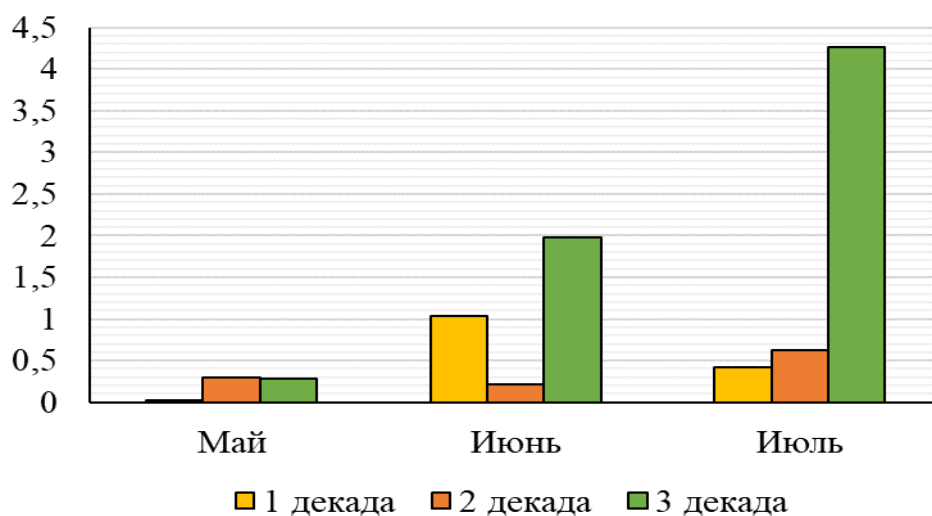


Рисунок 1 – Гидротермическое обеспечение посевов сои (ГТК), май – июль 2022 г.

Результаты исследований. Наиболее подвержены заболеванию фузариозом были всходы сои (семядоли и корни) (рис. 2). Но возможно поражение и взрослых растений (корневые гнили, загнивание семян и бобов). Возбудителями фузариоза являются грибы рода *Fusarium*, которые долго сохраняются в почве и на растительных остатках. А также инфекция может сохраняться на семенах. Корневая гниль и увядание приводят к изреживанию всходов, уменьшению густоты посевов, вследствие чего могут сокращать урожайность культуры на 30-32% и снижать содержание белка в зерне на 5-7% [6, 9].



Рисунок 2 – Поражение корневой системы сои фузариозной гнилью – сорт Бара (Краснодар) в фазу первого тройчатого листа, (фото Нуяндиной А.А.)

В нашем опыте в условиях 2022 г. фузариозная корневая гниль со степенью проявления до 3 баллов, что соответствует слабой степени интенсивности развития болезни, выявлена на образцах сои Бара, Зуша, Белгородская 8 (Россия), РАН-288 (Польша), MON-21 (США) и других.

Ржавой пятнистостью (септориозом) поражаются различные сорта сои (рис. 3). Развитие болезни начинается с нижних листьев. Возбудителем заболевания являются грибы вида *Septoria glycines* Hemmi. Гриб зимует в форме пикнид на растительных остатках и в форме грибницы в семенах. Весной фитопатоген поражает семядоли. С них инфекция переходит на листья, стебли и плоды (бобы). Болезнь вызывает у растений преждевременное усыхание и опадание листьев, что нарушает протекание физиологических процессов, приводит к снижению урожайности и ухудшению технических качеств зерна [6, 1].



Рисунок 3 – Поражение листовой пластинки септориозом – сорт Shirofusa (Япония) в фазу цветения (фото Нуяндиной А.А.)

Растения с признаками септориоза отмечены у следующих образцов Белгородская 8, Нордик 3 (Россия), Волма (Беларусь), Shirofusa (Япония), Gai (Польша) и другие со степенью поражения до 3 баллов.

Часто в посевах встречается вирусная мозаика сои. Проявляется болезнь на всходах в виде шероховатых семядолей с светлыми и темными пятнами. Позднее развивается мозаика, морщинистость, пузырчатость, задерживается развитие растений (рис. 4). Возбудителем болезни является вирус *Bean yellow mosaic virus (BYMV)* [6]. Источником инфекции вируса являются зараженный семенной материал, а переносчиком – соевая тля, ареал обитания которой охватывает Китай, Дальний Восток и часть Европы [10].

Вирус мозаики вызывает повышенную кустистость растений, снижая число бобов, семян и их массу и как следствие – урожайность. По данным Л.Ф. Ашмариной, число бобов на одном растении может снижаться на 70,5%, семян на 67,2%, масса семян – на 62,7% [6].



Рисунок 4 – Поражение листовой пластинки растений сои вирусом мозаики – сорт Евгения (Амурская обл.) (фото Нуяндиной А.А.)

Признаки вирусной мозаики сои обнаружены на образцах Амурская 21/13, Евгения (Россия), Vilmorin (Франция), Aldana (Польша).

Выводы. Оценка сои в естественных полевых условиях на восприимчивость к грибным и вирусным инфекциям показала, что в 2022 г. образцы наиболее часто поражались фузариозом и септориозом (59,2% от объема выборки). Вирус морщинистой мозаики отмечен на образцах из Амурской области, Польши, Франции (17,7%).

Таким образом, подтверждено, что зараженные семена могут быть источником заболеваний сои.

Необходимо тщательно соблюдать мероприятия профилактического и агротехнического характера (отбор устойчивых к патогенам сортов, обеззараживание семян перед посевом, уничтожение растительных остатков и т.д.) для сдерживания распространения ряда заболеваний в посевах сои.

Работа по изучению динамики проявления и распространения болезней, оценка восприимчивости к ним селекционного и коллекционного материала сои будет продолжена.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Источники устойчивости сельскохозяйственных культур к болезням в Западной Сибири: науч.-тех. бюл. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. СибНИИСХ. 2016. Вып.6. 44 с.
2. Антонов С.И. Соя – универсальная культура // Земледелие. 2000. №1. С. 15.
3. Вавилов П.П., Посыпанов Г.С. Роль бобовых культур в решении проблемы растительного белка. М., 1980. 21 с.
4. ГОСТ 12044 – 93. Межгосударственный стандарт. Семена сельскохозяйственных культур / Методы определения зараженности болезнями. Москва: Стандартинформ, 2011. 55 с.
5. Непомнящих Е.К. Соя становится экспортным приоритетом // Вестник агропромышленного комплекса, 2021. № 4. С. 13.
6. Фитосанитарная ситуация в агроценозах кормовых культур в лесостепи Западной Сибири / Л.Ф. Ашмарина, З.В. Агаркова, Н.М. Коняева, И.М. Горобей, Н.В. Давыдова, Е.В. Казанцева. М., 2015. 4 с.
7. Методические указания по изучению устойчивости зерновых бобовых культур к болезням. Л.: ВИР, 1976. 74 с.
8. Методические указания по диагностике фитофторозов, корневых гнилей и увядания бобовых культур. Л.: ВИЗР, 1990. 27 с.
9. Сичкарь В.И., Ганжело О.И. Болезни сои и селекция устойчивых сортов // Масличные культуры, 2006. №5. С. 33-34.

10. Alleman R.J. Soybean aphid host range and virus transmission efficiency / R.J. Alleman, C. Grau & D.B. Hogg. // In Proc. Wisconsin Fertilizer Aglime Pest Management Conf. University of Wisconsin Extension. Madison, Wisconsin. 2013. С. 41-47.

EVALUATION OF SOYBEANS FOR DISEASE RESISTANCE IN THE CONDITIONS OF THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA

O.A. Shmakova, A.A. Nuyandina, L.V. Omelianyuk

FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk, e-mail: shmakova@anc55.ru

The results of evaluation of 69 soybean breeding samples in natural field conditions in 2022 in the southern forest-steppe of the Omsk region for diseases are presented. The following soybean diseases were identified: fusarium and septoria (59.2% of the sample), soybean wrinkled mosaic virus (17.7%).

Keywords: soy, fusarium, septoria, pathogens, susceptibility.

УДК 633.13:575.1

ЗЕРНОУКОСНЫЕ СОРТА ОВСА СЕЛЕКЦИИ ОМСКОГО АГРАРНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА

О.А. Юсова, кандидат с.-х. наук,

П.Н. Николаев, кандидат с.-х. наук,

С.В. Васюкевич, кандидат с.-х. наук

ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, e-mail: yusova@anc55.ru

Представлены данные исследований фотосинтетической активности и продуктивности зерноукосных сортов овса Иртыш 33 и Иртыш 34, стандартом в исследованиях выступал сорт Иртыш 22. Благодаря высокой фотосинтетической активности, сорта Иртыш 33 и Иртыш 34 характеризовались повышенной урожайностью и белковостью зеленой массы. Также отмечено повышенное качество зерна данных сортов по содержанию белка, крахмала и сырого жира.

Ключевые слова: овес, сорт, зеленая масса, зерно, качество.

Овес — ценная зерновая культура, возделываемая на зернофуражные и кормовые цели. Значительная роль в повышении продуктивности животных принадлежит зеленому корму, используемому как в летний период, так и в качестве консервированного корма в смеси с зернобобовыми в виде сенажа, силоса и травяной муки. Важнейшей задачей селекционной работы является создание урожайных сортов, устойчивых к действию

абиотических и биотических стрессов в конкретных природно-климатических условиях [1].

Создание сортов для специфических условий Западной Сибири является перспективной задачей селекции. СОРТУ, как динамической биологической системе, принадлежит одно из главных мест в решении проблемы роста урожайности сельскохозяйственных растений и повышения качества продукции.

Задачи прикладных исследований и селекционно-семеноводческих работ с культурой овса в Омском аграрном научном центре включают основные вопросы создания сортов, адаптированных к жестким условиям различных зон Западной Сибири [2, 3] по следующим признакам:

- создание сортов различных групп спелости;
- создание сортов зернокармального, кармального и крупяного назначения;
- создание сортов, устойчивых к засухе, полеганию и основным заболеваниям;
- создание сортов с высоким качеством зерна и зеленой массы, отвечающих зональным агротехнологиям возделывания.

В данной статье представлена характеристика сортов овса зернокармального направления селекции Омского АНЦ.

Определение биохимических показателей проводили с использованием современных и традиционных методов и технологий. Содержание азота в зерне определяли на автоматическом анализаторе “KjeltekAuto 1030 Analyzer”[4]. Содержание сырого жира определяли в аппарате Сокслета по разности обезжиренного и не обезжиренного остатка, содержание крахмала в зерне – поляриметрическим методом [5]. Математическая обработка данных проведена по пособию Б.А. Доспехова [6] в приложении Excel для ПК. Для оценки фотосинтетической активности овса рассчитаны площадь листьев [7] и фотосинтетический потенциал (ФП) [8].

Ниже приведена характеристика сортов овса зернокармального направления.

Иртыш 22 (разновидность мутика). Сорт среднеспелый, вегетационный период составляет 81-88 суток. Метелка полусжатая (21-24 см), при созревании почти не поникает, светло-желтая. Озерненность метелки в среднем составляет 64 зерна. Зерно длиннопленчатого типа, белое, среднеспленчатое (27,4 %), среднелазное. Масса 1000 зерен в среднем 39,4 г. Заключение зерен

в пленках полуоткрытое, относительно прочное. Остистость зерна средняя, до 20% колосков. Ости слабо выражены, слегка изогнуты, желтой окраски. Сорт устойчив к полеганию за счет большего диаметра стебля и междоузлий. Засухоустойчивость средняя.

Сорт характеризуется высокой продуктивностью как зеленой массы (от 24,2 до 50,8 т/га), так и зерна 3,18 т/га. Содержание белка, в среднем, составляет 9,66...10,30%; крахмала - от 39,21 до 47,12 %; 3,57% сырого жира - 2,87... 4,76%; пленчатость зерна варьирует от 21,20 до 35,05%; натура зерна – 420 г/л.

Сорт включен в Госреестр РФ с 2009 г. и допущен к использованию в Уральском (9) и Западно-Сибирском (10) регионах. Патент № 4502, зарегистрирован в Государственном реестре селекционных достижений РФ 20.01.2009 г.

Иртыш 33 (разновидность мутика). Сорт среднеспелый, вегетационный период составляет 83-87 суток. Метелка полусжатая, длина очень большая (21-24 см), при созревании немного поникает, светло-желтая. Озерненность метелки в среднем составляет 64 зерна. Зерно длиннопленчатого типа, белое, среднеспелое (26,5%), среднекрупное. Масса 1000 зерен в среднем составляет 40,1 г. Заключение зерен в пленках полуоткрытое, относительно прочное. Остистость средняя, до 20% колосков. Ости слабо выражены, слегка изогнуты, желтой окраски.

Иртыш 34. Сорт с 2021 г. находится в государственном сортоиспытании в Уральском (9), Западно-Сибирском (10) и Восточно-Сибирском (11) регионах РФ.

Сорт позднеспелый (79-90 суток), высота растений 85-117 см.

Сорт практически устойчив к поражению головневыми заболеваниями (меньше 10%) и ржавчиной (до 20%).

Иртыш 34 обеспечил в условиях подтаёжной зоны среднюю урожайность зерна на уровне 4,12 т/га, что на 0,40 т/га, выше, чем у стандарта Орион. В условиях южной лесостепи урожайность зерна нового сорта составила 6,02 т/га (+0,70 т/га к стандарту). По урожайности зелёной массы в условиях подтаёжной зоны в среднем за три года прибавка к сорту Иртыш 22 составила +4,20 т/га.

