6.2019

ISSN 0044-3913

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Компания «Август» поздравляет коллектив журнала «Земледелие» с 80-летним юбилеем!

За эти годы журнал стал настольным пособием для нескольких поколений агрономов, руководителей сельхозпредприятий и научных сотрудников. Широта тем и стремление к максимально научной и достоверной подаче информации делает издание ценным источником знаний по земледелию и агрономии для всех, кто работает на земле.

Желаем редакции «Земледелия» плодотворной творческой работы, новых интересных тем, преданных читателей и дальнейшего развития на благо сельского хозяйства России!

С нами расти легче

www.avgust.com

avgust crop protection

Министерство
сельского хозяйства
Российской Федерации

Российская
агропромышленная
выставка

ЗОЛОТАЯ ОСЕНЬ 2019

МОСКВА
ВДНХ

9–12 октября

Сельскохозяйственная
техника и оборудование для АПК

Почвообрабатывающие
и посевные машины

Тракторы

Техника для внесения
удобрений и защиты растений

Техника
для заготовки кормов

Машины для
возделывания и уборки и
послеуборочной обработки
картофеля, овощей
и сахарной свёклы

Машины и
оборудование для
мелиоративных работ

Оборудование для
послеуборочной
обработки, хранения
и переработки
сельско-
хозяйственной
продукции

Погрузочные
средства, техника
для транспортировки,
транспортные средства,
спецтранспорт

Оборудование для
технического сервиса,
запчасти и комплектующие,
горюче-смазочные
материалы

- ПОЛНЫЙ СПЕКТР ОТРАСЛЕЙ АПК НА ОДНОЙ ПЛОЩАДКЕ
- МЕСТО ВСТРЕЧИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ВЛАСТЕЙ И БИЗНЕСА
- ДЕМОНСТРАЦИЯ ДОСТИЖЕНИЙ ЛИДЕРОВ РОССИЙСКОГО И ЗАРУБЕЖНОГО АПК

0+

www.goldenautumn.moscow

+7 (495) 256-80-48

6.2019 АВГУСТ-СЕНТЯБРЬ

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Журнал входит в базу данных российских научных журналов *Russian Science Citation Index* на платформе *Web of Science*

СОДЕРЖАНИЕ CONTENTS

ПЛОДОРОДИЕ FERTILITY

Г. Н. Пугачев, А.И. Кузин. Влияние капельного орошения на изменение агрофизических и агрохимических свойств почвы интенсивного сада 5

G. N. Pugachev, A. I. Kuzin. Influence of Drip Irrigation on Agrophysical and Agrochemical Soil Properties in an Intensive Garden

Р. Ф. Байбеков, Н. А. Кирпичников, С. П. Бижан, А. А. Абрамов. Агроэкономическая эффективность фосфорных удобрений при возделывании культур полевого севооборота в зависимости от фосфатного уровня и кислотности дерново-подзолистой почвы 9

R. F. Baibekov, N. A. Kirpichnikov, S. P. Bizhan, A.A. Abramov. Agroeconomic Efficiency of Phosphorous Fertilizers when Cultivating Crops in a Field Rotation Depending on the Phosphate Content and Acidity of Sod-Podzolic Soil

А. Х. Шеуджен, О. А. Гуторова, Х. Д. Хурум, Т. А. Илларионова. Мобилизация почвенных фосфатов при возделывании риса 12

A. Kh. Sheudzhen, O. A. Gutorova, H. D. Hurum, T. A. Illarionova. Mobilization of Soil Phosphates at Rice Cultivation

ПОЛЕВОДСТВО И ЛУГОВОДСТВО FIELD CROPS

А. В. Гостев. Условия формирования зерна высокого качества в высокопродуктивных ресурсосберегающих агротехнологиях ЦЧР 16

A. V. Gostev. Conditions for the Formation of High-Quality Grain in Highly Productive Resource-Saving Agricultural Technologies in the Central Chernozem Region

А. С. Строков, О. А. Макаров, Н. А. Марахова, В. Ю. Поташников. Влияние почвенно-климатических факторов на урожайность основных сельскохозяйственных культур в муниципальных районах Белгородской области 21

A. S. Strokov, O. A. Makarov, N. A. Marakhova, V. Yu. Potashnikov. Influence of Soil and Climatic Factors on Productivity of Main Agricultural Crops in Municipal Districts of the Belgorod Region

Н. В. Войтович, В. М. Никифоров, М. И. Никифоров, Г. В. Чекин, А. Л. Силаев, Е. В. Смольский, М. М. Нечаев. Применение хелатов микроэлементов в технологии возделывания яровой пшеницы 25

N. V. Voytovich, V. M. Nikiforov, M. I. Nikiforov, G. V. Chekin, A. L. Silaev, E. V. Smolsky, M. M. Nechaev. Use of Chelates of Trace Elements in the Cultivation Technology of Spring Wheat

Основан в 1939 г.

УЧРЕДИТЕЛИ:
Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии

ООО «Редакция журнала «Земледелие»

ИЗДАТЕЛЬ:
ООО «Редакция журнала «Земледелие»

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:
С. А. Балюк, академик НААН Украины, доктор сельскохозяйственных наук, Украина
А. Н. Власенко, академик РАН и НА Монголии, доктор сельскохозяйственных наук
Н. Г. Власенко, академик РАН, доктор биологических наук
А. А. Завалин, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук
А. Л. Иванов, академик РАН, доктор биологических наук
В. А. Иванов, почетный член редколлегии, главный редактор журнала «Земледелие» в 1978-2001 гг.
А. Н. Каштанов, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук
В. И. Кирюшин, академик РАН, доктор биологических наук
В. В. Коломейченко, член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук
В. В. Кулинцев, доктор сельскохозяйственных наук
В. В. Лапа, академик НАН Беларуси, доктор сельскохозяйственных наук, Республика Беларусь
М. А. Мазиров, доктор биологических наук
М. Михловски, доктор сельскохозяйственных наук, Чешская Республика
Ю. В. Плугатарь, член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук
А. С. Сапаров, академик АСХН Республики Казахстан, доктор сельскохозяйственных наук, Республика Казахстан
П. А. Чекмарев, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук
И. Ф. Храмцов, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
Р. Ф. Байбеков
ВЕРСТКА
Н. Ю. Луценко

КОНТАКТЫ:
Тел./факс: +7 916 241 63 43

E-mail: jurzemledelie@yandex.ru
www.jurzemledelie.ru

АДРЕС ДЛЯ ОТПРАВКИ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:
101000, г. Москва, Мосчтамт, а/я 629

Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещения и средств массовых коммуникаций. Свидетельство ПИ № 77-9212 от 27 июня 2001 г.

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами в ООО «МЕДИАКОЛОР» 105187, г. Москва, ул. Вольная, д. 28, строение 10
Тел.: +7 (495) 786-77-14

Подписано в печать 12.08.19
Формат 60×90 1/8.
Печать офсетная.
Печ.л. 6,0+0,5 вкл.
Заказ

За содержание рекламных материалов ответственность несет рекламодатель. Перепечатка и любое воспроизведение материалов, опубликованных в журнале «Земледелие», возможны только с письменного разрешения редакции.

© “Земледелие”. 2019.

Журнал «Земледелие» включен в Перечень российских рецензируемых научных журналов (Перечень ВАК), рекомендованных для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (по агрономии).

Информация об опубликованных статьях поступает в систему Российского индекса научного цитирования.

Аннотации статей, ключевые слова, информация об авторах на русском и английском языках, а также полнотекстовые версии статей находятся в свободном доступе в Интернете на сайте www.jurzemledelie.ru

ОБРАТОТКА ПОЧВЫ / SOIL CULTIVATION

В. К. Дридигер, Р. С. Стукалов, Р. Г. Гаджиумаров, С. С. Вайцеховская. Влияние севооборота на эффективность использования пашни при возделывании полевых культур без обработки почвы 28

V. K. Dridiger, R. S. Stukalov, R. G. Gadzhiumarov, S. S. Vaytsekhovskaya. Influence of Crop Rotation on the Efficiency of Arable Land Use at the Cultivation of Field Crops without Soil Tillage

В. И. Усенко, А. А. Гаркуша, Д. В. Пургин, В. И. Кравченко, С. В. Усенко, В. П. Олешко. Эффективность азотных удобрений и гербицидов в зернопаровом севообороте в зависимости от способа обработки каштановой почвы в Кулундинской степи 33

V. I. Usenko, A. A. Garkusha, D. V. Purgin, V. I. Kravchenko, S. V. Usenko, V. P. Oleshko. Efficiency of Nitrogen Fertilizers and Herbicides in Grain-Fallow Crop Rotation Depending on the Method of Processing Chestnut Soil in the Kulunda Steppe

СОРТА И СЕМЕНА / GRADES AND SEEDS

Н. С. Кравченко, С. В. Подгорный, Е. В. Ионова. Изучение исходного материала озимой мягкой пшеницы по биохимическим показателям качества зерна 40

N. S. Kravchenko, S. V. Podgorny, E. V. Ionova. Examination of the Source Material of Winter Common Wheat according to Biochemical Indices of Grain Quality

З. Сташевски, О. А. Кузьминова, С. Г. Вологин, А. Т. Гизатуллина, Е. А. Гимаева, Г. Ф. Сафиуллина, С. Д. Киру, А. Э. Шабанов, А. Д. Сафонова, Н. И. Полухин, Е. В. Журавлева. Первые результаты эколого-географического испытания новых российских сортов картофеля 43

Z. Stashevski, O. A. Kuzminova, S. G. Vologin, A. T. Gizatullina, Ye. A. Gimayeva, G. F. Safiullina, S. D. Kiru, A. E. Shabanov, A. D. Safonova, N. I. Polukhin, Ye. V. Zhuravleva. First Results of Ecological and Geographical Testing of New Russian Potato Varieties

Уважаемые читатели!

В 2019 г. журналу «Земледелие» исполняется 80 лет.
Свои поздравления и пожелания вы можете направить по электронной почте jurzemledelie@yandex.ru.

На стенде журнала на Российской агропромышленной выставке «Золотая осень» все желающие смогут получить бесплатно юбилейный номер и оформить льготную подписку через редакцию на 2020 год.
Спасибо, что вы с нами!

Уважаемые читатели!

В 2019 г. исполняется 80 лет со дня образования журнала «Земледелие». Появившееся в 1939 г. под названием «Советская агрономия» издание за долгие годы стало надежным партнером ученых и специалистов агрономического профиля в деле продвижения и распространения инноваций и передового опыта. С просьбой кратко напомнить читателям о том, какой путь прошел журнал за годы своего существования, мы обратились к Марианне Григорьевне Логвиновой, которая руководила коллективом редакции, пожалуй, в самые непростые годы в истории издания. Благодаря самоотверженному труду этих людей, ценой огромных усилий удалось сохранить журнал, который сегодня с уверенностью смотрит в будущее.

Печать времени

80 лет — срок, соизмеримый с продолжительностью человеческой жизни. Наш журнал, живой меняющийся организм, пережил за эти годы не один этап развития. И каждый носил печать времени.

Становление журнала, первоначально носившего название «Советская агрономия», связано с именем его первого редактора Георгия Ивановича Павлова, талантливого ученого и агронома, ученика академика В.Р. Вильямса. К 1939 году, когда первый номер увидел свет, в стране была полностью завершена коллективизация. Колхозы и совхозы остро нуждались в периодическом печатном издании, которое обеспечивало бы профессиональной информацией растущую армию агрономов. При поддержке видных ученых-аграрников — В.П. Мосолова, А.Н. Костякова, Н.С. Соколова, С.С. Соболева, П.Н. Константинова и других — задача эта была решена.

В середине пятидесятых, пережив тяжелые годы послевоенного восстановления, испытав давление насаждавшихся государством псевдонаучных идей Т.Д. Лысенко, журнал уже под новым названием «Земледелие» вступил в новый этап развития, постепенно становясь проводником прогресса и подлинно научных знаний.

Новый плодотворный период роста наступил в 60-е годы, когда редакцию возглавил талантливый журналист-аграрник Георгий Михайлович Головин. При нем приоритет был отдан публикации законченных научно-прикладных разработок, имеющих практическое значение. Во главу угла были поставлены конкретные рекомендации производству, что нашло широкий отклик у читателей. При Г.М. Головине журнал достиг рекордного тиража (около 80 тыс.) и был востребован практически каждым агрономом-практиком.

В конце семидесятых отраслевые сельскохозяйственные журналы — а их было в ту пору 36! — переживали период расцвета. В огромном коллективе кипела творческая жизнь, не омраченная тяжестью материальных проблем. Отлажено и бесперебойно работали производственные службы. Журналисты издательства уезжали в бесчисленные командировки по стране. Шел обмен мнениями и профессиональным опытом.

Среди агрономических журналов «Земледелие» выделялось своей солидностью и престижностью. Напечататься в журнале стремились все авторы. Публикации здесь имели особый вес задолго до введения официальных рейтингов. В этот период редакцию возглавил Владлен Александрович Иванов, остававшийся главным редактором более четверти века. В этом юбилейном для журнала году Владлен Александрович отметил и свой юбилей: ему исполнилось 90 лет! А в ту пору еще не было и пятидесяти. Его окружали надежные помощники-коллеги, опытные редакторы Александр Иванович Попов, Николай Алексеевич Новоселов, Анатолий Яковлевич Чирков. В начале восьмидесятых карьеру журналиста-аграрника успешно начал здесь Виктор Пинегин. В эти годы в журнале появились новые рубрики, расширились жанры публикуемых материалов, развернулись дискуссии по острым теоретическим и научно-практическим проблемам земледелия. Вместе с тем Владлен Александрович целенаправленно повышал научный уровень издания, и его авторитет среди ученых рос.

Под руководством В.А. Иванова «Земледелие» пережило и нелегкое время распада издательства в начале девяностых, когда перед каждой редакцией остро встал вопрос о выживании. В условиях абсолютного отсутствия средств, при огромном напряжении сил, максимально экономя ресурсы, коллективу редакции удалось спасти журнал. Позднее он постепенно встал на ноги, утвердился как самостоятельное юридическое лицо и стал набирать силы.

Мне выпало на долю возглавить журнал в начале нового XXI века, в момент, когда перед редакторами, возглавлявшими средства массовой информации, встали проблемы, о которых на протяжении десятков лет не подозревали их предшественники: отсутствие государственной поддержки, зыбкая правовая основа, необходимость поиска средств, повсеместное падение тиражей, жесткая конкуренция со стороны других изданий.

Владлен Александрович Иванов, почетный член редколлегии журнала «Земледелие», главный редактор журнала с 1975 по 2001 гг.

Неожиданным для всех испытанием стало и стремительное наступление цифровых технологий, которые резко ускорили издательский процесс, улучшили качество печатной продукции, но одновременно таили угрозу самому существованию журналов. Информационное пространство становилось принципиально другим, и надо было находить в нем

Логвинова Марианна Григорьевна, главный редактор журнала «Земледелие» с 2001 по 2014 гг.

свое место.

В этих условиях было решено неукоснительно следовать главному правилу: сохранять как можно более высокое качество при минимальных затратах. Тщательно, до миллиметра выверенный макет, удобное для читателя шрифтовое оформление, безукоризненное редактирование, четкость рубрикации — все это работало на создание привлекательного облика журнала, который легко прочитывался от первой до последней страницы. При этом был поставлен заслон хлынувшему в печать потоку слабых и откровенно дилетантских статей. Авторы знали: ни на каких условиях в нашем журнале нельзя напечатать плохую статью! И ценили это. Вес публикации в «Земледелии» был по-прежнему высоким. Это привлекало умных, интересных авторов, с которыми у нас завязались теплые дружеские отношения, чья поддержка и оценка были очень важны.

Сейчас трудно сказать, как изменятся информационные ресурсы, в том числе и такие, как научный журнал, в будущем. Я не стала бы делать не только далеко идущих, но даже краткосрочных прогнозов. Что будет через 20 лет, когда журнал соберется отметить вековой юбилей? Каким он станет? С уверенностью можно сказать лишь одно: пока не угаснет потребность человека в познании, сохранится и потребность в обмене информацией. Какими будут формы и способы этого обмена — покажет время.

Главное — не отстать от него!

М. ЛОГВИНОВА,
главный редактор
журнала «Земледелие»
с 2001 по 2014 годы

Уважаемые коллеги!

Поздравляю руководство и коллектив журнала «Земледелие» со знаменательной датой 80-летнем со дня основания журнала.