Сорта овса Иртыш 33 и Иртыш 34 относятся к сортам зерноукосного направления, которые характеризуются повышенной урожайностью и питательностью как зеленой массы растений, так и зерна.

Одним из основных показателей фотосинтетической деятельности растений, определяющих урожайность, является общая

ассимиляционная поверхность растения. Площадь листовой поверхности служит также индикатором засухоустойчивости сорта.

По данному показателю новые сорта Иртыш 33 и Иртыш 34 имели достоверное превышение (+44,8 и 40,7 см²/раст. к st. соответственно), что обусловило увеличение фотосинтетического потенциала данных сортов (+0,9 и +1,0 м²×сут./раст. к st.), табл.1. Интенсивное накопление сухой биомассы растениями новых сортов (+0,5 и 0,6 г/раст.) послужило причиной значительной прибавки по показателю чистой продуктивности фотосинтеза (которая характеризует динамику накопления биологического урожая), что составило +0,005 и 0,006 г×см²/раст. к st.).

Таблица 1. Оценка фотосинтетической активности сортов овса зерноукосного направления, в среднем за 2019-2021 гг.

Сорт	Общая ассимиляционная поверхность, см ² /раст.	Накопление сухой биомассы, г/раст.	Фотосинтетический потенциал, м ² ×сут./раст.	Чистая продуктивность фотосинтеза, г×см ² /раст.
Иртыш 22, st.	118,0	4,3	8,5	0,009
Иртыш 34	162,8	4,8	9,5	0,014
Иртыш 33	158,7	4,9	9,4	0,015
НСР ₀₅	15,4	0,6	0,4	0,001

Благодаря высокой фотосинтетической активности, сорта Иртыш 33 и Иртыш 34 сформировали повышенную урожайность зеленой массы (+2,4 и +2,9 т/га к st.). Отмечено повышенное содержание белка в зеленой массе данных сортов (+0,7 и +0,6 % к st. по массовой доле белка; - 0,7 и - 0,6 к st. по массовой доле клетчатки), табл. 2.

Таблица 2. Оценка урожайности и качества сортов овса зерноукосного направления, в среднем за 2019-2021 гг.

Сорт	Зеленая масса			Зерно		
	Массовая доля белка, %	Массовая доля клетчатки, %	Урожайность, т/га	Массовая доля белка, %	Массовая доля крахмала, %	Массовая доля сырого жира, %
Иртыш 22, st.	12,2	33,3	42,5	9,7	42,0	3,2
Иртыш 34	12,9	33,0	44,9	12,0	44,8	4,1
Иртыш 33	12,8	33,4	45,4	11,6	44,9	4,3
НСР ₀₅	0,5	0,3	1,2	0,9	1,5	0,5

Биохимический анализ зерна показал, что новые перспективные сорта зерноукосного направления Иртыш 33 и Иртыш 34 формировали также повышенное содержание в зерне белка (+2,3 и 1,9% к st.), крахмала (+2,8 и 2,9% к st.) и сырого жира (+0,9 и 1,1% к st.).

Таким образом, новые сорта зерноукосного направления Иртыш 33 и Иртыш 34 являются весьма перспективными, и будут пользоваться спросом у сельхозтоваропроизводителей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кардашина В.Е., Николаева Л.С. Зависимость продуктивности зерноукосных сортов овса от природно-климатических условий // Главный агроном. 2018. №8. С. 8.
2. Changes in oat grain yield and quality with increased adaptability of cultivars /Nikolaev P.N.[et al.]// Proceedings on applied botany, genetics and breeding. – 2020. - № 181(2). - P. 42-49. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-2-42-49.
3. Адаптивный потенциал сортов овса селекции Омского аграрного научного центра / П.Н. Николаев и др. // Вестник НГАУ. – 2019. –№ 1 (50). – С. 42-51. DOI: 10.31677/2072-6724-2019-50-1-42-51.
4. Плешков Б.В. Практикум по биохимии растений / 3-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 255с.
5. Методические рекомендации по оценке качества зерна в процессе селекции. Харьков, 1982. 56 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов) / Издание 5-е, дополненное и переработанное. М.: “Колос”, 1979. 416 с.
7. Аникеев В.В., Кутузов Ф.Ф. Новый способ определения площади листовой поверхности у злаков // Физиология растений. 1961. Т.8. Вып. 3.
8. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. / М.: Изд-во АН СССР, 1965. 170 с.

GRAIN HARVEST VARIETIES OF OAT BREEDDED BY THE OMSK AGRICULTURAL SCIENTIFIC CENTER

O.A. Yusova, P.N. Nikolaev, S.V. Vasyukevich

FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk, e-mail: yusova@anc55.ru

The data of studies of photosynthetic activity and productivity of grain-cut oat varieties Irtysh 33 and Irtysh 34 are presented, the Irtysh 22 variety was the standard in the studies. Due to the high photosynthetic activity, the varieties Irtysh 33 and Irtysh 34 were characterized by increased yield and protein content of green mass. Also, an increased quality of grain of these varieties was noted in terms of protein, starch and crude fat content.

Key words: *oats, variety, green mass, grain, quality.*

УДК 631.316:631.51:631.559

РАЗНОГЛУБИННАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ В ЗАСУШЛИВЫХ РЕГИОНАХ

Р.В. Даманский,

М.С. Чекусов, кандидат техн. наук,

Е.М. Михальцов, кандидат техн. наук

ФГБНУ «Омский АНЦ», Омск, e-mail: damanskiy@anc.ru

В статье рассмотрена обработки почвы, подверженной ветровой эрозии в засушливых регионах. Установлено, что для накопления и сохранения влаги в почве необходимо оптимизировать технологию подготовки почвы. Описано влияние плотности почвы на развитие корневой системы культур и урожайность. Для высоких показателей урожайности используют культивацию при посеве и глубокое рыхление с сохранением стерни на поверхности поля. Представлены графики зависимости урожайности от глубины обработки почвы и содержания влаги. Приведено заключение о выполненном анализе агротехнологий механизированной разноглубинной обработки почвы в условиях ветровой эрозии.

Ключевые слова: дефляция почвы; урожайность, чизелевание.

Введение

В засушливых климатических зонах, где в период вегетации зерновых культур преобладает ветровая эрозия почвы и сравнительно малая часть осадков, возникает необходимость в подборе и оптимизации технологий обработки почв с целью наибольшего накопления и сохранения влаги в предпосевную подготовку [1]. Недостаток влаги в почве существенно сдерживает сроки появления всходов культурных растений. Чрезмерное уплотнение пахотного и подпахотного слоёв почвы ($1,25 - 1,35 \text{ г/см}^3$), препятствует стабильному развитию корневой системы выращиваемых культур, и как следствие, приводит к низкой урожайности [1,2]. Указанные факторы негативно отражаются на сроках уборочной кампании, что влияет на экономическую составляющую АПК в отрасли растениеводства.

Материалы и методы исследования

Для решения задачи разуплотнения плодородного слоя

существуют основные способы обработки почвы, целью которых является накопление и сохранение влаги в почве в засушливых регионах, применяются [3]:

- обработка почвы с сохранением стерни на поверхности поля до 70 – 75% (снегозадержание в зимний период и защита от ветровой эрозии почвы в весенний период);

- культивация почвы для предпосевной обработки с целью защиты от сорных растений;

- глубокое безотвальное рыхление почвы на глубину до 30 – 35 см (структурирование почвы для эффекта пористости, что увеличивает накопление влаги).

С целью повышения урожайности зерновых культур и экономической эффективности одного из основных сегментов АПК, в области растениеводства, проведены исследования оптимизации технологий разноглубинной обработки почвы [1,4].

Проведенными ранее исследованиями [1,4,5] установлено, что технологический процесс глубокого безотвального рыхления почвы позволяет проводить рыхление на глубину до 30-35 см. При этом сохранение стерни на поверхности поля до 70 – 75%, что предотвращает процесс дефляции почвы. Таким образом, обеспечивается необходимая структура почвы, придавая ей пористость, что способствует большему накоплению влаги.

При культивации почвы подрезание корневой системы сорных растений предотвращает засоренность выращиваемых культур. Согласно исследованиям, при использовании этой технологии наблюдается снижение энергозатрат до 18% [6].

Согласно зависимости средней относительной урожайности u выращиваемых культур в условиях западной Сибири (Рис.1), больший показатель относится к технологии, при которой глубина обработки почвы более 25 см.



Рисунок 1 – Зависимость урожайности зерновых культур от глубины обработки почвы

С целью окультуривания и рыхления почвы, для изменения её физико-механической структуры, применяется процесс чизелевание. Этот вид глубокой обработки почвы предназначен для сплошного рыхления на глубину 22 - 40 см. При этом оборота верхнего пласта не происходит. Данный процесс применяется для следующих видов почв:

- паровой грунт;
- подзолистый грунт;
- засоленная, малоплодородная почва.

Согласно проведённым исследованиям [7] установлено, что при чизелевании происходит разрушение глыбистости и образование пористой структуры почвы. Таким образом, происходит большее накопление влаги в почве (Рис.1).

Результаты исследования

Согласно зависимости содержания влаги от плотности почвы (Рис.3), на черноземных с плотностью $\rho = 1,4 \text{ г/см}^3$ целесообразно применить чизелевание для разуплотнения грунта на глубину до 37 см [6,7].

Чрезмерное уплотнение пахотного и подпахотного слоёв почвы, плотность которых составляет $1,25 - 1,35 \text{ г/см}^3$, препятствует стабильному росту культур.

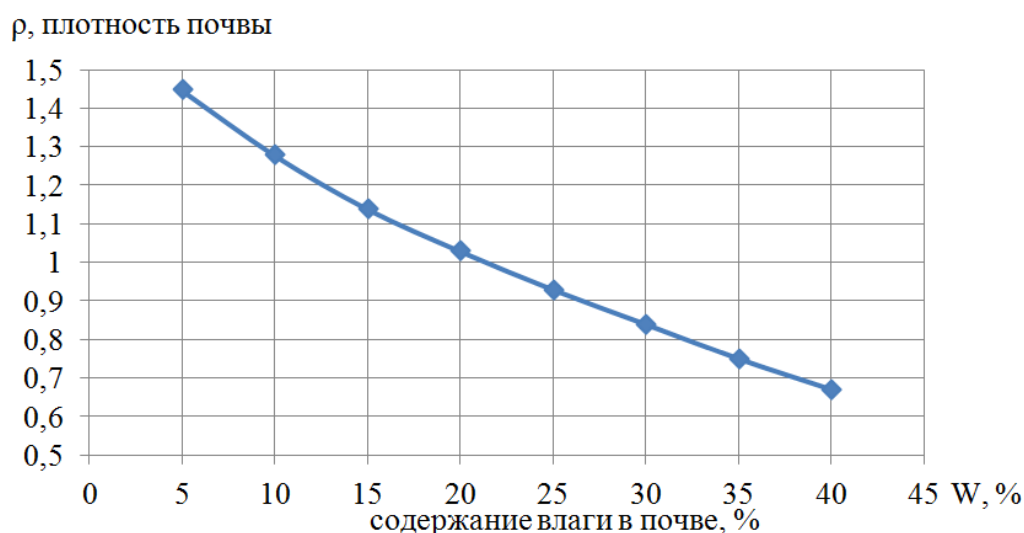


Рисунок 2 – Зависимость содержания влаги от плотности почвы

Сравнительная оценка механизированной обработки почвы чизельным рабочим органом относительно безотвальной обработки почвы показала [1,3]:

- снижение гребнистости почвы на 40%;

- снижение глыбистости почвы на 75%.

При чизелевании на глубину до 40 см на сравнительно высоких склонах грунта (3 – 5°), снижение смыва почвы составляет 25 – 35% [13].

Следует отметить, что дальнейшие исследования оптимизации технологического процесса разноглубинной обработки почвы могут быть направлены на снижение нагрузки на МТП, и как следствие снижение эксплуатационных затрат на сельскохозяйственные машины, и их времени простоя [8,9,10].

Заключение

1. Глубокое безотвальное рыхление почвы до 35 см придаёт способность почвы к накоплению влаги системой капилляров и насыщению кислородом.

2. Черноземный вид почвы (плотность $\rho = 1,4 \text{ г/см}^3$), целесообразно применить чизелевание на глубину до 37 см для разуплотнения грунта.

3. Глубокое рыхление почвы с сохранением стерневого фона до 70-75% способствует защиты от дефляции почвы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Совершенствование орудий для влагосберегающей обработки почв / В.В. Мяло, Е.В. Демчук, А.С. Союнов, Д.А. Голованов // Каталог научных и инновационных разработок ФГБОУ ВО Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина: сборник материалов по итогам научно-исследовательской деятельности. Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2021. С. 649-652.

2. Михальцов Е.М., Даманский Р.В., Шмидт А.Н. О целесообразности апробации системы точного земледелия в условиях опытно-производственных хозяйств // Информационные технологии, системы и приборы в АПК АГРОИНФО-2021: материалы 8-й Международной научно-практической конференции (Краснообск, 21–22 октября 2021 года). Краснообск, 2021. С. 304-306. – DOI 10.26898/agroinfo-2021-304-305.

3. Формирование технологических условий орудий для разуплотнения почвы / Р.В. Даманский, М.С. Чекусов, А.А. Кем [и др.] // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2022. № 2(46). С. 138-144. DOI 10.48136/2222-0364_2022_2_138.