В конце 30-х гг. XX столетия, после завершения коллективизации, сельское хозяйство столкнулось с рядом проблем, обусловленных социально- экономическими и технологическими факторами. В связи с чем возникла острая необходимость в распространении и пропаганде передового опыта и результатов научных исследований по вопросам земледелия и растениеводства. В рамках решений этих задач в 1939 г. был создан журнал «Земледелие». Все эти годы на его страницах публикуются материалы о наиболее актуальных проблемах отрасли, рассказывается о передовом опыте деятельности научных учреждений.

Многочисленные читатели журнала с удовольствием отмечают тот факт, что коллектив журнала, его редакционная коллегия и издатели нашли новые формы работы с авторами, научно-исследовательскими институтами и учреждениями в области земледелия.

Выражаю всему коллективу благодарность за высокий профессионализм и преданность делу. Пусть воплотятся в жизнь все ваши намеченные планы, а редакционному совету – творческих открытий, оптимизма, доброго здоровья и благополучия!

С уважением,
директор Департамента растениеводства,
химизации и защиты растений *НЕКРАСОВ Р.В.*

Уважаемые коллеги!

От имени президиума Российской академии наук и от себя лично поздравляю редакционный совет, коллектив редакции и читателей журнала «Земледелие» с 80-летием со дня основания и выхода в свет первого номера.

На протяжении всей своей истории журнал оперативно и квалифицированно освещает проблемные вопросы научных исследований и практической работы в земледелии и растениеводстве. Журнал регулярно информирует читателей о важнейших событиях в отрасли, рассказывает о передовом опыте агрономической работы в различных регионах страны и мира. О том, что издание идет в ногу со временем свидетельствуют появившиеся в последние годы на его страницах материалы, посвященные ресурсосберегающим агротехнологиям, экологии и цифровизации отрасли.

В целом, несмотря на стремительное развитие глобальной сети Интернет, такие печатные издания, как журнал «Земледелие» по-прежнему остаются важным и необходимым источником информации. Отрадно, что журнал занял свое достойное место, став надежным помощником для ученых и агрономов-практиков, преподавателей и студентов, руководителей и специалистов сельхозпредприятий и работников органов управления АПК.

Сегодня на страницах издания выступают известные и авторитетные исследователи и талантливые молодые ученые, практики, поднимаются и обсуждаются актуальные проблемы, публикуются рекомендации и ответы на возникающие вопросы.

В день юбилея журнала желаю членам редколлегии, сотрудникам редакции, авторам и читателям журнала новых творческих успехов, доброго здоровья, счастья, оптимизма и благополучия.

Главный ученый секретарь президиума РАН
академик РАН *Н. К. ДОЛГУШКИН*

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10601
УДК 631.41: 631.674.5:631.92

Влияние капельного орошения на изменение агрофизических и агрохимических свойств почвы интенсивного сада

Г. Н. ПУГАЧЕВ[1], кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник (e-mail: grig-nir42@mail.ru)
А.И. КУЗИН, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник[1], доцент[2]
[1]Федеральный научный центр имени И. В. Мичурина, ул. Мичурина, 30, Мичуринск, Тамбовская обл., 393774, Российская Федерация
[2]Мичуринский государственный аграрный университет, ул. Интернациональная, 101, Мичуринск, Тамбовская обл., 393760, Российская Федерация

Увеличение площадей садов с применением капельного орошения приводит к повышению техногенной нагрузки на почву и обусловливает необходимость исследования этого вопроса. Изучение изменения плодородия почвы под влиянием капельного орошения и фертигации проводили на тёмно-серой лесной среднемощной почве в Липецкой области и черноземе типичном среднемощном тяжелосуглинистом на покровном карбонатном суглинке в Тамбовской области в интенсивных насаждениях яблони 2010 г. посадки в течение 6 лет. Капельное орошение по-разному влияет на морфологические, физические и агрохимические свойства почвы в зависимости от её типа. Для темно-серой лесной почвы отмечено увеличение коэффициента структурности в 2,0...2,5 раза, содержания агрономически ценных агрегатов на 20 %, улучшение агрохимических и физико-химических свойств. Почвы такого типа менее подвержены процессу оподзоливания под влиянием капельного орошения. Одновременно отмечено увеличение содержания обменного кальция на 2,5...3,0 ммоль/100 г и обменной кислотности – на 1,3 ед. pH. Более тяжёлый по гранулометрическому составу чернозём типичный в результате длительного капельного орошения подвергается переувлажнению. При этом происходит снижение содержания подвижного фосфора на 37 мг/кг и увеличение кислотности почвы. За период орошения почва перешла из категории «слабокислая» в категорию «среднекислая». Следовательно, при проектировании интенсивных садов необходимо проводить детальное обследование почвы, определять её тип и подтип, агрегатный и гранулометрический состав, уровень обменной кислотности, гумусированности и содержания основных макроэлементов с целью моделирования прогнозируемого изменения этих показателей и рациональной организации системы подготовки и содержания почвы, применения удобрений.

Ключевые слова: *капельное орошение, яблоня (Malus domestica Borkh.), почва, чернозём типичный, тёмно-серая лесная почва, гранулометрический состав почвы, агрегатный и структурный анализ, кислотность, подвижный фосфор.*

Для цитирования: *Пугачев Г. Н., Кузин А. И. Влияние капельного орошения на изменение агрофизических и агрохимических свойств почвы интенсивного сада // Земледелие. 2019. № 6. С. 5–8. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10601.*

За последние 20 лет площади угодий с капельным орошением, увеличились более чем в 6 раз. Сейчас в мире под капельным орошением, находится 6,1 млн га [1]. Литературные источники свидетельствуют о отрицательном влиянии на агрофизические и агрохимические свойства почвы. Так, капельное орошение значительно ухудшало структурность и снижало содержание органического углерода в верхнем (0...5 см) слое почвы, в то время как количество карбонатов увеличилось [2]. Есть сообщения, что под влиянием капельного орошения снижается порозность почвы и содержание основных элементов питания [3]. А. П. Щербаков и И. И. Васенев [4] отмечают, что в результате орошения происходит сильное уплотнение и слитизация почвы, вымывание коллоидной органоминеральной части из верхних горизонтов в нижние. Капельное орошение увеличивает мощность гумусового горизонта, подкисляет почву, а также снижает содержание гумуса и подвижного фосфора [5]. Следует отметить, что использование капельного орошения и фертигации еще недостаточно изучены в ЦЧР. По информации некоторых авторов на почвах с тяжелым гранулометрическим составом их эффективность снижается [6]. Также фертигация может приводить к подкислению почв в результате применения физиологически кислых удобрений [7, 8].

Цель работы – изучение влияния капельного способа орошения и внесения удобрений на агрохимические и водно-физические свойства основных типов почв, занятых в садоводстве ЦЧР, для его оптимального использования и снижения возможного негативного воздействия на почву.

1. Морфологическое описание тёмно-серой лесной среднемощной почвы в ОАО «Агроном-сад» Липецкой области

Капельное орошение	Без орошения
Апах (0...15 см) мелкокомковато-зернистый, рыхлый, тёмно-серый, ходы червей, обильные корни растений, среднесуглинистый, влажный, граница волнистая, переход заметный; А1 (15...60 см) комковато-мелкопризматический, к низу мелкокомковатый, тёмно-серый, свежий, среднесуглинистый, единичные корни растений, граница волнистая, переход постепенный; АВ (60...77 см) от тёмно-серого до бурого, комковато-призматический, свежий, граница волнистая, переход постепенный; В1 (77...150 см) тёмно-жёлтый, тяжелосуглинистый, комковатый, граница волнистая, переход заметный по линии вскипания от 10 % HCl; В2Са (150...170 см) тёмно-жёлтый, тяжелосуглинистый, комковатый, вскипает от 10 % HCl, граница волнистая, переход заметный по окраске и смене гранулометрического состава; ССа (>170 см) жёлтый, среднесуглинистый, рыхлые карбонатные конкреции.	Апах (0...15 см) мелкокомковато-зернистый, тёмно-серый, влажный, среднесуглинистый, граница волнистая, переход заметный, обильные корни растений; А2 (15...40 см) крупнопризмовидный, серый, местами до белёсого, единичные корни растений, корневина, среднесуглинистый, сухой, граница волнистая, переход заметный; А1 (40...70 см) комковато-призматический, тёмно-серый, свежий, тяжелосуглинистый, редкие корни растений, граница карманная, переход постепенный; АВ (70...90 см) от тёмно-серого до жёлто-бурого, комковатый, граница волнистая, переход заметный; В (90...170 см) от тёмно-жёлтого до бурого, тяжелосуглинистый, кротовина, свежий, не вскипает от 10 % HCl.

2. Структурный состав (сухое просеивание) почвы при капельном орошении в ОАО «Агроном-сад» Липецкой области

Глубина, см	Содержание воздушно-сухих агрегатов различного диаметра (мм), %										Коэффициент структурности (Кст)
	>10	10…7	7…5	5…3	3…2	2…1	1…0,5	0,5…0,25	10…0,25	<0,25	
Без орошения (контроль)											
0…20	50,6	10,4	6,1	5,9	1,3	1,1	5,0	5,0	34,8	14,6	0,53
20…40	63,2	18,0	7,1	6,6	1,0	1,6	0,5	1,0	35,8	1,0	0,55
40…60	35,3	28,0	7,4	16,3	5,2	2,4	2,6	2,3	64,2	0,5	1,80
Капельное орошение											
0…20	53,3	9,9	10,8	7,5	2,9	3,9	0,3	0,9	36,2	10,5	0,57
20…40	52,6	19,4	14,0	9,5	1,4	1,6	0,5	0,8	47,1	0,4	0,89
40…60	23,8	21,2	22,7	13,9	1,1	4,4	0,4	1,5	65,2	11,0	1,87

Исследования проводили в интенсивных насаждениях с капельным орошением в ОАО «Агроном-сад» (Липецкая область) на темно-серой лесной среднемощной среднесуглинистой почве и в АО «Дубовое» (Тамбовская область) на лугово-черноземной выщелоченной среднемощной тяжелосуглинистой на покровном карбонатном суглинке почве. В обоих хозяйствах насаждения заложены весной 2010 г. и в течение 6 лет в них проводили регулярное орошение, поливы корректировали по показаниям тензиометров, влажность почвы поддерживали на уровне 80 % НВ. Схемы посадки насаждений и привойно-подвойные комбинации: ОАО «Агроном-сад» – Лобо/ПБ-9, 4 м × 1 м; АО «Дубовое» – Лобо/62-396, 4,5 м × 1,5 м. Контролем служили насаждения без орошения.

Разрезы закладывали так, чтобы стенка профиля находилась в зоне приствольной полосы, в которой происходит влияние капельного орошения. Контрольные разрезы также располагали в зоне приствольной полосы, но без орошения. В междурядьях почву содержали под задернением (мятлик луговой, овсяница луговая и др.), приствольные полосы – под гербицидным паром Плотность почвы определяли методом режущих цилиндров, плотность твёрдой фазы – пикнометрическим методом, агрегатный состав (сухое и мокрое просеивание) – методом Н. И. Савинова. В соответствии с рассчитанным коэффициентом структурности (Кст) оценивали агрегатное состояние почв. Агрохимические свойства почвы определяли по инструкции ЦИНАО: содержание гумуса – по методу И. В. Тюрина в модификации В. Н. Симакова; подвижного фосфора и обменного калия – по методу Ф. В. Чирикова [9]; обменных кальция и магния – трилонометрическим методом; гидролитическую кислотность – по Каппэну; pH солевой вытяжки – потенциометрическим методом. Анализы выполнены в 3-кратной повторности.

В результате исследований отмечены изменения морфологических свойств почвы под влиянием капельного орошения (табл. 1).

На опорном профиле почвы приствольной полосы яблони без капельного орошения чётко виден белёсый горизонт по всему профилю (см. рисунок, б), который утратил агрономически ценную структуру. При капельном орошении коэффициент структурности был выше, чем в контроле, в 1,6 раза, содержание агрономически ценных агрегатов (сумма агрегатов размером 10…0,25 мм) составило 47,1 % против 35,8 % соответственно (табл. 2).

Появление горизонта А2 сразу под пахотным горизонтом почвы связано с проявлением элювиального процесса горизонтального характера. Это обусловлено наличием водоупорного горизонта на глубине 70 см, имеющего плотность 1,45 г/см^3. Стенка профиля, находящаяся в зоне действия капельного орошения, не имеет подобного горизонта (см. рисунок, а). То есть деградация почвы, связанная с появлением в гумусовом горизонте процессов оподзоливания несколько сдерживается наличием капельного орошения. Отмечена оптимизация некоторых агрохимических показателей под влиянием изучаемого агроприёма (табл. 3). Так, pH солевой вытяжки в слое 41…80 см увеличился на 1,2…1,3 единицы, на 0,3…0,9 – в слое 0…40 см. Отмечены тенденция к увеличению содержания обменного кальция и значительное повышение количества магния в слое 41…60 см. Увеличение содержания магния может улучшать стабильность почвенных агрегатов и структуру почвы [10].

3. Агрохимическая характеристика тёмно-серой лесной почвы в ОАО «Агроном-сад» Липецкой области

Слой, см	Капельное орошение						Без орошения					
	pH	$C_{орг.}$, %	P, мг/кг	K, мг/кг	$Ca_{обм}$, ммоль	$Mg_{обм}$, ммоль	pH	$C_{орг.}$, %	P, мг/кг	K, мг/кг	$Ca_{обм}$, ммоль	$Mg_{обм}$, ммоль
0…20	6,7	1,8	161	218	24,0	5,0	5,5	1,8	177	182	21,0	5,4
21…40	6,7	1,4	185	160	23,8	6,4	5,4	1,9	260	169	22,2	5,2
41…60	6,4	1,1	164	149	25,0	5,6	5,5	1,6	138	151	23,8	2,8
61…80	5,7	0,6	64	101	22,0	6,0	5,4	1,1	64	101	21,6	5,8
0…80	6,4	1,2	143	157	23,7	5,8	5,5	1,6	160	151	22,2	4,8
$НСР_{05}$	0,1	0,1	15	18	1,9	0,1	0,1	0,1	16	15	2,0	0,1

В аналогичном опыте, проведённом в АО «Дубовое» на чернозёме типичном, установлено проявление процесса переувлажнения. Различия в морфоло-

Рисунок. *Внешний вид опорного профиля почвы приствольной полосы яблони при капельном орошении (а) и без орошения (б).*

4. Морфологическое описание почвы АО «Дубовое» в зависимости от способа орошения

Капельное орошение	Без орошения
Лугово-черноземная выщелоченная среднемощная тяжелосуглинистая на покровном карбонатном суглинке	Чернозем типичный среднемощный тяжелосуглинистый на покровном карбонатном суглинке
Ап (0…20) – влажный (в междурядье среднеувлажненный), темно-серый, слабоуплотненный (в междурядье – среднеуплотненный), мелкозернистый (в междурядье – комковато-призматический), тяжелый суглинок, копролиты, корни растений, граница волнистая, переход ясный; Апп (20…37) – влажный, темно-серый, среднеуплотненный (в междурядье – сильноуплотненный), комковато-призматический (в междурядье – призматический), тяжелый суглинок, копролиты, корни растений, граница волнистая, переход ясный; А1 (37…67) – влажный, темно-серый к низу слегка буреет, среднеуплотненный, мелкозернистый, тяжелый суглинок, многочисленные копролиты, корни растений, граница языковатая, переход ясный; АВ (67…82) – (горизонт гумусовых затеков) – влажный, окраска пестрая, мелкозернистый, тяжелый суглинок, многочисленные копролиты, корни растений, граница языковатая, переход ясный; В1g/ (82…120) – влажный, светло-бурый, плотный, комковато-зернистый, тяжелый суглинок, встречаются копролиты, под капельницей мелкие менее 1 мм Mn вкрапления (в междурядье их нет), встречаются слабооглеенные гумусовые кутаны по граням структурных отдельностей (занимаемая ими площадь около 5 %), корни растений, граница ровная переход ясный; В2са (120…135) – влажный, светло-бурый, плотный, комковато-призматический, структура выражена плохо, тяжелый суглинок, вскипает от HC1, карбонатный мицелий, редкие вкрапления оглеенного мелкозема (пятна сизого цвета), граница ровная, переход постепенный; Сса (135…150) – влажный, светло-бурый, плотный, комковато-призматический, структура выражена плохо, тяжелый суглинок, бурно вскипает от HC1, обильный карбонатный мицелий, карбонатные налеты, карбонатные журавчики 1…3 см (очень плотные, с внутренней перекристаллизацией карбонатные конкреции), редкие вкрапления оглеенного мелкозема (пятна сизого цвета).	Ап (0…15) – среднеувлажненный, темно-серый, среднеуплотненный, мелкозернистый, тяжелый суглинок, копролиты, корни растений, граница волнистая, переход заметный; Апп (15…25) (выражен значительно хуже, чем в предыдущем разрезе) – среднеувлажненный, темно-серый, среднеуплотненный, зернисто-комковато-призматический, тяжелый суглинок, копролиты, корни растений, граница волнистая, переход заметный; А1 (25…80) – среднеувлажненный, темно-серый к низу слегка буреет, среднеуплотненный, мелкозернистый, тяжелый суглинок, многочисленные копролиты, корни растений, граница волнистая, переход постепенный; АВ (80…90) – влажный, темно-бурый, мелкозернистый, тяжелый суглинок, многочисленные копролиты, корни растений, граница языковатая, переход резкий; Вса (90…120) – влажный, светло-бурый, сильноуплотненный, комковато-призматический, структура выражена плохо, тяжелый суглинок, вскипает от HC1, кротовины, карбонатный мицелий, граница ровная, переход постепенный; Сса (120…150) – влажный, светло-бурый, плотный, комковато-призматический, структура выражена плохо, тяжелый суглинок, бурно вскипает от HC1, обильный карбонатный мицелий, карбонатные налеты (окарбоначен сильнее предыдущего).