4. Возделывание пшеницы в зависимости от способа посева и внесения азотных удобрений / М.С. Чекусов, А.А. Кем, Е.М. Михальцов, Р.В. Даманский // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 1. С. 90-99. DOI 10.26898/0370-8799-2022-1-10.

5. Механизация растениеводства / В.В. Мяло [и др.]. Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2016. 169 с.
6. Методы снегозадержания, технология и орудия / И. Р. Тухбатулин, Д. В. Харченко, А. Ю. Филоненко, В. В. Мяло // Роль научно-исследовательской работы обучающихся в развитии АПК: сборник III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции (Омск, 10 февраля 2022 года). Омск. 2022. С. 145-150.
7. Мяло В.В., Мяло О.В., Демчук Е.В. Обоснование основных параметров рабочего органа культиватора для сплошной обработки почвы // Каталог научных и инновационных разработок ФГБОУ ВО Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина: сборник материалов по итогам научно-исследовательской деятельности. Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2021. С. 362-365.
8. Михальцов Е.М., Даманский Р.В. О повышении эффективности эксплуатации тракторов в сельском хозяйстве // Перспективные технологии в аграрном производстве: человек, "цифра", окружающая среда (AgroProd 2021): материалы международной научно-практической конференции (Омск, 28 июля 2021 года). Омск, 2021. С. 317-321.
9. Даманский Р.В., Керученко Л.С., Немцев А.Е. Исследование параметров износа уплотняющего пояса запорного конуса иглы распылителя форсунки ФД-22 при работе на дизельном топливе с добавкой // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2020. № 4(40). С. 118-124.
10. Керученко Л.С., Веретено И.В., Даманский Р.В. Факторы, определяющие износ запорного сопряжения распылителя форсунки дизельного двигателя // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2016. № 2(22). С. 222-227.

MULTIPLE SOIL TREATMENT IN DRY REGIONS

R.V. Damanskij, M.S. Chekusov, E.M. Mikhaltsov

FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk, e-mail: damanskij@anc.ru

The article deals with soil cultivation in arid regions. It has been established that for the accumulation and preservation of moisture in the soil, it is necessary to optimize the technology of soil preparation. The influence of soil density on the development of the root system of crops and productivity is described. Graphs of the dependence of yield on the depth of tillage and moisture content are presented. The conclusion is given on the analysis of agricultural technologies for mechanized mid-depth tillage in conditions of wind erosion.

Key words: soil deflation; yield, chiselling.

КОМБИНИРОВАННЫЙ СОШНИК ДЛЯ ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ И ПОСЛОЙНОГО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

А.А. Кем, кандидат техн. наук,
ФГБНУ "Омский АНЦ", г. Омск, e-mail: kem@anc55.ru

В статье представлены данные по равномерности глубины заделки семян и полевой всхожести мягкой яровой пшеницы при посеве новым комбинированным сошником в сравнении с серийным сеялкой СКП 2.1. Результаты проведенных исследований показали, что коэффициент вариации, при посеве серийным сошником составил 5,95%, экспериментальным 4,13%. Полевая всхожесть на контроле при посеве без удобрения составила на серийной сеялке 66,22%, а при использовании комбинированного сошника выросла до 72,66% или на 10%.

Ключевые слова: сеялка, сошник, семена, удобрения, глубина заделки, площадь питания.

При посеве сельскохозяйственных культур, главными условиями для получения дружных качественных всходов являются создание оптимальной площади питания семян, исходя из складывающихся условий погоды текущего года, с заделкой семян во влажную почву. В настоящее время применяют следующие способы посева: обычный рядовой, узкорядный, разбросной (посев без междурядий), перекрестный или полосно-разбросной (полосной) [1,2].

Для лесостепной и степной зоны Омской области наиболее эффективными являются использование стерневых сеялок, которые могут осуществлять посев без предварительной обработки почвы с одновременным внесением минеральных удобрений и последующим прикатыванием. Объединение этих операций приводит к уменьшению уплотнения почвы, сохраняет структуру почвы, предотвращает эрозию, снижает потери влаги [3,4,5].

Важнейшей задачей земледелия является всемерное повышение урожайности зерновых культур, особенно это относится к зонам с недостаточным увлажнением и проявлением ветровой эрозии почв, в которые входит Омская область. Для получения планируемого урожая зерновых культур с использованием основной дозы минеральных удобрений, назрела необходимость перехода к более прогрессивным

технологиям внесения удобрений. Наиболее перспективным и эффективным способом внесения удобрений является локальное припосевное внесение основной дозы минеральных удобрений в сторону и глубже семян с почвенной прослойкой между ними. Оно имеет большое преимущество перед локально допосевным, в том, что позволяет более точно фиксировать расположение удобрений относительно семян, полнее обеспечивать растения необходимым питанием на весь период вегетации из очагов удобрений повышенной концентрации, что в конечном итоге повышает окупаемость удобрений [6,7,8].

Несмотря на все преимущества локального припосевого способа внесения основной дозы минеральных удобрений, он пока реализуется не в полной мере из-за отсутствия работоспособной конструкции комбинированного сошника, способного выполнять указанную операцию. Проведенный патентный поиск показал, что для осуществления локального припосевого разноуровневого посева и внесения удобрений можно осуществить комбинированным сошником, на который получен патент на полезную модель.

В связи с этим была поставлена **цель исследований** разработать сошник для подпочвенно-разбросного посева и послойного внесения удобрений, провести сравнительные исследования по равномерности глубины заделки и полевой всхожести семян мягкой яровой пшеницы новыми комбинированными и серийными сошниками.

Для исследования вопроса, влияния способов внесения минеральных удобрений на урожайность и качества зерна на опытном поле ФГБНУ «Омский АНЦ» были заложены опыты. Сравнивались два посевных агрегата серийная сеялка СКП-2.1 и переоборудованная комбинированными сошниками для разноуровневого внесения минеральных удобрений сеялка СКП-2.1М.

Удобрения аммиачная селитра вносилась одновременно с посевом на контрольном варианте сеялкой с серийным сошником в один почвенный горизонт с семенами, и на опытных делянках переоборудованной сеялкой СКП-2,1 экспериментальными комбинированными сошниками, обеспечивающими разноглубинное внесение удобрений и посев. Норма внесения удобрений на обоих вариантах была 100, 150 и 200 кг/га. При проведении исследований испытывалась пшеница яровая Омская 36. Глубина посева на обоих сеялках устанавливалась 5см. В целом, методика закладки и условия проведения полевого агротехнического опыта проводилась на основе

ОСТ 70.5.1-2000 «Машины посевные. Программа и методы испытаний» [9,10].

Результаты лабораторно – полевых исследований по определению глубины заделки семян по этилированной части растений приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты глубины заделки семян

Показатели	Серийная сеялка СКП-2,1	Модернизированная сеялка СКП-2,1М
Средняя глубины заделки, см	4,42	5,40
Среднеквадратическое отклонение, см.	0,382	0,482
Коэффициент вариации V, %	5,95	4,13
Ошибка средней выборки Р, см	0,088	0,068
Относительная ошибка средней выборки Р, %	6,4	2,14

Результаты полевой всхожести яровой пшеницы в зависимости от способа и нормы внесения минеральных удобрений приведены в таблице 2.

Таблица 2. Густота всходов (шт./м²) растений яровой пшеницы в зависимости от способа и нормы внесения минеральных удобрений

Вариант	Серийная сеялка СКП-2,1		Модернизированная сеялка СКП-2,1М	
	количество стеблей, шт./м ²	полевая всхожесть, %	количество стеблей, шт./м ²	полевая всхожесть, %
Контроль	298	66,22	327	72,66
Аммиачная селитра 100 кг/га	311	69,11	328	72,88
Аммиачная селитра 150 кг/га	320	71,11	337	74,88
Аммиачная селитра 200 кг/га	307	68,22	333	74,00

Из полученных результатов видно, что полевая всхожесть на контроле при посеве без удобрения составила на серийной сеялке 66,22%, а при использовании комбинированного выросла до 72,66%. Наибольшая полевая всхожесть была получена по обоим способам

внесения при норме 150 кг/га аммиачной селитры соответственно 71,11% на серийной сеялке и 74,88% на модернизированной.

Выводы. Получен патент на полезную модель № 192762 РФ. Комбинированный сошник для разноуровневого посева семян и внесения удобрений.

Была модернизирована серийная сеялка СКП-2,1 новыми комбинированными сошниками, проведенные исследования показали, что коэффициент вариации по равномерности глубины посева, серийным сошником составил 5,95%, экспериментальным 4,13%. Полевая всхожесть на контроле при посеве без удобрения составила на серийной сеялке 66,22%, а при использовании комбинированного сошника 72,66%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Юшкевич Л.В. Ресурсосберегающая система обработки и плодородие чернозёмных почв при интенсификации возделывания зерновых культур в южной лесостепи Западной Сибири: дис.. д - ра с.- х. наук. Омск, 2001. 490с.

2. Механизация процессов селекции, земледелия и растениеводства: монография / В.А. Домрачев, А.А. Кем [и др.]. Омск: Издательство ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П.А. Столыпина, 2011. 190 с.

3. Кем А.А. Влияние способов посева на продуктивность сельскохозяйственных культур / А.А. Кем [и др.]. // Проблемы научно-технологической модернизации сельского хозяйства: производство, менеджмент, экономика: сб. трудов международной науч.-практ. конф. обучающихся в магистратуре (19 декабря 2014 г.). - Омск: Изд-во ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П.А. Столыпина, 2014. - С.29 - 32.

4. Жидков Г.А., Лаврухин П.В., Иванов П.А. Оценка операции посева как элемент прогноза перспективности технологии растениеводства // Сельскохозяйственные машины и технологии, 2012. №1. С. 19 – 21.

5. Чекусов М.С., Юшкевич Л.В., Кем А.А., Голованов Д.А. Совершенствование комплекса машин и орудий в засушливом земледелии Западной Сибири // Земледелие, 2016. №3. С.13-16.

6. Кем А.А., Чекусов М.С., Шмидт А.Н. Комбинированный сошник для посева зерновых культур // Сельский механизатор, 2021. № 3. С. 6-7.

7. Сеялка с комбинированными сошниками для зерновых культур и локального внесения удобрений / Д.Б. Миних, В.В. Мальцев, С.П. Гавар и др.// Науч.-техн. бюл. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. СибНИИСХ, 1988. Вып.6. С.3-6.

8. Комбинированный сошник для разноуровневого посева семян и внесения удобрений: пат. на полезную модель № 192762 Российская Федерация, МКИ³ А01С7/20. / Кем А.А., Исканов В.Я., Козлов В.В., Чекусов М.С.; заявитель и патентообладатель: Омский АНЦ. №2019107233; заявл. 13.03.2019; опубл. 30.09.2019, Бюл. № 28; приоритет 13.03.2019

9. ГОСТ 10.5.1.-2000. Испытание сельскохозяйственной техники. Машины посевные. Методы оценки функциональных показателей. - Введ. 15.06.2000. – М.: Минсельхозпрод России, 2000. – 72с.

10. СТО АИСТ 10 5.6–2003 «Испытания сельскохозяйственной техники. Машины посевные и посадочные».

COMBINED COULTER FOR SOWING GRAIN AND LAYERING FERTILIZER

A.A. Kem,

FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk, e-mail: kem@anc55.ru

The article presents data on the uniformity of seed depth and field germination of soft spring wheat when sown with a new combined coultter in comparison with the serial seeder SKP 2.1. The results of the studies showed that the coefficient of variation when sown with a serial coultter was 5.95%, experimental 4.13%. Field germination under control when sowing without fertilizer was 66.22% on a serial seeder, and when using a combined one increased to 72.66% or 10%.

Keywords: seeder, coultter, seeds, fertilizers, depth of embedding, feeding area.

УДК 631.331:631.559:631.33.024.2

ОЦЕНКА УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА ПРИ ПОСЕВЕ РАЗНЫМИ ТИПАМИ СОШНИКОВ

А.А. Кем, канд. техн. наук,

А.Н. Шмидт

ФГБНУ "Омский АНЦ", г. Омск, e-mail: kem@anc.ru

В статье представлены результаты по урожайности яровой мягкой пшеницы Омская 36 в зависимости от типа сошника и нормы внесения азотных минеральных удобрений. Полевой опыт двухфакторный с четырехкратной повторностью, проводился в 2021 году отделом механизации и экономических исследований ФГБНУ «Омский аграрный научный центр».

Ключевые слова: сошник, минеральные удобрения, посев, сеялка, урожайность.

Основная задача, стоящая перед современным сельским хозяйством, в частности отрасли растениеводства - обеспечение полной продовольственной безопасности страны, вследствие стабилизации и повышении урожайности сельскохозяйственных

культур. При формировании урожая, важным элементом является качественное выполнение технологии посева [1,2,3,4].

Разнообразие зерновых сеялок и посевных комплексов объясняется тем, что они предназначены для работы в различных почвенно-климатических условиях. За качественное выполнение технологического процесса посева в первую очередь отвечает такой рабочий орган, как сошник. Сошник предназначен для создания бороздки и уплотнённого семенного ложа в почве, укладки на него семян и минеральных удобрений. Известно большое количество типов сошников - дисковые, анкерные, лаповые, отличающихся конструктивными параметрами и используемых при разных технологиях посева [5,6].

Цель работы: провести сравнительные полевые исследования приемов возделывания яровой мягкой пшеницы Омская 36 разными типами сошников и норм внесения азотных минеральных удобрений на урожайность зерна.