гическом строении позволяют классифицировать почву под капельным орошением как полугидроморфный аналог чернозёма типичного (табл. 4).

Переувлажнение почвы привело к резкому снижению содержания подвижного фосфора в среднем на 37 мг/кг (табл. 5). В отношении обменного калия отмечена та же тенденция. Зафиксировано подкисление почвы, несмотря на увеличение содержания обменного магния. По pH солевой вытяжки за период орошения почва перешла из категории «слабокислой» в категорию «среднекислой». В литературе есть сведения о том, что капельное орошение может способствовать увеличению подвижности фосфора и его мобильности [11], что в свою очередь может приводить к его вымываю в поверхностные водоемы и грунтовые воды [12].

Таким образом, на различных типах почвы орошение по-разному изменяет водно-физические и агрохимические свойства. Более тяжёлый по гранулометрическому составу и менее водопроницаемый чернозём склонен к переувлажнению, что приводит к изменению его агрохимических свойств. Значительно снижается содержание подвижного фосфора и обменного калия (на 37…42 мг/кг). Более лёгкая тёмно-серая лесная почва имеет тенденцию к изменению интенсивности процесса оподзоливания. При этом отмечено увеличение содержания обменного кальция на 2,5…3,0 ммоль/100г и величины обменной кислотности почвы на 1,3 ед. pH.

5. Агрохимическая характеристика чернозёмной почвы АО «Дубовое»

Слой, см	Капельное орошение						Без орошения					
	pH	$C_{орг.}$, %	P, мг/кг	K, мг/кг	$Ca_{обм}$, ммоль	$Mg_{обм}$, ммоль	pH	$C_{орг.}$, %	P, мг/кг	K, мг/кг	$Ca_{обм}$, ммоль	$Mg_{обм}$, ммоль
0…20	4,7	3,3	106	105	25,4	7,0	5,0	3,2	142	238	26,4	6,2
21…40	4,6	3,2	112	104	24,4	9,2	5,1	3,1	206	140	25,6	6,4
41…60	4,9	2,7	85	89	26,4	6,4	5,4	2,4	77	103	27,0	6,4
61…80	5,3	1,4	77	106	24,8	6,4	5,6	1,9	103	100	25,8	7,0
0…80	4,9	2,7	95	101	25,3	7,3	5,3	2,7	132	145	26,2	6,5
$НСР_{05}$	0,1	0,1	13	13	2,1	0,06	0,1	0,1	14	19	2,2	0,1

Литература.

1. Безопасные системы и технологии капельного орошения: научный обзор ФГНУ «РосНИИПМ» / сост. Г. Т. Балакай, Л. А. Воеводина, Ю. Ф. Снипич и др. М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2010. 52 с.

2. Muršec M., Leveque J., Chaussod R., Gurmi P. The impact of drip irrigation on soil quality in sloping orchards developed on marl – A case study // Plant, Soil and Environment. 2018. Vol. 64, No. 1. P. 20–25.

3. Ţiu J. V., Teodorsku R. I., Mihalache M. The Effect of Drip Irrigation on Several Physical and Chemical Features of Soil // Romanian Biotechnological Letters. 2016. Vol. 4. No. 4. P. 11737–11745.

4. Щербаков А. П., Васенев И. И. Агроэкологическое состояние черноземов ЦЧО [Электронный ресурс]. 1996. URL: http://knigi.link/pochv-agroekologiya-ekologiya/vliyanie-orosheniya-chernozemyi-48088.html (дата обращения 23.12.2016).

5. Габбасова И. М. Влияние орошения на свойства черноземов в Зауральской степной зоне // Вестник ОГУ. 2009. № 6 (100). С. 548–551.

6. Neilsen G. H., Parchomchuk P., Neilsen D. Irrigation frequency and quantity affect root and top growth of fertigated 'McIntosh' apple on M9, M26 and M7 rootstock // Canadian Journal of Plant Science. 1997. Vol. 71, No. 1. P. 133–139.

7. Neilsen G.H., Hogue E.J., Meheriuk M. Nitrogen fertilization and orchard floor vegetation management affect growth, nutrition and fruit quality of Gala apple // Canadian Journal of Plant Science. 1999. Vol. 79, No. 3. Pp. 379–385.

8. Murray R. S., Grant C.D. The Impact of Irrigation on Soil Structure. Canberra: The National Program for Sustainable Irrigation. The University of Adelaide, 2007. 31 p.

9. Петербургский А. В. Практикум по агрономической химии. 6-е изд. М.: Колос, 1968. 496 с.

10. Lošak T., Čermák P., Hlušek J. Changes in fertilization and liming of soils of the Czech Republic for the past 20 years // Archives of Agronomy and Soil Science. 2012. Vol. 58. P. 238–242.

11. Bacon P., Davey B. Nutrient availability under trickle irrigation: I. Distribution of water and Bray no. 1 phosphate // Soil Science

Society of America Journal. 1982. Vol. 46. P. 981–987.

12. Skhiri A., Dechmi F., Impact of sprinkler irrigation management on the Del Reguero River (Spain) II: Phosphorus mass balance // Agricultural water management. 2012. Vol. 103. P. 130–139.

Influence of Drip Irrigation on Agrophysical and Agrochemical Soil Properties in an Intensive Garden

G. N. Pugachev[1], A. I. Kuzin[1,2]
[1]I. V. Michurin Federal Scientific Center, ul. Michurina, 30, Michurinsk, Tambovskaya obl., 393774, Russian Federation
[2]Michurinsk State Agrarian University, ul. Internatsional'naya, 101, Michurinsk, Tambovskaya obl., 393760, Russian Federation

Abstract. *The increasing use of drip irrigation in the garden areas leads to increased anthropogenic pressure on the soil preconditioning the need to investigate this issue. The study of soil fertility changes under the influence of drip irrigation and fertigation was carried out for 6 years on dark grey forest medium-thick soil in the Lipetsk region and typical medium-thick heavy loamy chernozem on carbonate covering silt in the Tambov region in the intensive apple trees plantations, planted in 2010. Drip irrigation had a different effect on the morphological, physical and agrochemical properties of the soil, depending on its type. Dark grey forest soil was characterized by a 2.0–2.5 times increase in structuring ratio and 20% increase in the content of agronomically valuable aggregates and improved agrochemical and physicochemical properties. The soils of this type were less susceptible to podzolization under the influence of drip irrigation. At the same time, we registered an increase in the content of exchange calcium by 2.5–3.0 mmol/100 g and an increase in exchange acidity by 1.3 pH units. Long drip irrigation of the typical chernozem heavier in terms of particle-size distribution resulted in its overwatering. We registered a decrease in the content of mobile phosphorus by 37 mg/kg and an increase in soil acidity. During the irrigation period, the category of the soil changed from "subacid" to "medium acid". Consequently, when designing intensive gardens, it is necessary to conduct a detailed survey of the soil, determine its type and subtype, aggregate and particle size distribution, exchange acidity level, humus content and content of the main macronutrients in order to simulate the predicted changes in these indicators and rationally organize soil preparation and maintenance, and application of fertilizers.*

Keywords: *drip irrigation; soil; typical chernozem; dark grey forest soil; soil particle size distribution; aggregate and structural analysis; acidity; mobile phosphorus.*

Author Details: *G. N. Pugachev, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow (e-mail: grignir42@mail.ru); A. I. Kuzin, D. Sc. (Agr.), leading research fellow, assoc. prof.*

For citation: *Pugachev G. N., Kuzin A. I. Influence of Drip Irrigation on Agrophysical and Agrochemical Soil Properties in an Intensive Garden. Zemledelie. 2019. No. 6. Pp. 5–8 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10601.*

Уважаемые коллеги!

Поздравляем коллектив журнала «Земледелие» с фантастической для печатного СМИ датой – 80-летием!

Будучи теоретическим и научно-практическим ваш журнал вносит огромный вклад в популяризацию аграрной науки и способствует практической реализации ее достижений на практике.

Во все времена в журнале «Земледелие» считали за честь публиковаться выдающиеся ученые-аграрии Советского Союза и России. Вы постоянно уделяете внимание наиболее значимым проблемам – эффективному использованию земли, сохранению и преумножению ее плодородия, селекции и семеноводству, вопросам механизации сельского хозяйства и др.

За 80 лет плодотворной работы состав редакции, конечно, менялся, но ваши редакторы, журналисты, сотрудники изначально очень правильно определили целевую аудиторию журнала и все годы работы профессионально и бережно ее расширяли.

Будьте и впредь востребованы, успешны, авторитетны. Здоровья и благополучия всем членам редколлегии и сотрудникам редакции журнала «Земледелие».

С искренним уважением, от имени коллектива СФНЦА РАН,
заместитель председателя СО РАН,
директор СФНЦА РАН, академик РАН *Н.И. КАШЕВАРОВ*

Уважаемые члены редакционной коллегии и сотрудники журнала «Земледелие»!

Поздравляю со знаменательной датой – 80-летием со дня основания теоретического и научно-практического журнала «Земледелие» – ведущего агрономического издания России.

Более полувека вы публикуете актуальную информацию о сельском хозяйстве, статьи известных ученых, ведущих исследования в области земледелия, растениеводства, селекции сельскохозяйственных культур, рассказываете об опыте агрономической работы в различных регионах Российской Федерации и за рубежом.

Универсальность и острота тематики, оригинальная подача материала, замечательный дизайн, делают журнал актуальным для всех, кто связал свою деятельность с землей, прежде всего, для агрономов-практиков и руководителей хозяйств различных форм собственности, заинтересованных в успешном использовании земельных ресурсов. Регулярно и широко вы освещаете научную деятельность сотрудников ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН», а молодые ученые нашего Центра формируют и совершенствуют свои профессиональные компетенции, используя издание при подготовке к защите кандидатских диссертаций.

За прошедшие десятилетия менялись составы редакционной коллегии и редакции, условия работы и характер проблем, но благодаря талантливым и увлеченным своим делом людям, неравнодушным к судьбе издания, научное направление журнала и качественный уровень публикаций удалось сохранить.

Вы завоевали прочное место на российском информационном рынке агропромышленного комплекса, став авторитетным, высокопрофессиональным, актуальным изданием, всегда стремящимся оставаться на позициях независимости и объективности.

Пусть и впредь «Земледелие» радует своих читателей яркими и глубокими публикациями, интересными и полезными материалами.

Желаю вам и вашему изданию дальнейшего процветания, новых творческих успехов, реализации намеченных планов и многочисленных начинаний, роста тиражей и расширения читательской аудитории!

С уважением,
директор ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН»
доктор сельскохозяйственных наук *С. И. ТЮТЮНОВ*

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10602
УДК 631.85:445.24:631.821.1:631.559

Агроэкономическая эффективность фосфорных удобрений при возделывании культур полевого севооборота в зависимости от фосфатного уровня и кислотности дерново-подзолистой почвы

Р. Ф. БАЙБЕКОВ[1], член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник
Н. А. КИРПИЧНИКОВ[2], доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник
С. П. БИЖАН[2], старший научный сотрудник (e-mail: bighan1@yandex.ru)
А. А. АБРАМОВ, аспирант[3]
[1]Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127550, Российская Федерация
[2]Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д. Н. Прянишникова, ул. Прянишникова, 31а, Москва, 127550, Российская Федерация
[3]Донской государственный аграрный университет, ул. Кривошлыкова, 24, пос. Персиановский, Октябрьский р-н, Ростовская обл, 346493, Российская Федерация

Исследования проводили в благоприятные по увлажнению 2009–2013 гг. в длительном полевом опыте, заложенном в 1972 г. в Московской области. Цель работы – определить эффективность фосфорных удобрений в звене полевого севооборота озимая пшеница – яровой ячмень – клевер луговой в зависимости от фосфатного уровня и кислотности дерново-подзолистой почвы. Исходная почва слабоокультуренная с содержанием гумуса (по Тюрину) 1,64 %, подвижных фосфора и калия (по Кирсанову) – 25 и 115 мг/кг соответственно, pH_{KCl} – 4,2…4,5, S – 8,5, Нг – 4,5 мг.-экв./100 г. Схема опыта предусматривала изучение следующих вариантов: известкование (фактор А) – без извести; известь, 12 т/га по 1,5 Нг; содержание подвижного фосфора в почве (фактор В) – низкое (22…25 мг/кг), среднее (77…86 мг/кг); доза свежевнесенного фосфора (фактор С) – 0, 50, 100 кг/га P_2O_5. Площадь делянок – 56 м^2. Общим фоном в опыте под озимую пшеницу вносили $N_{120}K_{100}$, под ячмень – $N_{60}K_{80}$, под клевер – K_{120}. На сильнокислой с низким содержанием подвижного фосфора дерново-подзолистой почве формировалась урожайность зерна озимой пшеницы 2,75 т/га, ячменя – 2,46 т/га, сухой массы клевера – 9,00 т/га, которая при внесении P_{100} увеличивалась соответственно на 49, 45 и 22 %. При среднем содержании подвижных фосфатов, известковании и применении P_{100} урожайность озимой пшеницы достигала 6,2 т/га, ячменя – 4,7 т/га, клевера – 12,9 т/га. Продуктивность звена севооборота благодаря известкованию и повышению фосфатного фона увеличивалась с 10,71 до 18,34 тыс. зерн. ед./га, или на 71 %. Окупаемость затрат в опыте была наибольшей (1,87 руб./руб.) при внесении P_{50} на неизвесткованном низком фосфатном фоне. Затраты на P_{100} не окупались стоимостью дополнительного урожая. На известкованной со средним фосфатным уровнем почве окупаемость затрат на фосфорные удобрения дополнительным урожаем снижалась в два раза.

Ключевые слова: *фосфорные удобрения, культуры, севооборот, урожайность, экономическая эффективность.*

Для цитирования: *Агроэкономическая эффективность фосфорных удобрений при возделывании культур полевого севооборота в зависимости от фосфатного уровня и кислотности дерново-подзолистой почвы / Р. Ф. Байбеков, Н. А. Кирпичников, С. П. Бижан и др. // Земледелие. 2019. № 6. С. 9–11. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10602.*

Низкая продуктивность слабоокультуренных дерново-подзолистых почв, занимающих основную (около 60 %) часть Центрального Нечерноземья, обусловлена, прежде всего, слабой обеспеченностью их фосфатами и повышенной кислотностью [1].

Рациональное использование фосфорных удобрений возможно лишь при дифференцированном подходе к их применению с учетом не только обеспеченности дерново-подзолистой почвы подвижными фосфатами и других ее свойств, но и известкования. Особенно это важно сегодня, когда производству предложены новые сорта сельскохозяйственных культур интенсивного типа, изменились технологии их возделывания [2, 3]. В условиях увеличения диспаритета цен на средства химизации и продукцию растениеводства важное значение имеют результаты определения агроэкономической эффективности применения удобрений, особенно при выращивании сельскохозяйственных культур в севообороте.