Методы исследования. Посев проводился 20.05.2021 года трактором МТЗ-82 в агрегате с сеялкой СКП-2.1. В процессе посева опытных участков производилась смена сошников. Наименование участков, посеянных разными сошниками, обозначалось следующим образом:

- 1) серийные лаповые сошники - СКП-2.1 (контроль);
- 2) сошники для разноуровневого посева - СКП-2.1К;
- 3) дисковые сошники - СДС-2.1.

На каждом из вариантов посева изменялась норма внесения минеральных удобрений (аммиачная селитра) и составляла в физическом весе 0, 100, 150, 200 кг/га.

Результаты исследований и обсуждения. Посев проводился при одинаковой норме высева яровой мягкой пшеницы Омская 36 с числом всхожих зерен 4,5 млн. на один гектар, полевая всхожесть 92%, влажность 14%. Глубина заделки семян на всех исследуемых сошниках устанавливалась 6 см. Уборка учетных участков проводилась 6.09.2021 селекционным комбайном Wintersteiger.

На рисунке 1 графиком представлена зависимость урожайности зерна яровой пшеницы Омская 36 от типа сошника и нормы внесения азотных удобрений, после обмолота учетных участков селекционным комбайном Wintersteiger.

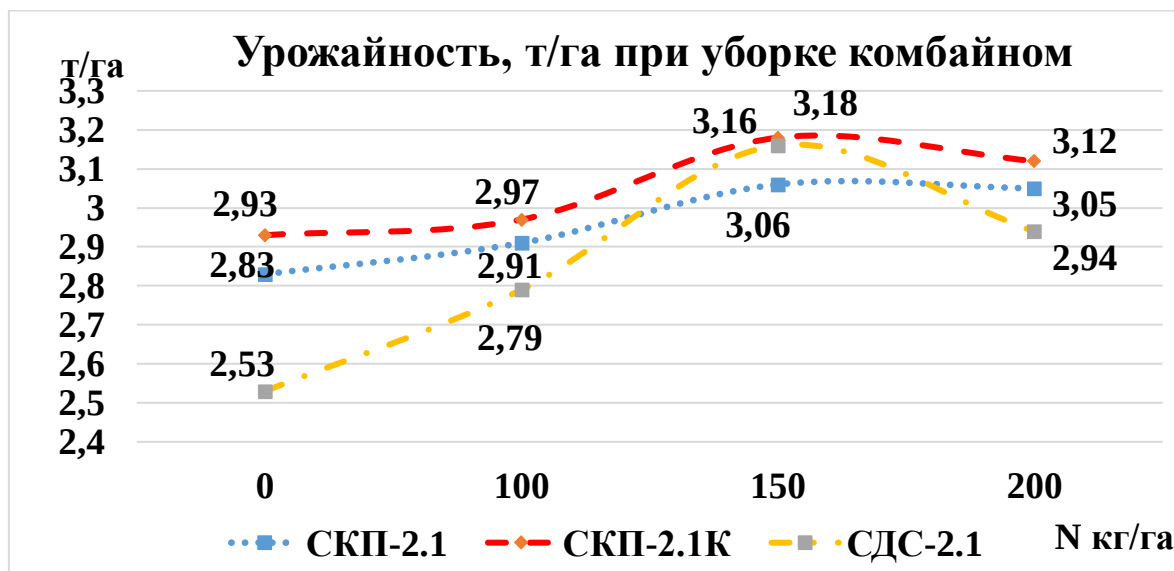


Рисунок 1 – Урожайность зерна в зависимости от типа сошника и нормы внесения удобрений

Вывод. Анализируя график урожайности зерна после обмолота учетных делянок комбайном, видно, что комбинированные сошники (сеялка СКП-2.1К) по количеству намолота, на всех вариантах полевого опыта превосходит два других типа используемых сошников. Наибольшая урожайность 3,18 т/га получена при норме внесения минеральных удобрений 150 кг/га, что на 3,7% выше, в сравнении с контрольным вариантом (сеялка СКП-2.1). Дисковые сошники (сеялка СДС-2.1) в сравнении с контролем имеют наибольший результат 3,16 т/га только при внесении 150 кг/га минеральных удобрений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Система адаптивного земледелия Омской области / И.Ф. Храмцов [и др.]. Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е.А., 2020. 522 с.
2. Тю Л.В., Афанасьев Е.В., Быков А.А., Алещенко О.А. Экономическая эффективность и перспективы развития зернового производства в Сибири // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2021. №1. С. 28-32.
3. Чекусов М.С., Кем А.А., Юшкевич Л.В. Оценка эффективности машинных технологий возделывания яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири // Вестник Омского государственного университета. 2019. №4. С. 185-192.
4. Власенко А.Н. Пути повышения эффективности земледелия // Развитие сельского хозяйства на основе современных научных достижений и интеллектуальных цифровых технологий: сборник статей. Краснообск, 2019 С. 19-21.
5. Демчук Е.В. Голованов Д.А., Янковский К.А. К вопросам совершенствования технологии посева зерновых культур // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2016. № 6. С. 45 - 48.

6. Возделывание пшеницы в зависимости от способа посева и внесения азотных удобрений / М.С. Чекусов, А.А. Кем, Е.М. Михальцов, А.Н. Шмидт, Р.В. Даманский // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 1. С. 90-99.
7. Влияние способа внесения удобрений и посева на урожайность и качество зерна яровой пшеницы / М.С. Чекусов, А.А. Кем, Е.В. Демчук, А.П. Шевченко // Вестник Омского государственного университета 2020. №1. С. 137-144.
8. Чекусов М.С., Кем А. А., Шмидт А.Н. Влияние работы комбинированного сошника для разноглубинного посева и внесения удобрений на качество и урожайность зерна яровой пшеницы / Современные достижения аграрной науки: научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Казань, 2020. С. 224-230.
9. Сеялка для разноглубинного посева зерновых и внесения минеральных удобрений / А.А. Кем, Е.М. Михальцов, М.С. Чекусов, А.Н. Шмидт // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2022. Т. 16. № 2. С. 62-68. DOI 10.22314/2073-7599-2022-16-2-62-68.

EVALUATION OF GRAIN YIELD DURING SOWING WITH DIFFERENT TYPES OF COULTERS

A.A. Kem, A.N. Shmidt

FSBSI "Omsk Agrarian Scientific Center", Omsk, e-mail: kem@anc.ru

The article presents the results on the yield of spring soft wheat Omsk 36, depending on the type of coulter and the rate of application of nitrogen fertilizers. Two-factor field experience with four-fold repetition, conducted in 2021 by the Department of Mechanization and Economic Research of the Omsk Agrarian Scientific Center

Keywords: coulter, mineral fertilizers, sowing, seeder, yield.

УДК 631.152.2:631.559 (571.1/.5)

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА В РОССИИ И СИБИРСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ

Е.М. Михальцов, кандидат техн. наук,

Р.В. Даманский

*ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», г. Омск,
e-mail: mihalcov@anc55.ru, damanskiy@anc55.ru*

Рассмотрены и проанализированы открытые статистические данные, характеризующие отрасль производства зерна Российской Федерации и Сибирского Федерального округа (СФО) за последние 25 лет. Показано, что с 2010 года наметилась тенденция увеличения валовых сборов зерна по России при одновременном снижении в них доли СФО.

Ключевые слова: зерно, урожайность, валовые сборы, Российская Федерация, Сибирский Федеральный округ.

Введение. Российская Федерация по праву считается одним из основных производителей сельскохозяйственной продукции в мире. Территория нашей страны характеризуется громадными площадями земель, пригодных для возделывания широкого ассортимента сельскохозяйственных культур. На 1 января 2021 года общая площадь пашни в Российской Федерации составила 116,2 млн. га [1]. За десятилетний период с 2010 по 2020 год размер посевных площадей России по данным Росстата [2] увеличился на 4,151 млн. га и составил 8,0437 млн. га.

Особое место в современном сельскохозяйственном производстве России занимают зерновые культуры, представляющие собой источник сырья для пищевой и перерабатывающей промышленности, кормов для сельскохозяйственных животных.

Обеспеченность зерном во многом определяет благополучие продовольственную безопасность общества.

В последние годы увеличивается роль России как поставщика зерна на мировой рынок. По сведениям экспертно-аналитического центра агробизнеса [3] за период с 2001 по 2018 год экспорт зерновых и зернобобовых культур из Российской Федерации увеличился с 3,2 млн. тонн до 56,2 млн. тонн, то есть в 17,6 раз, при этом стоимость продукции в долларовом эквиваленте (USD) выросла с 0,3 до 10,8 млрд., то есть в 36 раз.

Данные о реализации и выручке за реализованную за рубеж продукцию сельскохозяйственной отрасли свидетельствует о перспективах роста спроса и в будущем.

Принимая во внимание сложившуюся тенденцию роста спроса в мире на зерно, рассмотрим процессы и тенденции, сложившиеся в сельскохозяйственной отрасли Российской Федерации и Сибирского Федерального округа (СФО), как одного из самых крупных, занимающего 30% территории нашей страны, где сосредоточено 22% посевных площадей России.

Материалы и методы. Использовались методы математической обработки открытых статистических данных.

Результаты и обсуждение. Анализ статистических данных, представленных в открытых источниках [4] показывает, что Сибирский Федеральный округ, включающий в своём составе три республики,

2 края и пять областей, ежегодно в среднем обеспечивает 15% валового сбора зерна от объёмов, собираемых в Российской Федерации.

Урожайность сельскохозяйственных культур в производственных условиях зависит от множества факторов. В особенности это относится к земледелию на обширных территориях Сибири, характеризующихся резкоконтинентальным климатом. Здесь все усилия земледельцев зачастую могут быть сведены на нет проявлением таких губительных погодных явлений как засуха, поздние весенние или ранние осенние заморозки, проявления ветровой эрозии и других. Но, развитие технического, агротехнологического прогресса, достижения селекционеров по выведению новых высокоурожайных сортов, устойчивых к болезням, вредителям и почвенно-климатическим особенностям, создают предпосылки для увеличения урожайности даже в таких неблагоприятных условиях. Это наглядно иллюстрируют диаграммы рис. 1. На них показаны изменения урожайности зерновых в Сибирском Федеральном округе по годам последних 25 лет. Значения урожайности, показанные на этой диаграмме для объективности картины определены как средневзвешенные значения с учётом площадей возделывания и урожайности в каждом из десяти субъектов округа.

Диаграмма наглядно показывает, что в рассматриваемый период в СФО наблюдается неуклонный рост урожайности зерновых, что при равных прочих условиях служит источником роста валовых сборов в регионе.

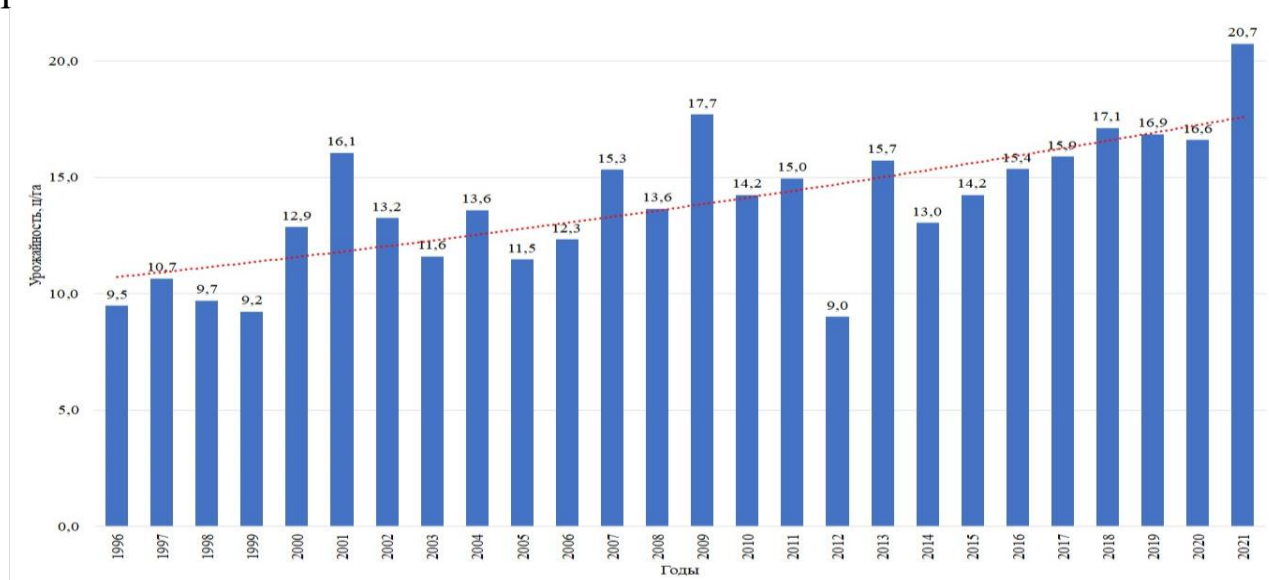


Рисунок 1 – Средневзвешенные значения урожайности зерновых культур по СФО в период с 1996 по 2021 г.

Однако, при существующем положении дел, мы наблюдаем снижение доли валовых сборов зерна по Сибирскому Федеральному округу в общероссийских объёмах (рис. 2).