Цель работы – определить эффективность применения фосфорных удобрений при возделывании культур полевого севооборота в зависимости от фосфатного уровня и кислотности дерново-подзолистой почвы.

Исследования проводили в 2009–2013 гг. в длительном полевом опыте, заложенном в 1972 г. на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве Центральной опытной станции ВНИИА (пос. Барыбино Московской области). Исходная слабоокультуренная почва характеризовалась следующими показателями: содержание гумуса (по Тюрину) – 1,64 %; pH_{KCl} – 4,2…4,5; S – 8,5; Нг – 4,5; $H_{обм}$ – 0,55 мг.-экв./100 г; содержание подвижных форм фосфора и калия (по Кирсанову) – 25 и 115 мг/кг соответственно. Известкование проводили в дозе по 1,5 Нг (12 т/га). Эффективность свежевнесенных фосфорных удобрений в виде суперфосфата в дозах 0, 50, 100 кг/га по P_2O_5 (фактор С) изучали на низком (22…25 мг/кг P_2O_5) и среднем (77…86 мг/кг P_2O_5)

1. Эффективность фосфорных удобрений в зависимости от фосфатного уровня и кислотности дерново-подзолистой почвы при возделывании озимой пшеницы в севообороте (среднее за 2009-2011 гг.)

Вариант		Урожайность, т/га*	Прибавка от P_2O_5, т/га	Стоимость прибавки, руб./га	Затраты на применение P_2O_5, руб./га	Условно чистый доход, руб./га	Окупаемость затрат, руб./руб.
содержание в почве, мг/кг	доза P_2O_5, кг/га						
Без извести (pH_{KCl} 4,2…4,5)							
22…25	0	2,75	–	–	–	–	–
	50	3,45	0,70	6020	2590	3430	1,32
	100	4,09	1,34	11524	5180	6344	1,22
77…86	0	4,65	–	–	–	–	–
	50	5,30	0,65	5590	2590	3000	1,15
	100	5,58	0,93	7998	5180	2818	0,54
Известь, 12 т/га (pH_{KCl} 5,3…5,5)							
22…25	0	3,72	–	–	–	–	–
	50	4,27	0,55	4370	2590	1780	0,68
	100	4,57	0,85	7310	5180	2130	0,41
77…86	0	5,52	–	–	–	–	–
	50	6,22	0,70	6020	2590	3430	1,32
	100	6,20	0,68	5848	5180	668	0,12

*$НСР_{05}$ для факторов: А (известь) – 0,03 т/га; В (уровень содержания в почве) – 0,05 т/га; С (доза P_2O_5) – 0,03 ц/га

2. Эффективность фосфорных удобрений в зависимости от фосфатного уровня и кислотности дерново-подзолистой почвы при возделывании ярового ячменя в севообороте (среднее за 2010-2012 гг.)

Вариант		Урожайность, т/га*	Прибавка от P_2O_5, т/га	Стоимость прибавки, руб./га	Затраты на применение P_2O_5, руб./га	Условно чистый доход, руб./га	Окупаемость затрат, руб./руб.
содержание в почве, мг/кг	доза P_2O_5, кг/га						
Без извести (pH_{KCl} 4,2...4,5)							
22...25	0	2,46	–	–	–	–	–
	50	3,13	0,97	8342	2590	5752	2,22
	100	3,60	1,14	9804	5180	4624	0,89
77...86	0	3,42	–	–	–	–	–
	50	3,86	0,44	3784	2590	1194	0,46
	100	4,15	0,73	6278	5180	1098	0,21
Известь, 12 т/га (pH_{KCl} 5,3...5,5)							
22...25	0	3,37	–	–	–	–	–
	50	4,18	0,81	6966	2590	4376	1,68
	100	4,40	1,03	8858	5180	3678	0,71
77...86	0	3,92	–	–	–	–	–
	50	4,56	0,64	5504	2590	2914	1,12
	100	4,70	0,78	6708	5180	1528	0,29

**$НСР_{05}$ для факторов: А (известь) – 0,04 т/га; В (уровень содержания в почве) – 0,03 т/га; С (доза P_2O_5) – 0,05 ц/га*

фонах содержания подвижных фосфатов (фактор В), которые создавали в течение 6 лет ежегодным внесением суперфосфата в дозе 100 кг/га P_2O_5 на неизвесткованной и известкованной почве (фактор А).

Чередование культур звена севооборота – озимая пшеница (сорт Московская 39) – яровой ячмень (сорт НУР) с подсевом клевера лугового (сорт ВИК-7) – клевер луговой 1-го года пользования. Опыт проводили на трех полях. Все годы исследований были благоприятными, за исключением весны и лета 2010 г., когда осадков выпало 30 % от среднемноголетнего количества.

Площадь делянок 56 м^2. Агротехника – принятая в Московской области. В качестве общего фона под озимую пшеницу применяли азотные (в форме аммиачной селитры) и калийные (в форме хлористого калия) удобрения в количестве $N_{120}K_{100}$, под яровой ячмень – $N_{60}K_{80}$, под клевер (вносили после уборки ячменя) – K_{120}. Экономическую эффективность определяли по методике [4], статистическую обработку данных по урожайности осуществляли методом дисперсионного анализа.

Исследования показали, что урожайность сельскохозяйственных культур и экономическая эффективность фосфорных удобрений зависели от дозы их применения, фосфатного фона, а также кислотности почвы. Наибольшую в опыте эффективность фосфорных удобрений отмечали при низком содержании подвижных фосфатов (22...25 мг/кг) в неизвесткованной почве.

На неизвесткованной почве при низком содержании подвижных фосфатов (22...25 мг/кг) урожайность озимой пшеницы, по отношению к фону NK, повышалась при максимальной в опыте дозе фосфорных удобрений на 49 % (табл. 1), ярового ячменя – на 45 % (табл. 2), клевера лугового – на 22 % (табл. 3). При среднем содержании подвижных фосфатов (77...86 мг/кг) на неизвесткованной почве эффективность фосфорных удобрений снижалась – прибавки от их применения составляли 20, 22 и 4 % соответственно.

На известкованной почве в результате повышения доступности растениям фосфора [5, 6, 7] прибавки урожая от фосфорных удобрений снижались, особенно при среднем содержании подвижных фосфатов в почве – при возделывании озимой пшеницы сбор зерна увеличился на 13 %, а при выращивании клевера лугового фосфорные удобрения были неэффективны, что связано с его биологическими особенностями, как и других бобовых культур, усваивать малодоступные фосфаты почвы [8, 9]. Растения ячменя реагировали на возрастающую обеспеченность почвы фосфором примерно так же, как и озимая пшеница.

В зависимости от урожайности культур изменялись и экономические показатели. Так, условно чистый доход на озимой пшенице варьировал почти в 10 раз и был максимальным (6344 руб./га) при использовании P_{100} и низком содержании подвижных фосфатов в неизвесткованной почве. Для ярового ячменя величина этого показателя была максимальной в варианте P_{50} на фоне известкования. При возделывании клевера в севообороте условно чистый доход был высоким (5410 и 5820 руб./га) при внесении фосфорных удобрений на фоне низкого содержания подвижных фосфатов в неизвесткованной почве. Окупаемость затрат на применение фосфорных удобрений была наибольшей при их внесении в дозе 50 кг/га P_2O_5 на низком фосфатном фоне неизвесткованной почвы, а при возделывании озимой пшеницы еще и на среднем фосфатном фоне известкованной почвы. При среднем содержании подвижных фосфатов фосфорные удобрения в дозе 100 кг/га не окупались стоимостью дополнительного урожая при возделывании зерновых культур, а на клевере луговом и при низкой дозе P_2O_5 (50 кг/га).

Максимальная продуктивность звена севооборота в опыте отмечена при внесении фосфорных удобрений на среднеобеспеченной фосфором известкованной почве. Она достигала 18,34 тыс. зерн. ед./га (табл.4), что выше фона NK почти на 76 %.

Условно чистый доход, а также окупаемость затрат на применение фосфорных удобрений в звене севооборота достигали наибольших величин при выращивании культур на низком фосфатном фоне неизвесткованной почвы. В вариантах с известкованием они снижались в 2 раза и более, по сравнению с вариантами без внесения извести. На фоне среднего содержания подвижных фосфатов в почве затраты на применение высокой дозы P_2O_5 (100 кг/га) в звене севооборота не окупались стоимостью дополнительной продукции.

3. Эффективность фосфорных удобрений в зависимости от фосфатного уровня и кислотности дерново-подзолистой почвы при возделывании клевера лугового в севообороте (среднее за 2011-2013 гг.)

Вариант		Урожайность, т/га*	Прибавка от P_2O_5, т/га	Стоимость прибавки, руб./га	Затраты на применение P_2O_5, руб./га	Условно чистый доход, руб./га	Окупаемость затрат, руб./руб.
содержание в почве, мг/кг	доза P_2O_5, кг/га						
Без извести (pH_{KCl} 4,2...4,5)							
22...25	0	9,9	–	–	–	–	–
	50	11,5	1,6	8000	2590	5410	2,08
	100	12,1	2,2	11000	5180	5820	1,12
77...86	0	11,9	–	–	–	–	–
	50	12,2	0,3	1500	2590	–	–
	100	12,3	0,4	2000	5180	–	–
Известь, 12 т/га (pH_{KCl} 5,3...5,5)							
22...25	0	12,0	–	–	–	–	–
	50	12,8	0,8	4000	2590	1410	0,54
	100	12,9	0,9	4500	5180	–	–
77...86	0	12,5	–	–	–	–	–
	50	12,3	–0,2	–	2590	–	–
	100	12,4	–0,1	–	5180	–	–

**$НСР_{05}$ для факторов: А (известь) – 0,11 т/га; В (уровень содержания в почве) – 0,10 т/га; С (доза P_2O_5) – 0,12 т/га.*

4. Влияние фосфорных удобрений на продуктивность звена полевого севооборота и экономические показатели в зависимости от фосфатного фона и известкования дерново-подзолистой почвы (среднее за 2009–2013 гг.)

Вариант		Продуктивность, тыс. зерн. ед./га*	Прибавка от P_2O_5, тыс. зерн. ед./га	Стоимость прибавки, руб./га	Затраты на применение P_2O_5, руб./га	Условно чистый доход, руб./га	Окупаемость затрат, руб./руб.
содержание в почве, мг/кг	доза P_2O_5, кг/га						
Без извести (pH_{KCl} 4,2…4,5)							
22…25	0	10,71	–	–	–	–	–
	50	13,02	2,31	22362	7770	14592	1,87
	100	14,56	3,85	32328	15540	16788	1,08
77…86	0	14,95	–	–	–	–	–
	50	16,32	1,37	10874	7770	3104	0,39
	100	17,00	2,05	16276	15540	736	0,04
Известь, 12 т/га (pH_{KCl} 5,3…5,5)							
22…25	0	13,83	–	–	–	–	–
	50	15,70	1,87	15336	7770	7566	0,97
	100	16,33	2,50	20668	15540	5128	0,32
77…86	0	16,79	–	–	–	–	–
	50	18,17	1,38	11524	7770	3754	0,48
	100	18,34	1,55	12556	15540	–	–

**$НСР_{05}$ для факторов: А (известь) – 0,07 т/га; В (уровень содержания в почве) – 0,11 т/га; С (доза P_2O_5) – 0,12 т/га.*

Таким образом, на сильнокислой с низким содержанием подвижного фосфора слабоокультуренной дерново-подзолистой почве формируется урожайность озимой пшеницы 2,75 т/га, ячменя – 2,46 т/га, сухой массы клевера – 9,00 т/га. При внесении удобрений, особенно в высокой (P_{100}) дозе, она повышается соответственно на 49, 45 и 22 %.

На фоне средней обеспеченности почвы подвижным фосфором, а также при ее известковании, эффект от применения фосфорных удобрений на озимой пшенице и яровом ячмене снижается почти в 2 раза, а на клевере не проявляется вовсе.

Наибольшая урожайность озимой пшеницы (6,20…6,22 т/га), ярового ячменя (4,56…4,70 т/га) и сухой массы клевера (12,0…12,90 т/га) формировалась при сочетании фосфорных и известковых удобрений.

Суммарные (в звене севооборота) прибавки урожайности от внесения $P_{50...100}$ на неизвесткованном фоне составили 2,31…3,85 тыс. зерн. ед. /га при условно чистом доходе 14,6…16,8 тыс. руб./га. Продуктивность звена севооборота на фоне азотно-калийных удобрений благодаря окультуриванию почвы (известкования и повышения фосфатного уровня) увеличилась с 10,71 до 18,34 тыс. зерн. ед. /га, или на 7,63 тыс. зерн. ед. /га (71 %). Затраты на применение высокой (P_{100}) дозы фосфора в звене севооборота на известкованной почве со средним содержанием подвижных фосфатов не окупались стоимостью дополнительной продукции.

Литература.

1. Сычев В. Г., Шафран С. А. Агрохимические свойства почв и эффективность минеральных удобрений. М.: ВНИИА. 2013. 296 с.

2. Кутровский В. Н., Сандухадзе Б. И., Кирдин В. Ф. Инновационные, селекционные и технологические разработки – основа развития сельскохозяйственного производства // Матер. науч.-практ. конф. «Ресурсосберегающие технологии – основа успешной реализации приоритетного национального проекта «Развитие АПК». «Возможности развития биоэнергетики в системе АПК России». М.: Росинформагротех, 2007. С. 56–58.

3. Ваулина Г. И., Алиев А. М., Самойлов Л. Н. Роль комплексного применения средств химизации в повышении урожайности зерновых культур и окупаемости удобрений // Плодородие. 2016. № 5. С. 47–49.

4. Справочник экономиста сельскохозяйственных организаций. М.: ФГВНУ «Росинформагротех», 2012. 270 с.

5. Cooke G. W. Phosphorus and Potassium Problems in Plant Production and How to solve them. The IX Congress on Fertilizers. Budapest. 1984. Pp. 1–39.

6. Кирпичников Н. А. Влияние извести на фосфатный режим слабоокультуренной дерново-подзолистой почвы при длительном применении удобрений // Агрохимия. 2016. № 12. С. 3–8.

7. Агробиологический цикл фосфора / А. Л. Иванов, В. Г. Сычев, Л. М. Державин и др. М.: ВНИИА им. Д. Н. Прянишникова, 2012. 518 с.

8. Трепачев Е. П., Кирпичников Н. А., Ягодина М. С. К вопросу об отношении клевера лугового к кислотности почвы, фосфатному уровню и отзывчивости на фосфорное удобрение // Агрохимия. 1989. № 2. С. 59–68.

9. Волков А. А. Агрохимическая эффективность форм фосфорных удобрений при известковании с применением биопрепаратов. Автореф. … дис. канд. с.-х. наук. М. 2012. 37 с.