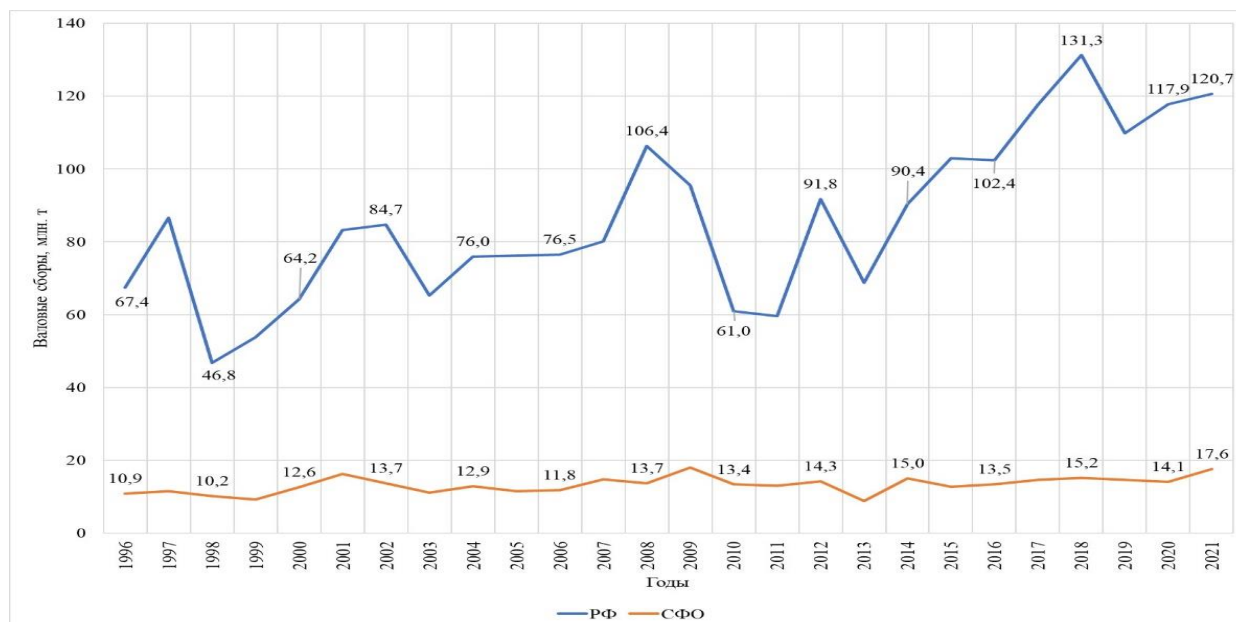


Рисунок 2 – Валовые сборы зерна по России и СФО в 1996-2021 г.

Ответ на вопрос о причинах снижения доли валовых сборов зерна в Сибири можно найти при анализе данных о посевных площадях в РФ и СФО. За 25 лет, прошедшие с 1996 по 2021 год, посевные площади в Российской Федерации сократились на 19 млн. 103,35 тыс. га, что в относительных цифрах составляет 19,2% (рис. 3) при этом на 13,6% сократились и площади под зерновыми культурами.

В Сибирском Федеральном округе за этот же период из оборота выведено 5 млн. 315,94 тыс. га посевных площадей, что соответствует 27% от уровня 1996 года, при этом посевные площади под зерновыми сократились на 27,2%.

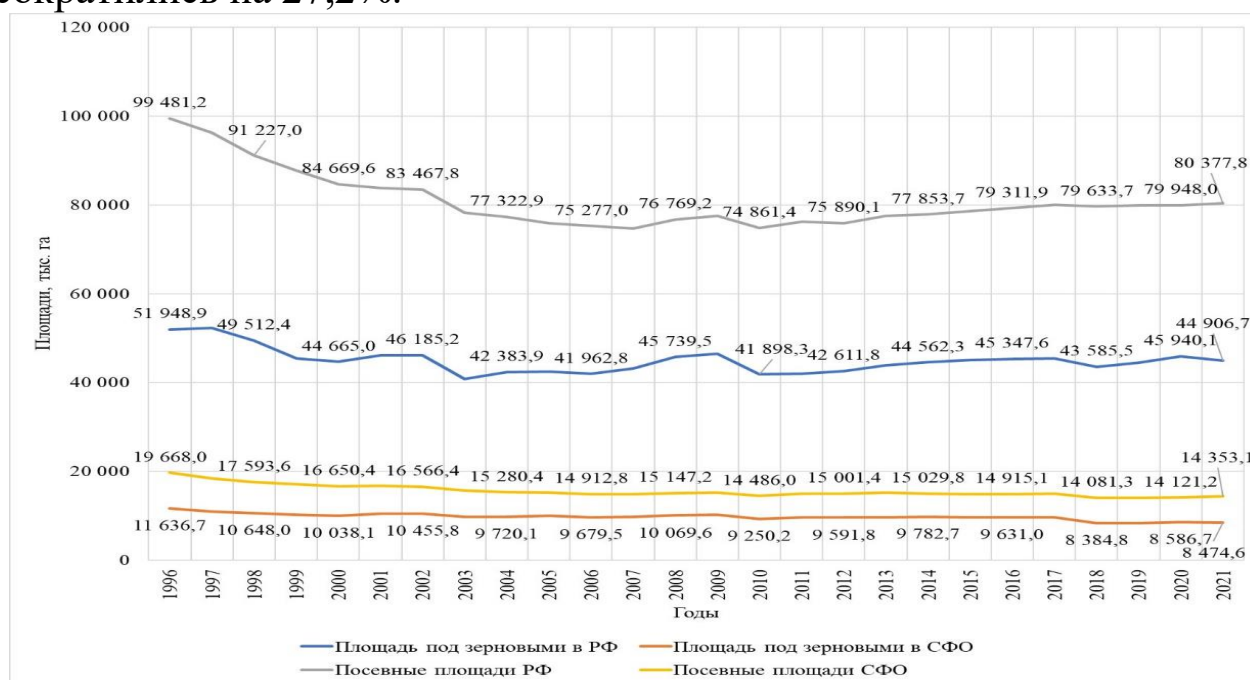


Рисунок 3 – Динамика изменения посевных площадей в Российской Федерации и Сибирском Федеральном округе

Графики, представленные на рис. 3, свидетельствует о различных тенденциях на общероссийском уровне и уровне Сибирского округа. В целом по стране и, в частности в СФО, с 1996 года наблюдалось сокращение посевных площадей, достигшее максимума в 2010 году. За этим последовал общероссийский прирост как общих посевных площадей, так и под зерновыми. В Сибирском же округе сокращение посевных площадей после 2010 года продолжилось вплоть до 2021. Причём как в общем их количестве, так и под зерновыми культурами.

Развитие ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур позволяет сократить потребность в технике, задействованной в растениеводстве. Вместе с тем, известен уровень технологически необходимой энергообеспеченности растениеводства, соответствующий 300-350 л.с./100 га засеваемой площади [5], переход ниже этого уровня ведёт к интенсификации износа техники и несоблюдению сроков выполнения агротехнических мероприятий.

На рис. 4 представлены графики энергообеспеченности сельскохозяйственной отрасли России и Сибирского Федерального округа, совмещённые с графиками урожайности за период с 1996 по 2021 год.

Сравнение этих показателей с уровнем технологически необходимой энергообеспеченности, свидетельствует о том, что сельское хозяйство Сибири и в меньшей степени России в настоящее время ведётся в условиях острой нехватки тракторов, необходимых для проведения всех полевых технологических операций в оптимальные агротехнические сроки, приводит к непроизводительным затратам и потерям урожая.

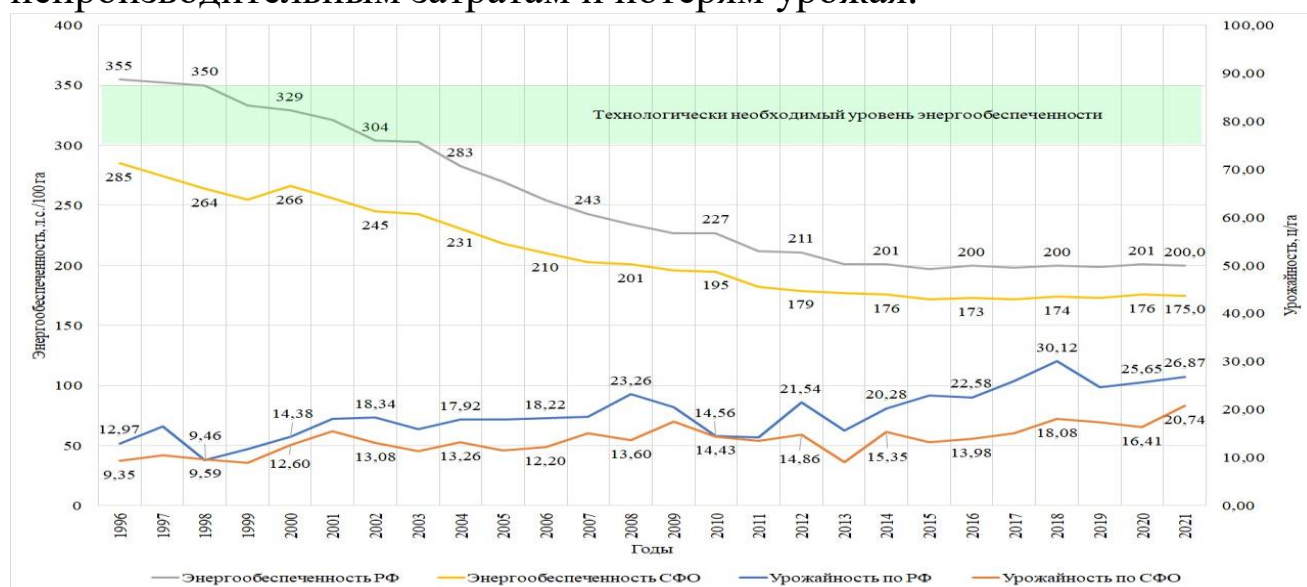


Рисунок 4 – Энергообеспеченность и урожайность в Российской Федерации и Сибирском Федеральном округе

Заключение. Анализ выше приведённых данных, свидетельствует о том, что увеличение посевных площадей России сопровождается расширением машинно-тракторного парка (иначе бы снижался уровень энергообеспеченности), а в Сибирском Федеральном округе, напротив наблюдается параллельное сокращение посевных площадей и машинно-тракторного парка. Таким образом, острая нехватка энергетических мощностей в сельском хозяйстве Сибирского Федерального округа [6] в настоящее время является лимитирующим фактором наращивания объёмов производства зерновых даже в рамках широко распространённых сегодня ресурсосберегающих технологий.

Причины этого явления, очевидно, находятся в экономической плоскости. Их поиск и устранение в перспективе будут способствовать повышению значимости Сибири для сельскохозяйственной отрасли страны, увеличению объёмов производства продукции, повышению уровня благосостояния сибирских земледельцев.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии // Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2020 году // интернет-ресурс [https://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/16-upr/Государственный%20\(национальный\)%20доклад_2020.pdf](https://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/16-upr/Государственный%20(национальный)%20доклад_2020.pdf) (дата обращения 01.08.2022).
2. Единая межведомственная информационно-статистическая система // Посевные площади сельскохозяйственных культур // интернет-ресурс // <https://www.fedstat.ru/indicator/31328> (дата обращения 02.08.2022).
3. Экспорт зерновых и зернобобовых культур из России в 2001-2019 гг. // Исследование экспертно-аналитического центра агробизнеса // <https://ab-centre.ru/news/eksport-zernovyh-i-zernobobovyh-kultur-iz-rossii-v-2001-2019-gg> // интернет-ресурс (дата обращения 02.08.2022).
4. Единая межведомственная информационно-статистическая система // Официальные статистические показатели // <https://www.fedstat.ru> / интернет-ресурс (дата обращения 02.08.2022).
5. Романов Р.В. Зарубежные методы воздействия государства на инвестиционные процессы в аграрном секторе экономики // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2015. № 1 (28). С. 52-56.
6. Чекусов М.С., Михальцов Е.М., Кем А.А., Шмидт А.Н., Даманский Р.В. / Тракторы и комбайны в сельском хозяйстве Омской области // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2021. № 4 (44). С. 251-260.

DEVELOPMENT TRENDS IN THE GRAIN PRODUCTION INDUSTRY IN RUSSIA AND THE SIBERIAN FEDERAL DISTRICT

E.M. Mikhaltsov, R.V. Damansky

*FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk,
e-mail: mihalcov@anc55.ru, damanskiy@anc55.ru*

The open statistical data characterizing the grain production industry of the Russian Federation and the Siberian Federal District (SFD) for the last 25 years are considered and analyzed. It is shown that since 2010 there has been a tendency to increase the gross grain harvest in Russia while reducing the share of the Siberian Federal District in them.

Key words: grain, yield, gross harvest, Russian Federation, Siberian Federal District.

УДК 631.58:631.152.2:633:551.5

ОСНОВНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ В СИСТЕМЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ

Н.В. Абрамов, доктор с.-х. наук, профессор,

С.А. Семизоров, кандидат с.-х. наук, доцент,

А.М. Оксукбаева

ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, г. Тюмень,

e-mail: vip.anv.55@mail.ru

Оптимизация азотного режима при дифференцированном внесении удобрений с использованием систем спутниковой навигации в режиме off-line обеспечило формирование наибольшей урожайности яровой пшеницы по обработкам почвы без оборота пласта 3,63-4,03 т/га. Полученное зерно имело низкую себестоимость 6273-7040 руб./т. и более высокую рентабельность производства – 42,0-59,4% по сравнению с отвальной обработкой.

Ключевые слова: азотный режим, дифференцированное внесение, минеральные удобрения, системы спутниковой навигации, яровая пшеница.

Система основной обработки почвы в севообороте имеет одно из решающее влияние на обеспеченность культурных растений нитратным азотом. Вопрос о применении отвальной или безотвальной обработки почвы в различных почвенно-климатических условиях очень важен, так как связан с воспроизводством плодородия почвы [1, 2, 3, 4].

В системах питания культурных растений азот из агрохимических факторов почвенного плодородия часто является основным. Он входит в простые и сложные белки, в состав нуклеиновых кислот, содержится в хлорофилле, фосфотидах, алкалоидах и других органических веществах растительной клетки [5, 6, 7]. Уровень содержания азота в почвах определяет продуктивность и качество сельскохозяйственных культур. Основные пути регулирования азотного режима почвы:

научно-обоснованные севообороты, обработка почвы, органические и минеральные удобрения.

Возрастание доли химической энергии в энергетическом балансе интенсивного земледелия создает предпосылки для сокращения затрат механической энергии на обработку почвы. Этим определяются мировые тенденции минимизации основной обработки почвы по мере наращивания химизации земледелия. Однако, замена вспашки безотвальной обработкой и уменьшение ее глубины приводит к снижению биологической активности почвы и минерализации ее органического вещества [8]. Как результат, обработка почвы без оборота пласта проигрывает традиционной отвальной по накоплению нитратного азота в слое 0-30 см [9, 10, 11]. Общепринятая же схема внесения минеральных удобрений усредненной нормой по вариантам изучаемых систем основной обработки почвы изначально их ставит в неравные условия по обеспеченности культур азотом. Использование космических систем в технологических процессах возделывания сельскохозяйственных культур изменяет функцию обработки почвы в формировании азотного режима.

Поэтому целью данной работы является: изучить роль основной обработки почвы в формировании азотного режима при использовании систем спутниковой навигации в технологических процессах возделывания яровой пшеницы.

В задачи исследований входило:

- установить влияние основной обработки почвы на динамику формирования нитратного азота в период вегетации яровой пшеницы;
- изучить обеспеченность культурных растений $N-NO_3$ при дифференцированном внесении азотных удобрений в режиме off-line;
- дать агроэкономическую оценку инновационного подхода к проведению основной обработки почвы с использованием систем спутниковой навигации.

Методика и условия исследований. Опыты по изучению различных систем основной обработки почвы проводятся с 1977 года. В данной публикации анализируются результаты 2019-2020 гг. в сравнении с формированием азотного режима в период 1977-1991 и 2009-2011 годы. Почва опытного поля лугово-черноземная, осолодевшая, маломощная, тяжелосуглинистая. По химическому составу почва характеризуется высоким естественным плодородием. Содержание гумуса в слое 0-30 см составляет 7,96%, актуальная

кислотность 6,9%. Содержание подвижного фосфора и обменного калия в пахотном слое характеризуется как повышенное и очень высокое, что обеспечивает получение урожая зерновых культур до 4-5 т/га не применяя минеральных удобрений.

Погодные условия 2019 г. сформировались благоприятными для выращивания яровой пшеницы. Сумма активных температур составила 2180°C, количество осадков за вегетационный период – 324 мм, ГТК равнялся 1,49. 2020 г. был менее благоприятным, так как при сумме активных температур 2463°C и 226 мм осадков ГТК составил 0,92.

Нитратный азот определяли по Грандваль-Ляжу перед посевом, в фазу кущения – выход в трубку, перед уборкой яровой пшеницы по слоям 0-10, 10-20, 20-30см, ГОСТ 27894.4-88.

Урожай яровой пшеницы убирался прямым комбайнированием «SAMPO 500» в 3-х кратной повторности с пересчетом на 100%-ную чистоту и 14%-ную влажность. Экономическая эффективность обработки почвы и уровня минерального питания рассчитывалась по общепринятой методике. Математическая обработка полученных данных проводилась по Б.А. Доспехову с использованием программного продукта «Oda 1», «Oda 2», разработанной на кафедре ЭМ и ВТ ГАУ Северного Зауралья.

Азотный режим изучался в вариантах систем основной обработки почвы зернового с занятым паром севооборота:

1. Отвальная (контроль).
2. Мелкая – на глубину 10-12см KOS.
3. Глубокое рыхление (45см) чизельным плугом ПЧН-2,3 под однолетние травы и мелкая (10-12см) под яровую пшеницу во 2 и 3 поле.
4. Без основной обработки почвы (прямой посев).

Результаты и их обсуждение. В опытах, ранее проведенных нами, система основной обработки почвы без оборота пласта снижала мобилизационные процессы нитратного азота из органической части почвы [12]. Снижение активности микрофлоры приводило к уменьшению накопления нитратного азота в слое 0-40см до 6,1-4,7 мг/кг на данных вариантах основной обработки до внесения минеральных удобрений (табл.1).

Таблица 1. Содержание нитратного азота в почве, мг/кг, в зависимости от систем основной обработки почвы (среднее за 1978-1983 гг.)

Система основной обработки почвы	До внесения удобрений в слое			В фазу кущения яровой пшеницы после внесения N ₆₀ д.в.		
	0-20	20-40	0-40	0-20	20-40	0-40
Отвальная	10,1	5,7	7,9	16,6	6,9	11,8
Дифференцированная	11,8	5,8	8,8	15,2	7,7	11,5
Безотвальная	8,0	4,1	6,1	10,8	5,0	7,9
Без основной обработки	6,3	3,0	4,7	10,1	4,2	7,2
НСР ₀₅ , мг/кг	1,8	1,2	1,5	2,3	1,7	1,9

Ежегодная отвальная обработка и дифференцированная (с отвальной обработкой под однолетние травы и безотвальной под яровую пшеницу и ячмень) к посеву зерновых до внесения азотных удобрений способствовали увеличению N-NO₃ в слое 0-40см до 7,9-8,8 мг/кг почвы. Это также соответствовало низкому уровню содержания нитратного азота. Однако, данные системы основной обработки почвы обеспечивали его накопление в слое 0-20см до 10,1 и 11,8 мг/кг – среднего уровня содержания. Одним из основных источников пополнения почв азотной пищей для растений является внесение минеральных удобрений. Врезание перед посевом яровой пшеницы аммиачной селитры 60 кг/га д.в. способствовало увеличению азота в нитратной форме к фазе кущения – выход в трубку до уровня высокой обеспеченности растений 16,6-15,2мг/кг почвы на вариантах отвальной и дифференцированной систем основной обработки. Преимущество этих обработок по содержанию N-NO₃ отмечено и в слое 0-40см – 11,8 и 11,5 мг/кг почвы. Рост содержания нитратного азота после применения минеральных удобрений отмечен на безотвально обработанном поле и без основной обработки в слое 0-20 см, только до среднего уровня обеспеченности – 10,8-10,1 и низкой – в слое 0-40см 7,9-7,2 мг/кг.

Таким образом, на вариантах отвальной и дифференцированной основной обработки формировался более благоприятный азотный режим почвы для культурных растений по сравнению с безотвальной и «нулевой». На данных вариантах основной обработкой почвы зафиксировано снижение урожая яровой пшеницы на 0,3 и 0,95 т/га при абсолютном значении 3,45 и 2,82 т/га соответственно. По вспашке и дифференцированной (отвальная под однолетние, а под зерновые два

года безотвально) обработкам урожайность яровой пшеницы была одинаковой – 3,77 и 3,78 т/га. Расчеты показали, что по изучаемым системам основной обработки почвы между урожайностью яровой пшеницы и содержанием нитратного азота в пахотном слое была средняя теснота связи (0,472). Согласно коэффициенту детерминации, нитратный азот в фазу кущения – выход в трубку определял урожайность яровой пшеницы на 22,3%.

По многим водно-физическим свойствам (продуктивной влаги, интенсивность испарения с поверхности поля, структура почвы, её водопрочность и т.д.) почвы, образованные без оборота пласта, имеют преимущества перед вспашкой.

Чтобы эти действия проявили себя в большей степени при ресурсосберегающих системах основной обработки почвы, следует создать внутрипольную выравненность по агрохимическим показателям почвенного плодородия, так как на отдельных участках они могут быть ограничивающим фактором получения хороших урожаев. В системе точного земледелия предлагается перейти на дифференцированное внесение минеральных удобрений с учётом содержания элементов питания по элементарным участкам (в опытах – по вариантам обработки и повторностям). Пространственная неоднородность полей по почвенному плодородию требует иного подхода к составлению агрохимических картограмм и их дальнейшего предназначения. Алгоритм управления продуктивными процессами агроценозов в режиме off-line предусматривает детальное агрохимическое обследование почвы полей. Для отбора почвенных проб использовался автоматический пробоотборник конструкции ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья (г. Тюмень), позволяющий отбирать смешанную пробу в слое 0 – 40 см, со временем отбора 4 – 7 секунд на 1 пробу, в зависимости от плотности почвы. Почвенные пробы отбирали мобильным комплексом на базе автомобиля внедорожника УАЗ-23632 (рис. 1)



Рисунок 1 – Мобильный комплекс обследования земель сельскохозяйственного назначения

Полученные данные содержания элементов питания не абстрагируются на обширные площади полей, а учитываются для внесения минеральных удобрений по микроучасткам (рис. 2).

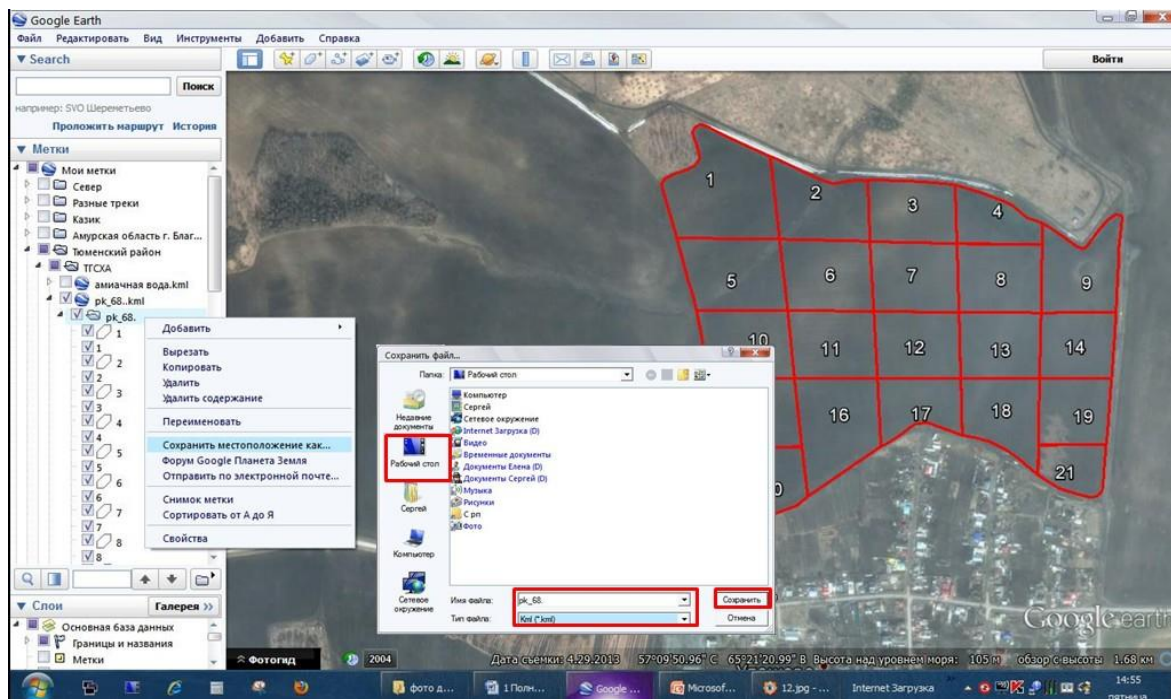


Рисунок 2 – Картограмма с элементарными участками

После создания электронной карты опытного поля, его агрохимического обследования составляется карта задания для дифференцированного внесения удобрений. Подобраны исполняющие механизмы, установленные на сеялку СКП-2,1Л: центральный блок управления, датчик определения перемещения рычага редуктора, приёмник навигационных спутниковых сигналов и исполняющий механизм (редукторный электромотор или линейный электроактуатор), жгут связи и управления (рис. 3).

Сеялка СКП 2,1 «Омичка»



Рисунок 3 – Дозирующий аппарат сеялки СКП-2,1 при дифференцированном внесении минеральных удобрений

Дифференцированное внесение азотных удобрений перед посевом зерновых выполнялось в автоматическом режиме при движении посевного агрегата по делянкам опыта. Приёмник навигационных сигналов передаёт сигнал о местоположении агрегата на поле бортовому навигационному компьютеру (БНК), содержащего в себе электронную карту задания. Установленный в кабине трактора БНК, обработав информацию, подаёт сигнал о заезде в следующий элементарный участок (повторность опыта). Блок управления бортового навигационного компьютера передает задание линейному актуатору размер выхода (закрытия) рабочей части катушки согласно карты задания. Данный процесс обеспечивает дифференцированное внесение удобрений с учетом содержания элементов питания в почве и планируемой урожайности культуры по повторностям и вариантам опыта.