Agroeconomic Efficiency of Phosphorous Fertilizers when Cultivating Crops in a Field Rotation Depending on the Phosphate Content and Acidity of Sod-Podzolic Soil

R. F. Baibekov[1], N. A. Kirpichnikov[2], S. P. Bizhan[2], A.A. Abramov[3]

[1]Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ul. Timiryazevskaya, 49, Moskva, 127550, Russian Federation

[2]D. N. Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agrochemistry, ul. Pryanishnikova, 31 a, Moskva, 127550, Russian Federation

[3]Don State Agrarian University, ul. Krivoshlykova 24, pos. Persianovskii, Oktyabr'skii r-n, Rostovskaya obl., 346493, Russian Federation

Abstract. *The studies were carried out in the years 2009–2013, favourable for moistening, in a long-term field experiment established in 1972 in the Moscow region. The purpose of the work was to determine the efficiency of phosphorus fertilizers in a field crop rotation (winter wheat, spring barley, meadow clover) depending on the phosphate level and acidity of sod-podzolic soil. The initial soil was poorly cultivated with the content of humus (according to Tyurin) of 1.64%, of mobile phosphorus and potassium (according to Kirsanov) – 25 and 115 mg/kg, respectively; pH(KCl) was 4.2–4.5, S was 8.5, Ha was 4.5 mg-eq/100 g. The experimental design involved the study of the following options: liming (factor A), the content of mobile phosphorus in the soil (factor B), the dose of applied phosphorus (factor C). Factor A included the variant without lime and the dose of lime of 12 t/ha (1.5 Ha). The content of mobile phosphorus in the soil was low (22–25 mg/kg) and average (77–86 mg/kg). The applied doses of phosphorus were 0, 50, and 100 kg/ha. The plot area was 56 m2. The general background in the experiment for winter wheat was N120K100, for barley – N60K80, for clover – K120. In strongly acidic sod-podzolic soil with a low content of mobile phosphorus, the yield of winter wheat grain was 2.75 t/ha, barley – 2.46 t/ha, dry clover mass – 9.00 t/ha, which increased accordingly by 49, 45 and 22% when applying P100. With the average content of mobile phosphates, liming and P100 application, the yield of winter wheat reached 6.2 t/ha, barley – 4.7 t/ha, clover – 12.9 t/ha. The productivity of the crop rotation link due to liming and increasing the phosphate background increased from 10,710 to 18,340 cereal units/ha, or 71%. Cost recovery in the experiment was the highest (1.87 RUB/RUB) when P50 was applied against an unlimed low phosphate background. The costs of P100 did not pay off with the cost of additional yield. In limed soil with the average phosphate level, the return on the cost of phosphate fertilizers with an additional yield was halved.*

Keywords: *phosphate fertilizers; crops; crop rotation; yield; economic efficiency.*

Author Details: *R. F. Baibekov, corresponding member of the RAS, D. Sc. (Agr.), chief research fellow; N. A. Kirpichnikov, D. Sc. (Agr.), chief research fellow; S. P. Bizhan, senior research fellow (e-mail: bighan1@yandex.ru); A. A. Abramov, post graduate student.*

For citation: *Baibekov R. F., Kirpichnikov N. A., Bizhan S. P., Abramov A. A. Agroeconomic Efficiency of Phosphorous Fertilizers when Cultivating Crops in a Field Rotation Depending on the Phosphate Content and Acidity of Sod-Podzolic Soil. Zemledelie. 2019. No. 6. Pp. 9–11 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10602.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10603
УДК 633.18: 631.416

Мобилизация почвенных фосфатов при возделывании риса

А. Х. ШЕУДЖЕН, академик РАН, доктор биологических наук, зав. кафедрой[1], зав. отделом[2] (e-mail: ashad.sheudzhen@mail.ru)
О. А. ГУТОРОВА, кандидат биологических наук, доцент[1], ведущий научный сотрудник[2] (e-mail: oksana.gutorova@mail.ru)
Х. Д. ХУРУМ[1], доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Т. А. ИЛЛАРИОНОВА[1], аспирант
[1]Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, ул. Калинина, 13, Краснодар, 350044, Российская Федерация
[2]Всероссийский научно-исследовательский институт риса, пос. Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Российская Федерация

Цель работы – изучить влияние удобрений на фосфатный режим почв рисовых полей. Исследования проводили на луговой и лугово-болотной почвах в Республике Адыгея. В качестве удобрения применяли карбамид, двойной суперфосфат и хлористый калий в дозах $N_0P_0K_0$ (контроль), $N_{90}P_{60}K_{45}$, $N_{120}P_{80}K_{60}$, $N_{150}P_{100}K_{75}$ и $N_{180}P_{120}K_{90}$. Почвенные образцы отбирали до посева, в период вегетации и после уборки урожая риса из пахотного слоя. В них определяли содержание валового фосфора и органо-минеральные его соединения, а также групповой состав фосфатов и фракционный состав минеральных фосфатов. Учет урожая риса проводили в фазе полной спелости зерна. В исследуемых почвах на долю минерального фосфора приходилось 16,7...17,3 %, органического – 40,4...41,7 %, не извлекаемого – 41,6...42,3 % от валового содержания. В зависимости от дозы удобрений содержание минерального и органического фосфора в луговой почве увеличилось, по сравнению с контролем на 5,2...16,1 и 1,5...4,4 %, в лугово-болотной – на 6,0...14,7 %, 1,1...2,8 % соответственно. Во фракционном составе минеральных фосфатов доли Ca-P_1, Ca-P_2, Al-P, Fe-P и Ca-P_3 составили 3,2...8,4 %; 11,0...12,8; 14,4...15,8; 26,4...29,3 и 35,2...42,7 % соответственно. Внесение $N_{120}P_{80}K_{60}$, $N_{150}P_{100}K_{75}$ и $N_{180}P_{120}K_{90}$ обеспечило увеличение количества фракций Ca-P_1 в 1,3...2,5 раза, а фосфатов II группы (0,5 Н CH_3COOH) в луговой почве на 6,8; 12,3 и 20,5 %, в лугово-болотной – на 9,2; 13,2 и 26,3 % соответственно. При выращивании риса на луговой почве наибольшая урожайность зерна в опыте достигалась на фоне $N_{150}P_{100}K_{75}$ (прибавка урожая, по отношению к контролю, составила 2,27 т/га), а при возделывании на лугово-болотной почве – на фоне $N_{120}P_{80}K_{60}$ (прибавка 2,11 т/га).

Ключевые слова: *рис, Oryza sativa, луговая почва, лугово-болотная почва, валовой фосфор, групповой состав фосфатов, фракционный состав минеральных фосфатов, удобрения, урожайность*

Для цитирования: *Мобилизация почвенных фосфатов при возделывании риса / А. Х. Шеуджен, О. А. Гуторова, Х. Д. Хурум и др. // Земледелие. 2019. № 6. С. 12–15. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10603.*

Минеральное питание риса фосфором зависит от окислительно-восстановительного потенциала почвы, реакции среды и соотношения в ней двух- и трехвалентных форм железа [1, 2]. Почвы рисовых полей Кубани и Республики Адыгеи характеризуются высокими запасами доступного фосфора [1]. Даже при преобладании в почве труднорастворимых форм фосфора рис не испытывает недостатка в этом элементе благодаря тому, что затопление способствует накоплению фосфора и железа вокруг корневой системы растений [1, 3]. Тем не менее, для формирования высокопродуктивного рисового агроценоза требуется внесение минеральных удобрений. Их применение способствует повышению урожая и качества зерна риса.

Цель работы – изучить влияние удобрений на фосфатный режим почв рисовых полей.

Исследования проводили на луговой и лугово-болотной почвах в ООО «Адыгейский научно-технический центр по рису», расположенном в Тахтамукайском районе Республики Адыгея.

Удобрения вносили с заделкой в почву дисковыми боронами перед посевом риса в следующих дозах: $N_0P_0K_0$ (контроль); $N_{90}P_{60}K_{45}$; $N_{120}P_{80}K_{60}$; $N_{150}P_{100}K_{75}$; $N_{180}P_{120}K_{90}$. В качестве удобрения применяли карбамид, двойной суперфосфат и хлористый калий. Предшественник – рис по рису 2 года.

Почвенные образцы отбирали из пахотного (0...20 см) слоя в 5-кратной повторности до посева, в период вегетации (всходы, кущение, вымётывание-цветение) и после уборки урожая риса. В них определяли содержание валового фосфора по К. Е. Гинзбург, Г. М. Щегловой и Е. А. Вульфиус; минеральных и органических фосфатов – методом кислотно-щелочной экстракции по N. C. Metha, J. O. Legg, C. A. Caring и C. A. Dlack в модификации К. Е. Гинзбург; подвижного фосфора в 0,5 Н CH_3COOH по Ф. В. Чирикову; групповой состав фосфатов – по Ф. В. Чирикову в модификации Э. И. Шконде; фракционный состав минеральных фосфатов – по К. Е. Гинзбург и Л. С. Лебедевой в модификации С. Ф. Неговелова и Н. Г. Пестовой [5, 6, 7].

Учет урожая риса проводили в фазе полной спелости зерна путем уборки учетной делянки с последующим обмолотом и взвешиванием. Массу зерна пересчитывали на стандартную влажность и чистоту согласно ГОСТ 3040-55.

До посева риса и затопления содержание валового фосфора в луговой и лугово-болотной почве составляло соответственно 1806 и 1825 мг/кг. На долю минерального фосфора приходилось 17,3 и 16,7 %, органического – 40,4 и 41,7 и не извлекаемого – 42,3 и 41,6 % от валового содержания. Внесение минеральных удобрений оказало положительное влияние на общее содержание фосфора и способствовало количественному увеличению его минеральных соединений и,

1. Содержание валового фосфора и его форм в почвах, мг/кг

Вариант	Срок определения	Фосфор			
		валовый	минеральный	органический	не извлекаемый
Луговая					
$N_0P_0K_0$ (контроль)	до посева	1806	312	730	764
	после уборки урожая	1800	310	720	770
$N_{90}P_{60}K_{45}$	после уборки урожая	1810	326	731	753
$N_{120}P_{80}K_{60}$	после уборки урожая	1810	342	744	724
$N_{150}P_{100}K_{75}$	после уборки урожая	1815	350	752	713
$N_{180}P_{120}K_{90}$	после уборки урожая	1820	360	739	721
$НСР_{05}$		8	15	11	17
Лугово-болотная					
$N_0P_0K_0$ (контроль)	до посева	1825	304	762	759
	после уборки урожая	1820	300	760	760
$N_{90}P_{60}K_{45}$	после уборки урожая	1810	318	768	724
$N_{120}P_{80}K_{60}$	после уборки урожая	1810	330	781	699
$N_{150}P_{100}K_{75}$	после уборки урожая	1815	332	775	708
$N_{180}P_{120}K_{90}$	после уборки урожая	1820	344	768	708
$НСР_{05}$		9	17	8	20

2. Групповой состав фосфатов в почвах, мг/кг

Вариант	Срок определения	Группа фосфатов				
		I (0,05 Н H_2CO_3)	II (0,5 Н CH_3-COOH)	III (0,5 Н HCl)	IV (3,0 Н NH_4OH)	V (нерастворимый)
Луговая						
$N_0P_0K_0$	до посева	10	58	336	638	764
(контроль)	после уборки урожая	8	52	330	640	770
$N_{90}P_{60}K_{45}$	после уборки урожая	9	54	334	660	753
$N_{120}P_{80}K_{60}$	после уборки урожая	11	62	345	668	724
$N_{150}P_{100}K_{75}$	после уборки урожая	13	68	348	673	713
$N_{180}P_{120}K_{90}$	после уборки урожая	14	70	351	664	721
$НСР_{05}$		2	5	4	16	16
Лугово-болотная						
$N_0P_0K_0$	до посева	14	66	339	647	759
(контроль)	после уборки урожая	11	62	337	650	760
$N_{90}P_{60}K_{45}$	после уборки урожая	12	66	338	670	724
$N_{120}P_{80}K_{60}$	после уборки урожая	17	70	348	678	699
$N_{150}P_{100}K_{75}$	после уборки урожая	18	73	352	664	708
$N_{180}P_{120}K_{90}$	после уборки урожая	20	77	356	659	708
$НСР_{05}$		4	4	9	9	20

в меньшей мере, органических. После уборки урожая риса, в зависимости от дозы удобрений, содержание минерального и органического фосфора в луговой почве увеличивалось, по сравнению с контролем, на 5,2...16,1 и 1,5...4,4 %, в лугово-болотной – на 6,0...14,7 и 1,1...2,8 % соответственно (табл. 1). При этом под действием удобрений количество не извлекаемого экстрагирующим раствором фосфора в исследуемых почвах уменьшилось на 2,2...7,4 и 4,7...8,0 % соответственно, что указывает на усиление процессов выветривания фосфорсодержащих минералов и разрушение прочно связанных фосфатов [1, 2].

Следует отметить, что на фосфатное состояние почв сильнее повлияли дозы $N_{120}P_{80}K_{60}$, $N_{150}P_{100}K_{75}$ и $N_{180}P_{120}K_{90}$. При этом больше минеральных и меньше органических соединений фосфора отмечено в луговой почве, где на их долю приходилось 17,2...19,8 и 40,0...41,4 %, тогда как в лугово-болотной их было 16,5...18,9 и 41,7...43,1 % от валового содержания соответственно.

Один из важнейших показателей состояния фосфатного статуса почв – содержание пяти групп фосфатов, особенно первых трех, в разной степени доступных растениям (табл. 2). Результаты анализа свидетельствуют, что легкорастворимые фосфаты I группы находятся в небольшом количестве (0,4...1,1 % от валового). До посева риса и внесения удобрений их содержание в луговой и лугово-болотной почвах составляло 10 и 14 мг/кг соответственно. После уборки урожая их количество в вариантах $N_{120}P_{80}K_{60}$, $N_{150}P_{100}K_{75}$, $N_{180}P_{120}K_{90}$ возрастало до 13...20 мг/кг и сильнее это проявлялось в лугово-болотной почве. Однако такого количества недостаточно для обеспечения оптимального питания растений риса, которое, в основном, осуществляется фосфатами II и III групп. До затопления почвы содержание фосфатов II группы составляло 58 мг/кг в луговой и 66 мг/кг в лугово-болотной почвах. Осенью после вегетации риса в зависимости от дозы внесенных удобрений их количество увеличивалось в основном в вариантах $N_{120}P_{80}K_{60}$, $N_{150}P_{100}K_{75}$ и $N_{180}P_{120}K_{90}$ на 6,9...20,7 % и 6,0...16,7 % соответственно.

3. Фракционный состав минеральных фосфатов в почвах, мг/кг

Вариант	Срок определения	Фракция				
		$Ca\text{-}P_1$	$Ca\text{-}P_2$	Al-P	Fe-P	$Ca\text{-}P_3$
Луговая						
$N_0P_0K_0$	до посева	12	36	48	87	129
(контроль)	после уборки урожая	10	34	49	88	129
$N_{90}P_{60}K_{45}$	после уборки урожая	12	38	50	89	137
$N_{120}P_{80}K_{60}$	после уборки урожая	14	39	51	92	146
$N_{150}P_{100}K_{75}$	после уборки урожая	20	40	51	94	145
$N_{180}P_{120}K_{90}$	после уборки урожая	25	42	52	95	146
$НСР_{05}$		4	4	2	3	7
Лугово-болотная						
$N_0P_0K_0$	до посева	14	38	46	85	121
(контроль)	после уборки урожая	12	36	47	88	117
$N_{90}P_{60}K_{45}$	после уборки урожая	14	39	48	91	126
$N_{120}P_{80}K_{60}$	после уборки урожая	16	41	52	94	127
$N_{150}P_{100}K_{75}$	после уборки урожая	22	42	52	96	120
$N_{180}P_{120}K_{90}$	после уборки урожая	29	44	53	97	121
$НСР_{05}$		4	3	3	3	3

Фосфаты III группы – труднодоступны для питания растений, они составляют довольно большой запас фосфора в почвах (18,4...19,6 % от валового содержания). Их количество до посева риса в исследуемых почвах составляло 336...339 мг/кг. К концу периода вегетации риса в вариантах с удобрениями и без них содержание фосфатов изменялось в диапазоне 330...356 мг/кг. В эту группу переходят все легкорастворимые фосфаты удобрений и фосфаты, высвобождающиеся при затоплении почв.

Основная часть фосфора почвы представлена фосфатами IV группы, или органофосфатами, содержащимися в луговой и лугово-болотной почвах от 35,3...35,7 % от валового в контроле до 36,5...37,5 % в вариантах с удобрениями. Их внесение в зависимости от дозы способствовало повышению доли этой группы на 3,4...5,5 % в луговой и на 2,0...4,8 % в лугово-болотной почвах.

Нерастворимые фосфаты (V группа) в исследуемых почвах экстрагируются в значительном количестве. Они недоступны для питания растений риса и составляют 38...43 % от валового количества. Внесение удобрений снизило их содержание в почвах, по сравнению с допосевным периодом, на 1,5...8,0 % в зависимости от дозы. При этом большая часть фосфатов V группы осталась в нерастворимом состоянии.

Фракционный состав минеральных фосфатов позволяет количественно оценить фосфорный фонд исследуемых почв (табл. 3).

Результаты исследований показали, что минеральные фосфаты в луговой и лугово-болотной почвах представлены высокоосновными фосфатами кальция, железа и алюминия. На их долю приходится соответственно 40,5...42,7 и 35,2...39,8; 26,4...28,4 и 28,0...29,3; 14,4...15,8 и 15,1...15,8 % от общего содержания минеральных фосфатов. Железо- и алюмофосфаты (III и IV группы) прочно закрепляются минеральной частью почв и из-за малой подвижности не подвергаются выносу из профиля в межвегетационный период и становятся доступными растениям риса при создании анаэробных условий вследствие восстановления соединений железа [1].