Дифференцированное внесение азотных удобрений с учетом содержания нитратного азота по повторностям (элементарным участкам) и планируемой урожайности по вариантам изучаемых систем основной обработки почвы способствовало снижению пространственной вариабельности N-NO₃ уже в период посева яровой пшеницы (табл.2). Колебания содержания нитратного азота до внесения минеральных удобрений по вариантам опыта составляли 3,6 – 29%. Применение аммиачной селитры дифференцированно с использованием систем спутниковой навигации в режиме off-line позволило нивелировать пространственную пестроту N-NO₃ по изучаемым системам основной обработки почвы до 2,9 - 21,2% с абсолютным его содержанием в слое 0-30см 8,2-10,4 мг/кг.

Таблица 2. Содержание нитратного азота (мг/кг почвы) в слое 0-30см в зависимости от основной обработки почвы при дифференцированном внесении минеральных удобрений, среднее за 2009-2011 и 2019-2020гг.

Система обработки почвы, глубина	Сроки отбора почвенных образцов		
	Перед посевом	Кущение – выход в трубку	Перед уборкой
Отвальная 20-22см	10,1	10,2	6,0
Безотвальная мелкая КОС: 10-12см	8,2	11,9	5,8
Безотвальная: чизельная под горох с овсом-45см; мелкая под пшеницу – 10-12см	10,4	11,9	7,3
Без основной обработки	9,1	12,7	6,6
НСР ₀₅ , мг/кг	1,2	1,4	1,0

В процессе роста и развития яровой пшеницы в почве протекают два взаимоисключающих процесса накопление нитратного азота за счет нитрификации и потребление его культурными растениями. Пространственная вариабельность содержания нитратного азота в фазу кущение-выход в трубку продолжала снижаться до 1,4-19,7% - на 2,2-9,3% относительно периода до внесения удобрений. При этом явно просматривается закономерность увеличения содержания азота в нитратной форме по вариантам обработки почвы без оборота пласта.

В важный период для яровой пшеницы, когда идет закладка колоса, обеспеченность культурных растений $N-NO_3$ на всех изучаемых вариантах основной обработки почвы соответствовала среднему уровню 10,2-12,7 мг/кг. К уборке яровой пшеницы нитратного азота оставалось 5,8-7,3 мг/кг с его пространственной пестротой 9,6-20,6%.

Инновационные технологии внесения минеральных удобрений с использованием систем спутниковой навигации решали вопросы равномерного формирования азотного режима по различным системам основной обработки почвы. Среднее содержание в почве азота на вариантах обработки почвы без оборота пласта усиливало синтез органических и азотистых веществ.

Установленная закономерность в точном земледелии Российской Федерации позволяет сделать функциональную переоценку систем основной обработки почвы с элементами минимизации. Урожайность яровой пшеницы по безотвально обработанной почве на глубину 10-12 см в среднем за годы исследований составила 3,63 т/га и превышала ее урожайность по вспашке на 0,07 т/га, а рентабельность производства зерна – на 7,4% (табл.3).

Оптимизация азотного питания при дифференцированном внесении минеральных удобрений по безотвальной мелкой обработке с чизелеванием на глубину 45 см под однолетние травы на сенаж и на варианте без основной обработки почвы позволило получить наибольшую урожайность яровой пшеницы – 4,02-4,03 т/га.

Таблица 3. Экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы при различных системах основной обработки с дифференцированным внесением минеральных удобрений (среднее за 2009-2011 и 2019-2020гг.)

Система основной обработки почвы	Урожайность, т/га	Прямые затраты, руб./т	Себестоимость, руб./т	Рентабельность, %
Отвальная на 20-22см (контроль)	3,56	26 446	7 428	34,6
Безотвальная, KOS на 10-12см	3,63	25 556	7 040	42,0
Безотвальная: чизельная под горох с овсом на 45см; мелкая 2 года под пшеницу на 10-12см	4,02	25 217	6 273	59,4
Без основной обработки почвы	4,03	25 312	6 281	59,2
НСР ₀₅	0,27			

Следует отметить, что в структуре затрат по этим системам основной обработки почвы азотные удобрения занимали до 10%, стоимость которых превышала по сравнению с отвальной обработкой на 18-504 руб./га.

Затраты же на выполнение основной обработки почвы снижались относительно вспашки на 1 247-1 628 руб./га.

Несмотря на увеличение издержек на применение азотных удобрений, дифференцированное их внесение с использованием систем спутниковой навигации и снижение затрат на проведение обработки почвы без оборота пласта производство яровой пшеницы было более рентабельным, чем при отвальной обработке - 42,0-59,4%.

Заключение. При безотвальной «нулевой» обработках почвы природные процессы накопления нитратного азота протекали менее интенсивно, чем на отвальной и дифференцированных обработках.

На вариантах обработки почвы без оборота пласта запасы N-NO₃ в слое 0-20 см до внесения удобрений имели низкое содержание 6,3-8,0

мг/кг, а по вспашке и дифференцированной обработке – среднее содержание 10,1-11,8 мг/кг.

Традиционный способ внесения минеральных удобрений усредненной нормой не решал вопрос моногамности азотной пищи по изучаемым системам основной обработки почвы. В фазу кущения яровой пшеницы на отвально и дифференцированно обработанных полях в слое 0-20 см содержание N-NO₃ составило 16,6-15,2 мг/кг, что соответствовало высокой обеспеченности культурных растений. На безотвально обработанных и без основной обработки почвы растения имели только среднюю обеспеченность азотом в нитратной форме - 10,1-10,8 мг/кг.

Дифференцированное внесение минеральных удобрений с учетом содержания нитратного азота по вариантам основной обработки почвы снижало пространственную пестроту его наличия от 8,2 до 10,4 мг/кг перед посевом яровой пшеницы. Данная закономерность наблюдалась в фазу кущения–выход в трубку, но с преимуществом накопления по ресурсосберегающим обработкам: 11,9-12,7 мг/кг почвы.

Оптимизация минерального питания при дифференцированном внесении азотных удобрений с использованием систем спутниковой навигации позволило получить наибольшую урожайность яровой пшеницы 3,63-4,03 т/га по изучаемым обработкам почвы без оборота пласта.

Эффективность ресурсосберегающей основной обработки почвы повышается в системе точного земледелия при внесении минеральных удобрений с использованием систем спутниковой навигации.

Полученное зерно здесь имело низкую себестоимость 6 273 – 7040 руб./т и более высокую рентабельность его производства – 42,0-59,4% по сравнению с отвальной обработкой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вильямс В.Р. Собрание сочинений. – М.: Сельхозгиз, 1963.
2. Мальцев Т.С. Новая система обработки почвы и посева. – Свердловск, 1954. – 64с.
3. Холмов В.Г. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири / В.Г. Холмов, А.В. Юшкевич. Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2006, -395с.
4. Абрамов Н.В. Земледелие Западной Сибири/ Н.В.Абрамов, А.М. Ситников, В.А. Федоткин, В.Л. Ершов, П.Ф. Ионин, Н.М. Сулимова, В.В. Рзаева. – Тюмень, 2009. – 348с.
5. Петербургский А.В. Агрохимия и физиология питания растений /А.В. Петербургский // 2-е изд., перераб.-М.: Россельхозиздат, 1981. – 184с.

6. Гамзиков Г.П. Агрохимия азота в агроценозах / Г.П. Гамзиков // Новосибирск, 2013. - 790с.
7. Ермохин Ю.И. Метод «испрод» оптимальных уровней содержания и ионного равновесия в почве и растениях. Агарию быть / Ю.И. Ермохин // Омск, 2021. – 420с.
8. Кирюшин В.И. Биологическая активность выщелоченного чернозема Приобья в связи с интенсификацией возделывания зерновых культур/ В.И. Кирюшин, А.А. Данилов // Агрохимия. – 1990. - №9. – с.79-86.
9. Сдобников С.С. Вопросы земледелия в целинном крае / С.С. Сдобников. – М.: Колос, 1964. – 256с.
10. Ершов В.Л., Скатова Н.С. Влияние основной обработки серой лесной почвы и химизации на урожайность гороха в подтаежной зоне Западной Сибири / В.Л. Ершов, Н.С. Скатова // Повышение эффективности почвозащитных ресурсосберегающих систем земледелия. – Омск, 2012. – с.88-92.
11. Гилев С.Д. Почвозащитные и влагосберегающие агротехнологии яровой пшеницы в южно-лесостепном Зауралье / С.Д. Гилев, А.П. Курлов, А.А. Замятин, Н.В. Степных // Повышение эффективности почвозащитных ресурсосберегающих систем земледелия. – Омск, 2012. – С.68-75,
12. Абрамов Н.В. Совершенствование основных элементов систем земледелия в лесостепи Западной Сибири / Н.В. Абрамов дис. на соискание д-ра с.х.наук // Омск, 1992. – 363с.

УДК 004:62-5:631.17

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТОЧНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

И.Е. Солдат, кандидат с.-х. наук,
О.Д. Мещеряков, кандидат с.-х. наук,
ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН», г. Белгород,
e-mail: soldat.i@mail.ru

Точное земледелие – это интегрированная сельскохозяйственная производственная система, основанная на достижениях информационных технологий, использовании системы автоматического управления и регулирования тракторами и сельскохозяйственными машинами и оборудованием, сенсорной техники и общей компьютеризации всех процессов сельскохозяйственного менеджмента и направленная на оптимизацию агротехнологий и стабилизацию продуктивности агроценозов при минимальном отрицательном воздействии на окружающую среду.

Ключевые слова: Точное земледелие, информационные технологии, системы автоматического управления, оптимизация агротехнологий, эффективность машинных технологий.

Введение

В настоящее время энерговооружённость сельского хозяйства находится на высоком уровне обеспеченности. Активно проходит обновление сельскохозяйственной техники, её заменяют более прогрессивные и производительные образцы. Фирмы стремятся максимальным образом удовлетворить требования сельхозтоваропроизводителей. Повышаются качество, надёжность и технический уровень техники. Растёт эффективность машинных технологий. Широко внедряются энергосберегающие и щадящие почвозащитные технологии. Особое внимание уделяется охране окружающей среды и защите почв от негативных внешних воздействий.

Достижение устойчивого роста сельскохозяйственного производства при условии снижения затрат энергетических и природных ресурсов является основной задачей агропромышленного комплекса [1]. Системы автоматического управления машинами и оборудованием, сенсоры, дистанционное зондирование, интегрированная электронная связь и методы машинного обучения нашли широкое применение для сбора данных о состоянии земельных ресурсов [2], планировании ирригационных мероприятий, дифференцировании внесения удобрений [3]. В 70-х годах XX века наша страна была первопроходцем в разработке системы точного земледелия, после перестройки работы были прекращены. В настоящее время точное земледелие более 30 лет активно развивается в Европе, США и Китае, а теперь уже и в Южной Америке.

Пионером освоения точного земледелия в Европе является Великобритания, где на ферме в графстве Суффолк на протяжении трех лет проводили картографирование урожайности, покоординатный анализ почвы в аномальных зонах, а удобрения вносились машиной. Это обеспечило годовую экономию в среднем по 17,2 фунта стерлингов на каждом гектаре (по сравнению с внесением постоянных доз по всему полю) [4].

Точное земледелие – это интегрированная сельскохозяйственная производственная система, основанная на достижениях информационных технологий, использовании системы автоматического управления и регулирования тракторами и сельскохозяйственными машинами и оборудованием, сенсорной техники и общей компьютеризации всех процессов сельскохозяйственного менеджмента и направленная на оптимизацию агротехнологий и стабилизацию продуктивности агроценозов при минимальном отрицательном воздействии на окружающую среду [5].

Если говорить кратко, точное земледелие — это управление урожайностью на каждом отдельном участке посевной площади. Ведь условия для развития растений в разных местах одного и того же поля подобные, но не одинаковые. С помощью спутниковой съемки и других современных технологий по каждому участку можно определить реальные потребности всходов в удобрениях, поливе и прочих элементах агротехнологии. После чего — удовлетворить эти потребности, управляя агрегатом с компьютерной точностью. В результате эффект получится максимальным, а расход веществ — оптимальным [6].

Основная часть

Принципы работы сельского хозяйства аналогичны законам любого другого бизнеса. Эффективность достигается за счет повышения производительности труда и снижения себестоимости продукции. На рубеже XX-XXI вв. поставленные цели достигаются при помощи таких классических инструментов: повышение производительности и экономичности сельскохозяйственной техники; селекция более продуктивных сортов агрономических культур; применение высокоэффективных удобрений и средств защиты растений; внедрение рациональных технологических приемов и новых технологий обработки почвы.

Чтобы решить проблему интенсификации агропроизводства, указанный список можно дополнить новыми инструментами, прежде недоступными. Это компьютерные и спутниковые системы. Вот их-то и предлагается использовать для серьезного улучшения результатов труда.

Точное земледелие основывается на применении максимально детализированных по участкам и характеристикам карт полей. Чем подробнее получается карта, чем больше факторов в ней учтено, тем точнее будут работать компьютерные и спутниковые технологии. И тем быстрее и эффективнее можно вносить изменения в производственный процесс.

Во время работы агрегата участие в процессе человека (механизатора) сводится к минимуму. В основном он контролирует, правильно ли машина выполняет инструкции. Техника, ведомая спутниковой навигацией, движется по полю, вносит в грунт семена и удобрения, регулируя их количество на каждом участке согласно полученным рекомендациям. Благодаря GPS курс прокладывается так, чтобы исключить накладки или просветы между обработанными

полосами. Это называется системой параллельного вождения. В результате расход топлива, удобрений, семян и средств защиты растений снижаются до 20%. Появляется возможность работать ночью так же точно и эффективно, как днем при полном контроле передвижения техники.