Содержание наиболее доступных для питания риса разноосновных кальцийфосфатов ($Ca\text{-}P_1$ и $Ca\text{-}P_2$) менее значительно – 3,2...8,4 и 11,0...12,8 % от общей суммы минеральных соединений. Это фосфаты щелочных металлов, аммония, кислых свежеосажденных фосфатов кальция (магния) и фосфатов кальция (магния) разной осно́вности, двухвалентного железа. На их образование в большей степени повлияли дозы удобрения $N_{120}P_{80}K_{60}$, $N_{150}P_{100}K_{75}$ и $N_{180}P_{120}K_{90}$. При этом действие удобрений сильнее отразилось

4. Динамика содержания подвижного фосфора (P_2O_5) в почвах, мг/кг

Вариант	До посева риса	Фаза вегетации риса			После уборки урожая
		всходы	кущение	выметывание-цветение	
Луговая					
$N_0P_0K_0$ (контроль)	57	69	73	78	54
$N_{90}P_{60}K_{45}$	57	70	76	80	52
$N_{120}P_{80}K_{60}$	57	73	79	82	54
$N_{150}P_{100}K_{75}$	57	77	83	86	57
$N_{180}P_{120}K_{90}$	57	84	88	92	63
$НСР_{05}$	–	4	4	3	2
Лугово-болотная					
$N_0P_0K_0$ (контроль)	68	74	75	79	62
$N_{90}P_{60}K_{45}$	68	77	74	84	60
$N_{120}P_{80}K_{60}$	68	79	82	87	62
$N_{150}P_{100}K_{75}$	68	80	85	92	69
$N_{180}P_{120}K_{90}$	68	91	97	99	72
$НСР_{05}$	–	3	6	4	3

на содержании фракций первой группы Ca-P_1. По сравнению с контролем, их количество после уборки урожая риса возросло в 1,3...2,5 раза.

Внесение удобрений способствовало увеличению содержания высокоосновных фосфатов кальция (Ca-P_3) в луговой почве, по сравнению с лугово-болотной. Это связано с карбонатно-кальциевым режимом почв, поскольку вымыванию карбонатов больше подвержена лугово-болотная почва, что непосредственным образом сказалось на общей сумме минеральных соединений фосфатов.

Изучение фосфатного режима луговой и лугово-болотной почв выявило значительные изменения содержания доступных рису фосфатов II группы в период вегетации растений (табл. 4). До посева их количество в луговой почве составляло 57 мг/кг, в лугово-болотной – 68 мг/кг. Затопление почв и создание в них восстановленных условий способствовало увеличению подвижности фосфора. В фазе всходов количество P_2O_5 в контрольном варианте луговой почвы увеличилось на 21 % и в зависимости от дозы внесенного удобрения на 23...47 %, в лугово-болотной почве – на 9 и 13...34 % соответственно. Максимальное в опыте содержание подвижного фосфора в почве отмечено в фазе цветения риса. После уборки урожая при преобладании окислительных процессов количество подвижных фосфатов снижалось практически до исходного уровня.

На улучшение фосфатного режима исследуемых почв в наибольшей степени повлияли дозы $N_{120}P_{80}K_{60}$, $N_{150}P_{100}K_{75}$ и $N_{180}P_{120}K_{90}$. За период вегетации растений риса содержание подвижного фосфора, по сравнению с контролем, увеличилось в этих вариантах в луговой почве на 6,8; 12,3 и 20,5 %; в лугово-болотной – на 9,2; 13,2 и 26,3 % соответственно. Причем в последней на протяжении всей вегетации риса его содержалось на 5...9 % больше, чем в луговой. Это связано с более интенсивным развитием и протеканием восстановительных процессов в лугово-болотной почве [4].

Таким образом, внесение минеральных удобрений оказало положительное влияние на фосфатный режим почвы и в целом на минеральное питание растений, что способствовало наиболее полной реализации потенциала продуктивности риса. В зависимости от дозы удобрений его урожайность, по сравнению с контролем, увеличивалась на 1,43...2,27 т/га (табл. 5).

При выращивании риса на луговой почве наибольшая прибавка (+2,27 т/га) отмечена на фоне внесения $N_{150}P_{100}K_{75}$, на лугово-болотной – при использовании $N_{120}P_{80}K_{60}$ (+2,11 т/га).

Таким образом, внесение удобрений оказывает положительное влияние на фосфатный режим почв рисовых полей. С их возрастающими дозами увеличивается содержание общего, минерального и органического фосфора в почвах. Действие удобрений благоприятно сказывается на количестве фосфатов второй и третьей групп (0,5 Н CH_3COOH и 0,5Н HCl), а также фракций Ca-P_1, Ca-P_2, Al-P, Fe-P и Ca-P_3, имеющих, в той или иной степени, значение для питания растений риса. При затоплении почвы повышается подвижность фосфора и обеспечивается улучшение питания растений риса этим элементом. При выращивании риса на луговой почве наибольшая урожайность зерна (7,51 т/га) достигается на фоне $N_{150}P_{100}K_{75}$, на лугово-болотной – при внесении $N_{120}P_{80}K_{60}$ (7,11 т/га).

5. Урожайность зерна риса в зависимости от внесения удобрений

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Луговая почва			
$N_0P_0K_0$ (контроль)	5,24	–	–
$N_{90}P_{60}K_{45}$	6,67	1,43	27,29
$N_{120}P_{80}K_{60}$	6,99	1,75	33,40
$N_{150}P_{100}K_{75}$	7,51	2,27	43,32
$N_{180}P_{120}K_{90}$	7,10	1,86	35,50
$НСР_{05}$		0,46	
Лугово-болотная почва			
Контроль (без удобрений)	5,00	–	–
$N_{90}P_{60}K_{45}$	6,52	1,52	30,40
$N_{120}P_{80}K_{60}$	7,11	2,11	42,20
$N_{150}P_{100}K_{75}$	6,94	1,94	38,80
$N_{180}P_{120}K_{90}$	6,70	1,70	34,00
$НСР_{05}$		0,41	

Литература.

1. Шеуджен А. Х. Агрохимия и физиология питания риса. Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2005. 1012 с.
2. Cornell R. M., Schwertmann U. The Iron Oxides. Structure, Properties, Reactions, Occurrences and Uses. 2 nd, Completely Rev. and Ext. Ed. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2003. 694 p.
3. Mahapatra I. C., Patrick W. H. Inorganic phosphate transformation in waterlooged soils. Soil Science. 1969. V.107. № 4. P. 281–288.
4. Гуторова О. А., Шеуджен А. Х., Зубкова Т. А. Процессы трансформации соединений железа в почвах рисовых агроценозов Кубани // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (65). С. 201–205.
5. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. С. 106–190.
6. Неговелов С. Ф., Пестова Н. Г. О фракционном методе определения минеральных фосфатов почвы по Гинзбург-Лебедевой // Почвоведение. 1978. №3. С. 140–146.
7. Теория и практика химического анализа почв / Под редакцией Л. А. Воробьевой. М: ГЕОС, 2006. 400 с.

Mobilization of Soil Phosphates at Rice Cultivation

A. Kh. Sheudzhen[1,2], O. A. Gutorova[1,2], H. D. Hurum[1], T. A. Illarionova[1]

[1]I. T. Trubilin Kuban State Agrarian University, ul. Kalinina, 13, Krasnodar, 350044, Russian Federation

[2]All-Russian Research Institute of Rice Breeding, pos. Belozernyi, 3, Krasnodar, 350921, Russian Federation

Abstract. *The purpose of the work was to study the effect of fertilizers on the phosphate regime of rice fields. The investigation was carried out on the meadow and meadow-marsh soils of the Republic of Adygea. Carbamide, double superphosphate and potassium chloride in the doses of N0P0K0 (control), N90P60K45, N120P80K60, N150P100K75 and N180P120K90 were used as fertilizers. The soil was sampled before sowing, during the growing season and after harvesting rice from the arable layer. It was determined the content of total phos-*

phorus and its organic-mineral compounds, as well as the group composition of phosphates and the fractional composition of mineral phosphates. Accounting of the rice harvest was carried out in the phase of full ripeness of the grain. In the studied soils, the share of mineral phosphorus was 16.7–17.3%, organic – 40.4–41.7% and not recoverable – 41.6–42.3% of the total content. Depending on the fertilizer dose, the content of mineral and organic phosphorus in the meadow soil increased compared to the control by 5.2–16.1% and 1.5–4.4%, in the meadow-marsh – by 6.0–14.7% and 1.1–2.8%, respectively. In the fractional composition of mineral phosphates, the shares of Ca-P1, Ca-P2, Al-P, Fe-P and Ca-P3 were 3.2–8.4%; 11.0–12.8%; 14.4–15.8%; 26.4–29.3% and 35.2–42.7% respectively. Application of N120P80K60, N150P100K75 and N180P120K90 caused the increase in the number of Ca-P1 fractions 1.3–2.5 times and phosphates of group II (0.5 H CH3COOH) in the meadow soil by 6.8%; 12.3% and 20.5%, in the meadow-marsh soil – by 9.2%; 13.2% and 26.3%, respectively. When growing rice in meadow soil, the highest grain yield was achieved against the background of N150P100K75 and, compared to the control, the increase was 2.27 t/ha. When cultivating rice on meadow-marsh soil against the background of N120P80K60, the increase was 2.11 t/ha.

Keywords: rice; Oryza sativa; meadow soil; meadow-marsh soil; total phosphorus; group composition of phosphates; fractional composition of mineral phosphates; fertilizers; yield.

Author Detailis: A. Kh. Sheudzhen, member of the RAS, D. Sc. (Biol.), head of department, head of division (e-mail: ashad.sheudzhen@mail.ru); O. A. Gutorova, Cand. Sc. (Biol.), assoc. prof., leading research fellow (e-mail: oksana.gutorova@mail.ru); H. D. Hurum, D. Sc. (Agr.), prof.; T. A. Illarionova, post graduate student.

For citation: Sheudzhen A. Kh., Gutorova O. A., Hurum H. D., Illarionova T. A. Mobilization of Soil Phosphates at Rice Cultivation. Zemledelie. 2019. No. 6. Pp. 12–15 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10603.

ПРОЖЕКТОР ЗЕМЛЕДЕЛЬЦА

Журналу «Земледелие» – 80 лет. Годы создания журнала были не простыми для страны. Организация и работа сельскохозяйственного производства не имели четких ориентиров, производительность отрасли была очень низкой. Продуктивность растениеводства и животноводства обеспечивалась в основном ручным трудом.

Несмотря на это, научными учреждениями страны были разработаны приемы возделывания сельскохозяйственных культур, способные существенно повысить производительность отрасли. Издание, несущее производственникам новые знания и достижения, было жизненно необходимо. Эту нелегкую, но очень полезную и своевременную функцию взял на себя организованный в 1939 г. научно-производственный журнал «Земледелие».

На полях огромной страны, с множеством совершенно различных природно-ресурсных условий применяли разные системы земледелия, имеющие как технологические особенности, так и политическое сопровождение. Достаточно вспомнить травопольную, интенсивную, природоохранную, адаптивно-ландшафтную и другие системы земледелия. Все они подробно освещались в журнале «Земледелие». Именно это издание позволяло земледельцам использовать научно-обоснованные рекомендации по возделыванию сельскохозяйственных культур.

С начала своего существования журнал освещает основные тенденции развития как отрасли земледелия в целом, так и всех его составляющих блоков – обработка почв, севообороты, удобрения, защита растений, технические средства и т.д. В этом отношении научные статьи журнала представляли и представляют интерес как для научного, так и для производственного сообщества.

Недавно Красноярскому НИИСХ исполнилось 60 лет. Все эти годы институт – постоянный подписчик журнала. Сотрудники института считают публикацию в журнале «Земледелие» высоким признанием своих результатов.

Ученые Красноярского НИИ сельского хозяйства искренне желают редакции, техническому персоналу, учредителям и всем тем, кто по роду своей деятельности причастен к изданию журнала «Земледелие» творческих успехов, постоянно растущей научной и производственной востребованности издания, повышения рейтинговых показателей. Развития Вам и процветания!

Директор Красноярского НИИСХ, академик РАН

Н.А. СУРИН

Глубокоуважаемые редакция, авторы и читатели журнала «Земледелие»!

Коллектив Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий сердечно поздравляет Вас с 80-летним юбилеем!

Журнал «Земледелие» по праву считается ведущим агрономическим изданием Российской Федерации, выдержавшим серьезное испытание временем, что лишний раз подтверждает его высокий профессиональный уровень, актуальность обсуждаемых проблем, востребованность среди широкого круга ученых, специалистов и руководителей.

Вас всегда отличали высокая компетентность, глубокая информативность материалов, искреннее уважение к авторам и читателям, преданность интересам отечественного земледелия.

Страницы Вашего журнала – лучшая дискуссионная площадка для обсуждения современных вопросов в области традиционного и точного земледелия и растениеводства, агротехнологий и информационных технологий, питания и защиты растений, механизации и биотехнологий, селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур.

Искренне желаем коллективу редакции сохранения и приумножения авторитета журнала на долгие годы, удачных творческих свершений, крепкого здоровья, благополучия и большого счастья.

С уважением,
директор Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий

А.А. ГАРКУША

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10604
УДК 504.062: 631.5:633.1

Условия формирования зерна высокого качества в высокопродуктивных ресурсосберегающих агротехнологиях ЦЧР

А. В. ГОСТЕВ, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: gostev@kurskfarc.ru)
Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии, Курский федеральный аграрный научный центр, ул. Карла Маркса, 70 б, Курск, 305021, Российская Федерация

В условиях Центрально-Черноземного региона России изучали влияние отвальной, безотвальной и комбинированной систем основной обработки почвы, различающихся между собой уровнями внесения минеральных удобрений, в зернопаропропашных, зернотравянопропашных и зернотравяных севооборотах на урожайность и качественные показатели зерна озимой пшеницы и ярового ячменя. Сравнительный анализ изучаемых вариантов осуществляли для озимой пшеницы в 2008, 2012, 2016 гг., для ячменя – в 2010, 2014, 2018 гг. В качестве контроля использовали вариант агротехнологии экстенсивного типа с зернопаропропашным севооборотом, отвальной системой основной обработки, без удобрений. По сравнению с вариантами без удобрений, внесение одинарных (базовых, $N_{32}P_{39}K_{39}$) доз минеральных удобрений при возделывании озимой пшеницы повышало ее урожайность на 21 %, внесение двойных (повышенных, $N_{64}P_{78}K_{78}$) – на 45 %. В посевах ярового ячменя при внесении одинарных доз ($N_{26}P_{38}K_{38}$) прибавка составила 36 %, двойных ($N_{52}P_{76}K_{76}$) – 58 %. Это способствовало высокой окупаемости удобрений – для озимой пшеницы на 1 кг д.в. прибавка урожайности в агротехнологиях базового типа составила 1,2...5,0 кг, интенсивного типа – 1,7...5,7 кг, для ярового ячменя – 1,4...6,7 кг и 2,6...10,4 кг соответственно. Внесение базовых доз удобрения при возделывании озимой пшеницы способствовало повышению качества клейковины в зерне только в варианте с зернопаропропашным севооборотом и отвальной системой почвообработки (на 3...4 ед. ИДК). Внесение повышенной дозы минеральных удобрений достоверно увеличивало содержание клейковины в зерне озимой пшеницы на 1,2...3,1 % во всех вариантах опыта. В зерне ярового ячменя количество белка было больше на 0,5...1,6 % при интенсивной технологии. Внесение изучаемых доз удобрений значительно увеличивало натуру зерна озимой пшеницы (в среднем на 2...5 %, по сравнению с вариантами без использования) и ярового ячменя (в среднем на 1...3 %).

***Ключевые слова**: озимая пшеница (Triticum aestivum L.), яровой ячмень (Hordeum vulgare L.), агротехнология, зерно, урожайность, качество, ресурсосбережение.*

***Для цитирования:** Гостев А. В. Условия формирования зерна высокого качества в высокопродуктивных ресурсосберегающих агротехнологиях // Земледелие. 2019. № 6. С. 16–20. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10604.*

Для устойчивого увеличения показателей урожайности выращиваемых культур, повышения эффективности и производительности агропромышленного комплекса, способствующих экономическому росту и продовольственной безопасности страны, наряду с мероприятиями по увеличению валового производства зерна в ресурсосберегающих агротехнологиях особое место следует уделять улучшению его качественных показателей, которые представляют собой совокупность биологических, физико-химических, технологических и потребительских свойств и признаков, определяющих пригодность зерна к использованию на определенные цели [1].

С ростом урожайности обычно отмечают снижение качества зерна. Это свидетельствует о том, что применяемые агротехнологии не реализуют потенциал сорта и не обеспечивают сбалансированного питания, особенно по азоту. Научно-обоснованный подбор предшественников, использование системы контроля обеспечения растений элементами питания и прочие агротехнологические мероприятия способны коренным образом изменить сложившееся положение и увеличить производства зерна высокого качества [2, 3].

В понятие «качество зерна» может входить более 20 показателей в зависимости от назначения. Применительно к озимой пшенице, среди основных качественных хлебопекарных показателей (согласно ГОСТ 9353-2016 [4]) необходимо отметить содержание клейковины и ее качество, натуру зерна, для зерна ячменя (ГОСТ 28672-90 [5]) – содержание белка и натуру зерна [6]. На качественные показатели оказывают влияние климатические, почвенные, биологические и агротехнические факторы [7, 8].

Урожайность и качество зерна – результирующие показатели эффективности агротехнологии. Наиболее эффективна та из них, которая обеспечивает формирование высоких сборов качественного зерна при минимальных затратах [9]. Например, в условиях Ставрополья сорт Анисимовка при стабильно высоких урожаях на всех фонах и по всем предшественникам характеризовался самой низкой себестоимостью (2683,4 руб./т), однако из-за низкого качества зерна (V класс) экономическая эффективность его производства была наименьшей [10].

Цель исследований – выявление условий формирования зерна высокого качества в ресурсосберегающих высокопродуктивных технологиях возделывания озимой пшеницы и ярового ячменя.

Работу проводили в 2008–2018 гг. на базе опытного поля ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», расположенного в юго-восточном агропочвенном районе Курской области, территориально относящегося к северной части Медвенского района. Объекты исследования – ресурсосберегающие агроприемы в адаптивных технологиях возделывания озимой пшеницы и ярового ячменя различного уровня интенсивности на черноземах типичных ЦЧР. Предмет исследования – урожайность озимой пшеницы и ярового ячменя, а также показатели качества выращенной продукции.

Метеоусловия большинства сельскохозяйственных лет, а именно 2008, 2012, 2014 и 2018 гг. оказались подоб-

ными. Среднегодовая температура воздуха была выше нормы на 2...3 °С. Осадки в течение года распределялись неравномерно. Значительный их недобор наблюдали в зимние периоды, а также в конце лета, когда количество осадков не превышало 40...70 % нормы. Накопление тепла проходило быстрее обычного. На конец вегетационного периода средняя сумма эффективных температур была выше среднемноголетних значений в среднем на 200 °С. Немного иными оказались сельскохозяйственные 2009–2010 гг., 2015–2016 гг. Несмотря на превышение климатических норм на 1...3 °С, отдельные месяцы были контрастными и не соответствовали среднемноголетнему уровню. Существенный дефицит осадков отмечали в апреле 2008 и 2010 гг., августе и октябре 2015 г.

Почва опытного поля представлена черноземами типичными несмытыми и слабосмытыми тяжелосуглинистыми среднемощными со следующей агрохимической характеристикой в слое 0...20 см: содержание гумуса (по Тюрину) – 5,1...5,9 %; кислотность солевой вытяжки – 5,1...7,1 ед. pH; гидролитическая кислотность (по Каппену) – 2,0...5,1 мг-экв/100 г почвы; сумма поглощенных оснований (трилонометрическим методом) – 23,6...36,3 мг-экв./100 г почвы; содержание общего и щелочногидролизуемого азота (по Корнфилду) – 0,20...0,28 % и 16,2...20,4 мг/100 г почвы соответственно; P_2O_5 (по Чирикову) – 9,6...18,0 мг/100 г почвы; K_2O (по Чирикову) – 6,2...12,8 мг/100 г почвы [11].

Изучали 16 вариантов технологий в двух блоках, представляющих сочетания зернопаропропашных, зернотравянопропашных и зернотравяных севооборотов с отвальной, безотвальной и комбинированной системами основной обработки почвы, различающиеся между собой применяемыми системами удобрения: невысокими в агротехнологиях базового типа – $N_{32}P_{39}K_{39}$ под озимую пшеницу (на запланированный уровень урожайности 3,5...4,0 т/га) и $N_{26}P_{38}K_{38}$ под яровой ячмень (на урожайность 2,5...3,0 т/га), и повышенными в агротехнологиях интенсивного типа – $N_{64}P_{78}K_{78}$ под озимую пшеницу (на урожайность 4,0...4,5 т/га) и $N_{52}P_{76}K_{76}$ при возделывании ярового ячменя (на урожайность 3,5...4,0 т/га). Исходя из сложившейся специфики сельхозпредприятий Центрального Черноземья, в опыте изучали 2 варианта специализации применительно к зернопаропропашным севооборотам – для хозяйств с развитым животноводством (блок 1) и зерносвекловичная (блок 2). Блок 1 зернопаропропашного севооборота представлял собой чередование чистого пара, озимой пшеницы, кукурузы на зеленый корм и ярового ячменя. В блоке 2 в технологиях базового типа использовали чистый пар, в интенсивных – сидеральный, после которых высевали озимую пшеницу, сахарную свеклу, гречиху, яровой ячмень.

Зернотравянопропашной севооборот предусматривал чередование озимой пшеницы, кукурузы на зеленый корм, ярового ячменя и многолетних трав. При системе отвальной основной обработки почвы проводили среднюю (на глубину 22...24 см) отвальную обработку под ячмень и чистый пар, за исключением вариантов интенсивной технологии блока 2 опыта, где среднюю отвальную обработку выполняли под озимую пшеницу, а поверхностную (на глубину 10...12 см) – под ячмень. Система комбинированной основной обработки заключалась в мелкой безотвальной

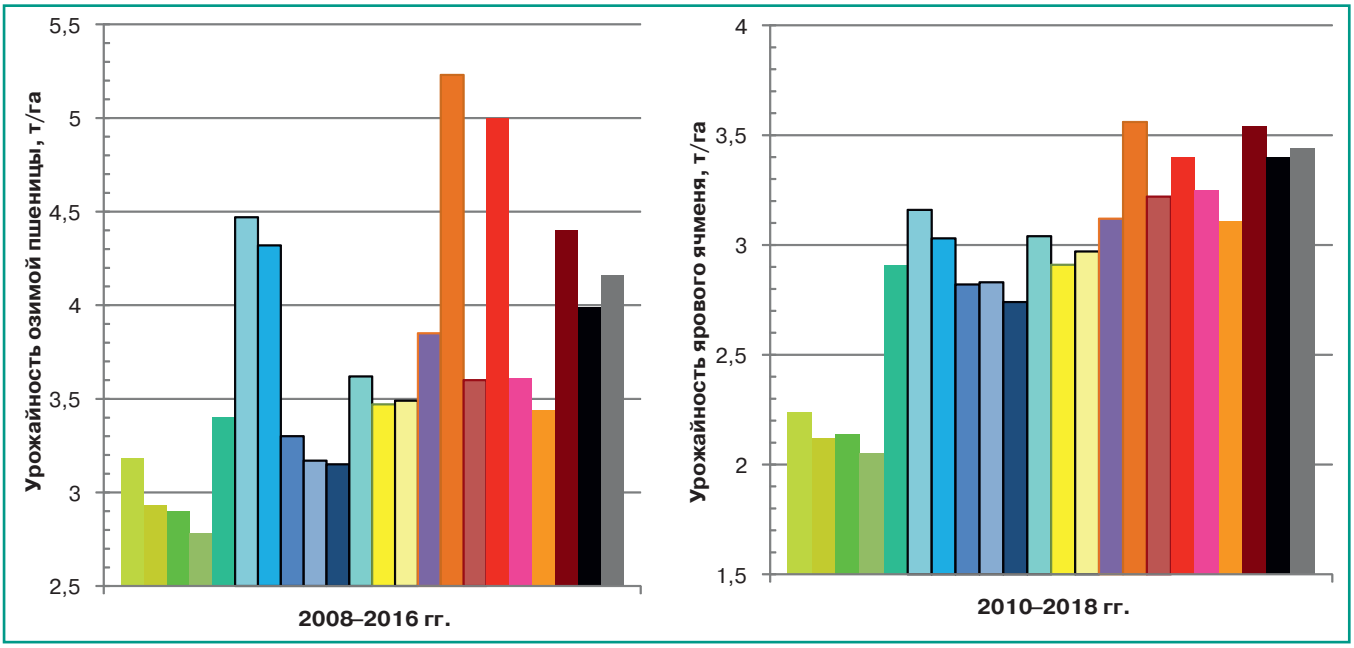


Рисунок. *Урожайность озимой пшеницы и ярового ячменя в зависимости от используемых севооборотов, систем основной обработки почвы и удобрений: экстенсивная технология – – блок 1, зернопаропропашной севооборот, отвальная обработка (контроль); – блок 1, зернопаропропашной севооборот, комбинированная обработка; – блок 1, зернотравянопропашной, отвальная обработка; – блок 1, зернотравянопропашной севооборот, комбинированная обработка; базовая технология – – блок 1, зернопаропропашной севооборот, отвальная обработка; – блок 2, зернопаропропашной севооборот, отвальная обработка; – блок 2, зернопаропропашной севооборот, безотвальная ресурсосберегающая обработка; – блок 1, зернопаропропашной севооборот, комбинированная обработка; – блок 1, зернотравянопропашной севооборот, отвальная обработка; – блок 1, зернотравянопропашной севооборот, комбинированная обработка; – блок 1, зернопаропропашной севооборот, отвальная обработка; – блок 1, зернопаропропашной севооборот, комбинированная обработка; – блок 1, зернотравянопропашной севооборот, отвальная обработка; интенсивная технология – – блок 1, зернопаропропашной севооборот, отвальная обработка; – блок 2, зернопаропропашной севооборот, отвальная обработка; – блок 1, зернопаропропашной севооборот, комбинированная обработка; – блок 2, зернопаропропашной севооборот, комбинированная ресурсосберегающая обработка; – блок 1, зернотравянопропашной севооборот, отвальная обработка; – блок 1, зернотравянопропашной севооборот, комбинированная обработка; – блок 1, зернопаропропашной севооборот, отвальная обработка*

1. Основные качественные показатели зерна озимой пшеницы в зависимости от севооборотов, систем основной обработки почвы и доз минеральных удобрений (среднее за 2008–2016 гг.)

Вариант	Содержание клейковины, %	Качество клейковины (по ИДК)	Натура, г/л	Класс качества зерна
Экстенсивная технология (без удобрений)				
Блок 1, зернопаропропашной севооборот, средняя отвальная обработка, контроль	26,3	81	734	III
Блок 1, зернопаропропашной севооборот, мелкая безотвальная обработка	25,3	81	729	IV
Блок 1, зернотравянопропашной севооборот, средняя отвальная обработка	23,8	82	716	IV
Блок 1, зернотравянопропашной севооборот, мелкая безотвальная обработка	22,9	81	711	IV
Базовая технология				
Блок 1, зернопаропропашной севооборот, средняя отвальная обработка	26,8	84	751	III
Блок 2, зернопаропропашной севооборот, средняя отвальная обработка	29,4	85	765	III
Блок 2, зернопаропропашной севооборот, мелкая безотвальная обработка	28,9	84	760	III
Блок 1, зернопаропропашной севооборот, мелкая безотвальная обработка	26,3	83	746	III
Блок 1, зернотравянопропашной севооборот, средняя отвальная обработка	24,6	82	729	III
Блок 1, зернотравянопропашной севооборот, мелкая безотвальная обработка	23,4	82	725	III
Интенсивная технология				
Блок 1, зернопаропропашной севооборот, средняя отвальная обработка	28,0	84	761	III
Блок 2, зернопаропропашной севооборот, средняя отвальная обработка	31,6	84	777	III
Блок 1, зернопаропропашной севооборот, мелкая безотвальная обработка	27,8	84	754	III
Блок 2, зернопаропропашной севооборот, поверхностная обработка	30,9	84	770	III
Блок 1, зернотравянопропашной севооборот, средняя отвальная обработка	27,3	84	750	III
Блок 1, зернотравянопропашной севооборот, мелкая безотвальная обработка	26,5	83	745	III
$НСР_{05}$	1,1	2	10	

(на глубину 12…15 см) обработке под ячмень и чистый пар за исключением вариантов интенсивной технологии блока 2 опыта, где под озимую пшеницу осуществляли поверхностную обработку, а под ячмень – нулевую. При системе безотвальной основной обработки проводили мелкую безотвальную обработку под ячмень и чистый пар.

В качестве контроля был выбран вариант блока 1 с зернопаропропашным севооборотом и отвальной системой обработки почвы. Сравнительный анализ изучаемых вариантов осуществляли для озимой пшеницы в 2008, 2012, 2016 гг., для ячменя – в 2010, 2014, 2018 гг.

Агротехника – общепринятая для условий ЦЧР, размер учетной делянки – 100 м^2. Повторность двукратная. В опыте использовали районированные сорта озимой пшеницы Синтетик и ярового ячменя Суздалец.

Учет урожайности осуществляли методом прямой механизированной уборки [12]. В зерне озимой пшеницы определяли массу 1000 зерен (ГОСТ 10842-89), натуру зерна (ГОСТ 10840-64), содержание сырой клейковины (ГОСТ Р 54478-2011), качество сырой клейковины (упругость) (на ИДК-1); в зерне ячменя – массу 1000 зерен (ГОСТ 10842-89), натуру зерна (ГОСТ 10840 – 64), содержание белка (расчетным методом), крупность и выровненность зерна (ГОСТ 30483-97). Кроме того, определяли ориентировочный класс качества зерна пшеницы (ГОСТ 9353-2016) и ячменя (ГОСТ 28672-90).

Экспериментальные данные обрабатывали методом математической статистики [12, 13] с использованием программных средств Microsoft Office Excel, Statistica.

Наиболее значительные прибавки урожайности отмечены от внесения одинарных (базовых) и двойных (повышенных) доз минеральных удобрений (см. рисунок). В посевах озимой пшенице, по сравнению с вариантами без удобрений, они повышали урожайность на 21 % при одинарных (базовых) дозах и на 45 % при двойных, в посевах ярового ячменя – на 36 % и 58 % соответственно. Это приводило к высокой окупаемости удобрений – для озимой пшеницы на 1 кг д.в. в агротехнологиях базового типа прибавка урожая составляла 1,2…5,0 кг, интенсивного – 1,7…5,7 кг, при возделывании ячменя величина этого показателя находилась на уровне – 1,4…6,9 кг и 2,6…10,4 кг соответственно (меньшие величины окупаемости связаны с низкой урожайностью ячменя в 2010 г. из-за засушливых погодных условий). В среднем лучшая окупаемость 1 кг д.в. удобрения прибавкой урожая отмечена при возделывании ярового ячменя с применением комбинированной системы основной обработки почвы – мелкими безотвальными (4,5…10,4 кг) либо поверхностными (3,8…9,7 кг), а озимой пшеницы – в вариантах с отвальными (2,9…5,7) способами основной обработки почвы на фоне повышенных доз минеральных удобрений.

При оценке влияния факторов «севооборот» и «система обработки почвы» на урожайность ярового ячменя установлены недостоверные различия. На наш взгляд, это связано с несколькими причинами. Во-первых, изучаемые севообороты различались лишь предшественниками первой культуры – озимой пшеницы, в результате в звене «озимая пшеница – кукуруза на силос – ячмень» эффекта от чистого пара или однолетних трав не прослеживалось. Во-вторых, несмотря на разнонаправленное влияние изучаемых обработок почвы на показатели структуры урожая ярового ячменя, сбор зерна с единицы площади при проведении отвальной, мелкой безотвальной и даже нулевой обработок в целом был практически равнозначным, однако в

2. Основные качественные показатели зерна ярового ячменя в зависимости от севооборотов, систем основной обработки почвы и доз минеральных удобрений (среднее за 2010–2018 гг.).