Система параллельного вождения является наиболее популярным элементом точного земледелия по двум причинам. Во-первых, она не требует больших капиталовложений. Окупается за один-два года. Во-вторых, она достаточно простая в технологическом отношении.

Точное земледелие имеет много преимуществ перед традиционным: значительное уменьшение расхода семян и материалов (удобрений, топлива, воды и прочих). Как следствие — снижение себестоимости продукции; увеличение урожайности и повышение прибыли; продукция получается более качественной; свойства почвы улучшаются; снижается отрицательное воздействие производства на природную среду; сельскохозяйственный менеджмент получает и накапливает много полезной информации.

Несомненно, точное земледелие имеет ряд недостатков: чтобы внедрить комплексную систему точного земледелия, надо вложить серьезные деньги; подобные расходы может позволить себе не каждое хозяйство даже из тех, которые работают с немалой прибылью; точное земледелие, по сути, представляет собой набор довольно сложных компьютерных технологий; в сельской местности могут возникнуть проблемы с подбором специалистов не только для внедрения, а даже для обслуживания девайсов; система точного земледелия — новая, практический опыт небольшой; мало того, имеющиеся технологии еще и постоянно совершенствуются, что дополнительно уменьшает опыт их применения. В результате правильно оценить эффективность ее внедрения и использования довольно сложно.

Нетрудно заметить, что перечисленные недостатки являются, скорее, не столько базовыми минусами, сколько проблемами роста. Они не становятся непреодолимым препятствием для тех, кто понимает, что за точным земледелием будущее. И кто раньше его освоит, тот получит преимущества в борьбе за рынок сбыта. В отличие от других современных инновационных процессов, как, например, генной инженерии, отношение населения и потребителей к точному земледелию, как правило, положительное или нейтральное. Повышается наукоемкость сельскохозяйственного производства и привлекательность сельскохозяйственных профессий, особенно среди

молодого поколения фермеров и специалистов. Однако технологии точного земледелия внедряются в сельскохозяйственную практику сравнительно медленно. Проводимый опрос руководителей и специалистов сельскохозяйственных предприятий выявил следующие основные причины сдержанного отношения к технологиям точного земледелия:

- значительный дефицит информации о его преимуществах;
- недостаточная совместимость техники, отсутствие технического нормирования интерфейсов;
- сомнения в функциональности и надежности техники, особенно электронных систем;
- недостаточная поддержка при адаптации программного обеспечения точного земледелия соответствующими фирмами;
- большие затраты времени для освоения новых технологий, повышения квалификации и дополнительные расходы на управление агротехнологиями;
- опасение несанкционированного использования компьютерных баз данных.

Заключение

Приведем простой пример получения экономического эффекта от использования цифровых технологий. Например, возьмем поле площадью 100 га и посчитаем все затраты на выращивание озимой пшеницы. Получим сумму в 1,5 млн. руб. Далее, с учетом полученной урожайности 50 ц/га и рыночной стоимости 15000 руб./т., вычитаем затраты, и чистая прибыль будет порядка 6,0 млн. руб. Если бы нами были применены системы параллельного вождения, спутниковый мониторинг определения неоднородности для последующего дифференцированного внесения удобрений, то добавленная стоимость увеличилась бы минимум на 20 %, а это составляет 1,2 млн. руб. только с одного поля.

Незначительные потери не заметны в масштабе небольшого хозяйства, но если оно крупное, то и потери становятся огромной проблемой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шаталина Л. П. Точное земледелие как один из путей к энергосбережению ресурсов в сельскохозяйственном производстве // АПК России. 2017. Т. 24. № 4. С. 949–953.
2. A decision support system for agriculture and farming / R. Rupnik [et al.] // Computers and Electronics in Agriculture. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.04.001>.

3. Нефедов Б. А. Инновационные технологические процессы и машины для внутрипочвенного внесения минеральных удобрений в системе точного земледелия: монография. 2-е изд. М.: МЭСХ, 2015. 124 с.

4. Якушев В. П. На пути к точному земледелию. Санкт-Петербург: Изд-во ПИЯФ РАН, 2002. 458 с.

5. Шпаар Д., Захаренко А. В., Якушева В. П. Точное сельское хозяйство (Precision Agriculture): учеб.-практ. пособие. СПб.: Пушкин, 2009. 397 с.

6. Жукова О. Точность на полях // «Агропрофи»: технологии производства и управления. 2008. № 3 (6). С. 12-34.

INTELLIGENT TECHNOLOGIES IN PRECISION AGRICULTURE

I. E. Soldat, O. D. Meshcheryakov

FGBSI «Belgorod FASC RAS», Belgorod, e-mail: soldat.i@mail.ru

Abstract. *Precision agriculture is an integrated agricultural production system based on the achievements of information technology, the use of automatic control and regulation of tractors and agricultural machinery and equipment, sensor technology and general computerization of all agricultural management processes and aimed at optimizing agricultural technologies and stabilizing the productivity of agrocenoses with minimal negative impact on the environment.*

Keywords. *Precision agriculture, information technology, automatic control systems. optimization of agricultural technologies, efficiency of machine technologies.*

УДК 004.9:631.61: 681.518 (571.13)

РАЗВИТИЕ ЕДИНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Г. Шмидт, кандидат с.-х. наук

ФГБУ «ЦАС «Омский», г. Омск, e-mail: krasnitsky@omsknet.ru

Представлена информация о развитии цифровой платформы о землях сельскохозяйственного назначения в Омской области, подготовке и наполнении ее информационными ресурсами о состоянии плодородия пахотных земель Омской области, а также выполнении работ по вовлечению неиспользуемых земель в сельскохозяйственный оборот в Омской области.

Ключевые слова: земли сельскохозяйственного назначения, система, плодородие, неиспользуемые земли

В современном мире идет масштабное освоение и внедрение цифровых технологий во все сферы жизни общества. Это стало возможным благодаря широкому развитию цифровых, телекоммуникационных и информационных ресурсов. Примером успешного использования цифровых процессов в Российской Федерации могут служить различные информационные системы, платформы и сервисы, такие как: ГОСУСЛУГИ (оказание государственных услуг), ЕИС (закупки) и ряд других. [1]

В агропромышленном комплексе также отмечается активное развертывание цифровых сервисов и их использование. В настоящее время успешно запущена в промышленную эксплуатацию АИС «Меркурий», предназначенная для обеспечения электронной сертификации и прослеживаемости поднадзорных ветеринарному контролю грузов при их производстве, обороте и перемещению по территории РФ.

В целях обеспечения автоматизированного сбора, обработки и анализа информации о производстве, перемещении, хранении, переработке и утилизации зерна и продуктов его переработки на внутреннем и внешнем рынках в промышленную эксплуатацию запущена ФГИС «Зерно», для контроля за оборотом средств защиты растений и агрохимикатов используется ФГИС «Сатурн».

Все это стало возможным благодаря тому, что Министерством сельского хозяйства Российской Федерации был подготовлен ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство», цель которого – цифровая трансформация сельского хозяйства посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений для обеспечения технологического прорыва в АПК и достижения роста производительности на «цифровых» сельскохозяйственных предприятиях. [1]

В рамках дальнейшего развития и совершенствования геоинформационной системы дистанционного зондирования Земли и осуществления государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Министерством сельского хозяйства Российской Федерации ведется работа по развертыванию единой информационной системы земель сельскохозяйственного назначения (ЕФИС ЗСН). Возможности данной системы позволят скоординировать деятельность органов исполнительной власти федерального, регионального и муниципального уровня, сельскохозяйственных товаропроизводителей, федеральных учреждений в области сельскохозяйственного производства. [2,3]

Система предполагает использование информационных ресурсов Министерства сельского хозяйства, Росреестра, Агрохимслужбы, Россельхознадзора, Россельхозцентра, Росстата и других органов исполнительной власти, а также сведений, предоставляемых в систему самими сельскохозяйственными товаропроизводителями.

В дальнейшем при запуске в промышленную эксплуатацию этой системы предполагается осуществлять предоставление государственной поддержки сельскохозяйственным товаропроизводителям как говорится в один клик.

В Омской области информационное наполнение системы ЕФИС по состоянию плодородия земель сельскохозяйственного назначения осуществляют ФГБУ «ЦАС «Омский» и ФГБУ «САС «Тарская» по результатам государственного мониторинга.

В настоящее время в систему внесена информация о цифровых границах полей на всю территорию пахотных земель Омской области, что в последующем позволит в автоматическом режиме получать различные тематические информационные материалы, в том числе картографические. Загружены результаты мониторинга земель сельскохозяйственного назначения с 2014 года.

Несмотря на то, что при государственном мониторинге используются данные сверхвысокого, высокого и среднего пространственного разрешения, получаемые с различных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли, они не позволяют получить исчерпывающую информацию без наземных измерений. [2]

При проведении наземных наблюдений специалистами агрохимической службы осуществляется географическая привязка полученных данных и формирование соответствующих государственных информационных ресурсов по данным наземных наблюдений. [4]

Наличие сети тестовых хозяйств, расположенных во всех природно-климатических зонах в каждом районе Омской области при проведении наземного мониторинга позволяет осуществлять сбор информации (изменение границ сельскохозяйственных земель (участков, сельскохозяйственных полигонов, контуров), их площади, состоянии плодородия почв, а также характеристики произрастающей на них растительности по геоботаническому составу, урожайности сельскохозяйственных культур и т.д.), которая используется для калибровки алгоритмов обработки спутниковых данных. Это позволит повысить информативность информационной системы и ее эффективность.

Кроме этого, в рамках реализации Постановления Правительства Российской Федерации от 14 мая 2021 г. № 731 «О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации» специалистами агрохимической службы Омской области проводится почвенное обследование неиспользуемой пашни, с целью оценки пригодности ее для вовлечения в сельскохозяйственный оборот.

При проведении работ специалистами используются сведения, полученные в результате дистанционного зондирования Земли, данные с БПЛА для предварительного определения границ почвенных разностей. Полученные в ходе почвенного обследования сведения после камеральной обработки результатов также будут загружены в ЕФИС и будут доступны для работы зарегистрированным пользователям. Особенно актуальной эта информация будет для потенциальных инвесторов, а также органов исполнительной власти муниципального и регионального уровня при принятии управленческих решений по повышению эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения.

В текущем году агрохимической службой Омской области площадь почвенного обследования составит более 14 тыс. гектаров. Работы ведутся в Любинском, Нижнеомском, Большереченском районах.

Об эффективности использования цифровых технологий в агропромышленном комплексе Омской области свидетельствует и тот факт, что использование современной высокопроизводительной техники, оборудованной системами GPS, ГЛОНАСС, а также оснащенных системами параллельного вождения, датчиками учета урожайности, позволяют выполнять агротехнологические операции в короткие сроки с высоким качеством работ. Своевременно реагировать на нештатные ситуации во время проведения сезонных полевых работ.

Такие системы в Омской области используются в крупных агрохолдингах ООО «РУСКОМ-Агро», ООО «Титан-Агро», АО «Нива», АО «Знамя», ИП Глава КФХ Конев А.М., КФХ Виничук В.В. и других хозяйствах. Как результат урожайность сельскохозяйственных культур в этих хозяйствах в удовлетворительные по увлажнённости годы составляет 20-30 ц/га, при эффективном использовании средств химизации.

Таким образом, широкое внедрение цифровых технологий в агропромышленном комплексе систем глобального позиционирования ГЛОНАСС/GPS, развития спутниковых группировок и получение оперативных данных со спутников позволит в перспективе в режиме реального времени отслеживать какие культуры растут на каждом конкретном поле, их урожайность, оценивать засоренность полей, качество обработки полей, динамику плодородия. Более эффективно использовать материальные ресурсы в сельскохозяйственном производстве.

А самое главное отладить схему межведомственного взаимодействия с другими органами исполнительной власти путем электронного документооборота, совершенствовать систему оказания государственной поддержки сельскохозяйственным товаропроизводителям по принципу работы одного окна.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 48 с.
2. Система дистанционного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения РФ // <http://sovzond.ru/projects/2072/>
3. Единая федеральная информационная система о землях сельскохозяйственного назначения // <https://efis.mcx.ru/landing/>
4. В.М. Красницкий, А.Г. Шмидт Системы глобального позиционирования как элемент ресурсосберегающего земледелия при использовании минеральных удобрений. / «Земледелие и селекция сельскохозяйственных растений на современном этапе», Астана-Шортанды, 2016. С. 15-19

DEVELOPMENT OF A UNIFIED INFORMATION SYSTEM FOR AGRICULTURAL LAND IN OMSK REGION

A.G. Schmidt

FSBI "CAS "Omsk", Omsk, e-mail: krasnitsky@omsknet.ru

Information is provided on the development of a digital platform on agricultural land in the Omsk region, the preparation and filling it with information resources on the state of fertility of arable land in the Omsk region, as well as the implementation of work to involve unused lands in agricultural circulation in the Omsk region.

Keywords: agricultural land, system, fertility, unused land

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ И РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

*Сборник научных статей, посвященный 70-летию доктора
сельскохозяйственных наук Юшкевича Леонида Витальевича
(24-25 октября 2022 года)*

Ответственный за выпуск В.С. Бойко

В авторской редакции

Подписано в печать 03.10.2022 г. Формат 60\84\16

Бумага офсетная. Печать оперативная.

Печ.л 18,5. Гарнитура «Times New Roman»

Тираж 100 экз.

Отпечатано в типографии ИП Макшеевой Е.А.

г. Омск, ул. Долгирева, 126, тел.: 89083194462