Вариант	Содержание белка, %	Натура, г/л	Класс качества зерна
Экстенсивная технология (без удобрений)			
Блок 1, зернопаропропашной севооборот, средняя отвальная обработка, контроль	13,5	609	II
Блок 1, зернопаропропашной севооборот, мелкая безотвальная обработка	13,4	603	II
Блок 1, зернотравянопропашной севооборот, средняя отвальная обработка	13,6	602	II
Блок 1, зернотравянопропашной севооборот, мелкая безотвальная обработка	13,4	601	II
Базовая технология			
Блок 1, зернопаропропашной севооборот, средняя отвальная обработка	13,8	624	II
Блок 2, зернопаропропашной севооборот, средняя отвальная обработка	13,4	648	I
Блок 2, зернопаропропашной севооборот, мелкая безотвальная обработка	13,2	653	I
Блок 1, зернопаропропашной севооборот, мелкая безотвальная обработка	13,7	621	II
Блок 1, зернотравянопропашной севооборот, средняя отвальная обработка	14,0	611	II
Блок 1, зернотравянопропашной севооборот, мелкая безотвальная обработка	14,0	610	II
Интенсивная технология			
Блок 1, зернопаропропашной севооборот, средняя отвальная обработка	14,3	634	I
Блок 2, зернопаропропашной севооборот, поверхностная обработка	14,8	654	I
Блок 1, зернопаропропашной севооборот, мелкая безотвальная обработка	14,2	639	I
Блок 2, зернопаропропашной севооборот, нулевая обработка	14,8	663	I
Блок 1, зернотравянопропашной севооборот, средняя отвальная обработка	14,6	630	I
Блок 1, зернотравянопропашной севооборот, мелкая безотвальная обработка	14,6	627	II
$НСР_{05}$	0,5	7	

числовом выражении величина этого показателя по вспашке была, выше, чем в остальных вариантах, до 11 %. В зависимости от применяемого способа основной обработки почвы достоверные различия в урожайности озимой пшеницы при использовании зернопаропропашных севооборотов были выявлены в 8 вариантах из 10 (80 % случаев), в зернотрявянопропашных севооборотах – в 2 вариантах из 6 (в 33 % случаев). Это свидетельствует о большей зависимости урожайности культуры от способов обработки почвы в зернопаропропашных севооборотах, чем в зернотравянопропашных. В свою очередь, существенные различия урожайности озимой пшеницы в зависимости от используемого севооборота в блоке 1 были выявлены во всех вариантах при использовании системы отвальной почвообработки и нигде при комбинированной системе.

Урожайность в вариантах с зернопаропропашным севооборотом была выше, чем в зернотравянопропашным, в среднем на 4...9 %. Поэтому в таких севооборотах целесообразнее использовать систему комбинированной почвообработки при планируемом внесении минеральных удобрений и отвальную систему при ведении экстенсивного землепользования, тогда как в зернотравянопропашных севооборотах комбинированная система обработки почвы более предпочтительна в любых из перечисленных случаев и не ведет к существенному снижению урожайности. Это подтверждается тем, что по комбинированным обработкам выявлена наибольшая окупаемость удобрений, а по отвальным – существенные различия в урожайности озимой пшеницы.

Применение изучаемых агроприемов не приводило к повышению класса качества зерна (табл. 1). Исключением следует считать только варианты интенсивных агротехнологий возделывания ячменя с зернопаропропашным севооборотом в блоке 1, в которых внесение двойных (повышенных) доз удобрений, предусматривающих азотные подкормки, в среднем за годы исследования способствовало повышению натуры (до 630 г/л и выше) и, следовательно, класса качества зерна (табл. 2).

В среднем за годы исследований зерно озимой пшеницы из-за довольно высоких величин ИДК (80...85) отнесено к III классу качества. Исключения составили варианты экстенсивной агротехнологии с зернотравянопропашным севооборотом, в которых отмечали невысокие показатели натуры (в среднем менее 720 г/л) и содержания клейковины (менее 24 %) в зерне.

Внесение базовых доз удобрений при возделывании озимой пшеницы по предшественнику «чистый пар» способствовало достоверному повышению качества клейковины (по ИДК) на 2...4 единицы, а применение двойной (повышенной) дозы – увеличению содержания клейковины на 1,2...3,1 % во всех изучаемых вариантах. При внесении одинарной (базовой) и двойной (повышенной) доз минеральных удобрений натура зерна озимой пшеницы возрастала в среднем на 2...5 %. В свою очередь, наименьшее содержание белка, самое низкое качество клейковины, а также натура зерна отмечены в вариантах экстенсивных агротехнологий, особенно при использовании зернотравянопропашного севооборота и мелких безотвальных обработок почвы. Наибольшие величины исследуемых параметров озимой пшеницы были в вариантах с применением зернопаропропашных севооборотов и агротехнологий интенсивного типа с использованием вспашки (содержание клейковины – 28,0...31,6 %, качество клейковины (по ИДК) 84 единицы и натура зерна 761...777 г/л), ярового ячменя – с использованием

поверхностных и нулевых обработок (содержание белка – 14,8 %, натура зерна 654...663 г/л).

ИДК в большей степени зависит от сорта и сложившихся метеоусловий при его выращивании, чем от используемой агротехники [14]. В нашем исследовании хлебопекарные качества сорта озимой пшеницы Синтетик указанные в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию [15] подтвердились на уровне филлера.

Таким образом, по результатам проведенных исследований было установлено, что только применение минеральных удобрений приводило к повышению класса качества зерна, тогда как остальные агроприемы способствовали улучшению отдельных показателей качества и увеличению урожайности возделываемых культур. Интенсификация системы удобрения способствовала росту не только сбора зерна (на 8...12 %), но и содержания белка (на 3...11 %), клейковины (на 4...10 %), а также натуры зерна (на 1...3 %). В отличие от системы удобрения, остальные изучаемые факторы оказывали неоднозначное влияние на урожайность и качество продукции. Например, только в зернопаропропашных севооборотах, как и на фоне использования отвальной, либо комбинированной систем основной обработки почвы (в зависимости от возделываемой культуры) наблюдалось существенное повышение основных качественных показателей выращенного зерна.

В целом, в Центрально-Черноземном регионе формирование высоких урожаев (от 5 т/га и более) качественного зерна (не ниже 3 класса) озимой пшеницы возможно при соблюдении следующих условий: возделывание по сидеральным парам и применение агротехнологий интенсивного типа с отвальной обработкой почвы. Для производства ярового ячменя 1-го класса качества культуру необходимо возделывать в зернопаропропашном севообороте (предшественники – кукуруза, либо гречиха) на фоне повышенных доз минеральных удобрений. Однако чистые и сидеральные пары, повышенные дозы минеральных удобрений, как и использование вспашки – довольно затратные в ресурсном плане мероприятиями, поэтому при изучении эффективности используемых ресурсосберегающих агроприемов необходимо учитывать их влияние на почвенное плодородие, структуру урожая и качественные показатели зерна, соизмеряя с экономическими и энергетическими затратами, необходимыми для их реализации.

Литература.

1. Дубовик Д. В. Формирование качества зерна озимой пшеницы на склоновых землях Центрального Черноземья. Курск: изд-во КГУ, 2011. 137 с.

2. Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы / под ред. В. Ф. Федеренко, А. А. Завалина, Н. З. Милащенко. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 396 с.

3. Влияние органических и минеральных удобрений на урожайность и качество яровой пшеницы / И.В. Понкратенкова, А.Ю. Гаврилова, Г.Е. Мёрзлая и др. // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 12. С. 31–33.

4. Межгосударственный стандарт ГОСТ 9353-2016 «Пшеница. Технические условия». М.: ФГУП «Стандартинформ», 2016. 11 с.

5. Межгосударственный стандарт ГОСТ 28672-90 «Ячмень. Требования при заготовках и поставках». М.: Стандартинформ, 2010. 86 с.

6. Доманов Н. М., Солнцев П. И., Прокопенко С. А. Эффективность различных технологий возделывания ячменя на кормовые и пивоваренные цели // Интенсификация и оптимизация продукционного процесса сельскохозяйственных растений: Материалы Международной научно-практической конференции. Орел: Изд-во Орел ГАУ, 2009. С. 240–243.

7. Власенко А. Н., Власенко Н. Г., Теплякова О. И. Факторы, влияющие на качество зерна яровой пшеницы среднепоздних сортов // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2010. № 4. С. 6–9.

8. Пинчук Л.Г., Пьяных А.В. Качество зерна озимой ржи на фоне применения биоорганического удобрения Нагро // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 2. С. 52–54.

9. Узаков Г. О., Халилов Н. Зависимости урожайности зерновых культур от нормы, срока и способа посева // Вестник Мичуринского ГАУ. 2017. № 3. С. 38–42.

10. Экономическая эффективность возделывания новых сортов озимой пшеницы селекции Северо-Кавказского ФНАЦ / Ф.В. Ерошенко, Е.О. Шестакова, Л.Р. Оганян и др. // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 9. С. 114–117.

11. Длительные полевые опыты на черноземах Курской области России (путеводитель) / Г. Н. Черкасов, Н. П. Масютенко, А. В. Гостев и др. Курск: ГНУ ВНИИ ЗиЗПЭ РАСХН, 2010. 35 с.

12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

13. Дмитриев Е. А. Математическая статистика в почвоведении. М.: МГУ, 1972. 292 с.

14. Розова М. А., Мухин В. Н. Влияние погодных условий на содержание в зерне яровой твердой пшеницы белка, клейковины и ее качество в условиях приобской лесостепи Алтайского края // Достижения науки и техники АПК. 2015. № 8. С. 58–61.

15. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. 504 с.

Conditions for the Formation of High-Quality Grain in Highly Productive Resource-Saving Agricultural Technologies in the Central Chernozem Region

A. V. Gostev
All-Russian Research Institute of Farming and Soil Protection from Erosion, Kursk Federal Agrarian Scientific Center, ul. Karla Marksa, 70 b, Kursk, 305021, Russian Federation

Abstract. *Under conditions of the Central Chernozem Region of Russia, we studied the effect of moldboard, non-moldboard, and combined primary tillage systems, differing in the levels of fertilizer application, on the yield and quality indicators of winter wheat and spring barley. The systems were examined in grain-fallow-row, grain-grass-row and grain-grass crop rotations. A comparative analysis of the studied options was carried out for winter wheat in 2008, 2012, 2016, for barley – in 2010, 2014, 2018. As a control, we used a variant of agricultural technology of an extensive type with a grain-fallow-row crop rotation, the moldboard system of primary tillage, without fertilizers. Compared with the options without fertilizers, the application of single doses of mineral fertilizers (basic, N32P39K39) during the cultivation of winter wheat increased its yield by 21%, the application of double doses (increased, N64P78K78) – by 45%. In crops of spring barley, this increase was 36% with single doses (N26P38K38) and 58% with double doses (N52P76K76). This contributed to a high payback of fertilizers: for winter wheat in agricultural technologies of the basic type the increase in productivity amounted to 1.2–5.0 kg/kg of active substances, with the intensive type of technologies the increase was 1.7–5.7 kg/kg. For spring barley the values of these indicators were at the level of 1.4–6.7 kg and 2.6–10.4 kg, respectively. The application of basic doses of fertilizer during the cultivation of winter wheat contributed to an increase in the quality of gluten in grain only in the variant of the grain-fallow-row crop cultivation and the moldboard system of tillage (by 4%). The application of the increased dose of mineral fertilizers significantly increased the gluten content in winter wheat grain by 1.2–3.1% in all variants of the experiment. In spring barley grain, the protein content was higher by 0.5–1.6% in intensive technology options. The application of the studied doses of fertilizers caused a significant increase in the grain-unit of winter wheat (on average by 2–5%, compared with the options without application) and of spring barley (on average by 1–3%).*

Keywords: *winter wheat (Triticum aestivum L.); spring barley (Hordeum vulgare L.); agricultural technology; grain; yield; quality; resource saving.*

Author Details: *A. V. Gostev, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow (e-mail: gostev@kurskfarc.ru).*

For citation: *Gostev A. V. Conditions for the Formation of High-Quality Grain in Highly Productive Resource-Saving Agricultural Technologies in the Central Chernozem Region. Zemledelije. 2019. No. 6. Pp. 16–20 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10604.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10605
УДК 631.42

Влияние почвенно-климатических факторов на урожайность основных сельскохозяйственных культур в муниципальных районах Белгородской области*

А. С. СТРОКОВ[1], кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: strokov-as@ranepa.ru)
О. А. МАКАРОВ[2,3], доктор биологических наук, зав. кафедрой, зав. лабораторией (e-mail: oa_makarov@mail.ru)
Н. А. МАРАХОВА[2], аспирант (e-mail: zenafelekca@gmail.com)
В. Ю. ПОТАШНИКОВ[1], старший научный сотрудник (e-mail: Potashnikov@ranepa.ru)
[1]Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, просп. Вернадского, 82, стр. 1, Москва, 119571, Российская Федерация
[2]Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Ленинские горы, 1, стр. 12, Москва, 119991, Российская Федерация
[3]Учебно-опытный почвенно-экологический центр МГУ имени. М. В. Ломоносова, пос. Чашниково, п/о Ударный, Солнечногорский р-н, Московская обл., 141592, Российская Федерация

С использованием эконометрического моделирования проведен анализ влияния почвенно-климатических факторов на урожайность основных сельскохозяйственных культур в муниципальных районах Белгородской области за 1995–2014 гг. Результаты изучения 3-х различных спецификаций построенной регрессионной линейно-логарифмической модели, использующей 84 наблюдения, показали, что рост площадей эродированных почв ведет к уменьшению выхода растениеводческой продукции, выраженного через урожайность сельскохозяйственных культур. Так, увеличение площади эродированных почв пашни в муниципальном районе Белгородской области на 1 % может быть причиной снижения урожайности и выхода продукции на 0,18…0,45 % (в зависимости от спецификации модели и используемых факторов). Рост величин таких почвенных показателей, как содержание гумуса, обменного калия и подвижного фосфора в почвах пашни, как правило, положительно влияет на выход продукции в кормовых единицах, урожайность озимой пшеницы и сахарной свеклы. Из климатических показателей наиболее высокие значения рассчитанных коэффициентов (параметров) в регрессионном уравнении отмечены для температуры атмосферного воздуха в динамике: то есть рост температуры атмосферного воздуха в исследуемый период способствовал увеличению урожайности основных сельскохозяйственных культур. В целом влияние почвенных показателей на изменение урожайности основных сельскохозяйственных культур Белгородской области ниже, чем температуры атмосферного воздуха. Результаты исследований свидетельствуют о том, что у примененного подхода (построение различных спецификаций регрессионного уравнения) имеются свои ограничения: одни почвенно-климатические факторы успешно «поддаются» моделированию и корректной интерпретации, другие – нет.

Ключевые слова: *почвенно-климатические факторы, эродированность почв, урожайность, сельскохозяйственные культуры.*

Для цитирования: *Влияние почвенно-климатических факторов на урожайность основных сельскохозяйственных культур в муниципальных районах Белгородской области / А. С. Строков, О. А. Макаров, Н. А. Марахова и др. // Земледелие. 2019. № 6. С. 21–24. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10605.*

В последние десятилетия существенно усилились процессы деградации земель и изменения климата, которые стали ограничивающим фактором устойчивого развития в ряде регионов мира, в том числе, в Российской Федерации [1, 2]. В связи с этим, возникла настоятельная потребность в формировании междисциплинарных научных групп, объединяющих экономистов с экспертами в различных областях социальных и естественных наук, для выработки эффективной стратегии устойчивого землепользования [3].

Эффективное изучение взаимозависимостей типа «климат-почва-урожайность» возможно на различных иерархических уровнях административно-территориального устройства государств, среди которых своей «информативностью» (значительной степенью детальности и возможностью обобщений для достаточно обширных территорий) выделяется уровень муниципальных образований. Сегодня не существует представительных баз данных, где за достаточно длительный период времени и на одинаковом количестве муниципалитетов были бы собраны экономические и почвенно-климатические показатели. Построение такой базы данных может стать основой для создания региональных эконометрических моделей развития сельского хозяйства, позволяющих качественно оценивать эффект взаимодействия между этими группами параметров и дать прогнозные оценки такого взаимодействия.

Цель исследований – оценить влияние почвенно-климатических факторов на урожайность основных сельскохозяйственных культур в муниципальных районах Белгородской области за период 1995–2014 гг. с использованием серии регрессионных уравнений.

Белгородская область входит в Центрально-Чернозёмный экономический район Российской Федерации и характеризуется благоприятными условиями для развития сельского хозяйства. Сумма активных температур (>10 °С) увеличивается с запада на восток и юго-восток региона, а осадков, напротив, уменьшается в этом же направлении с 605…612 до 559 мм в год [4]. Таким образом, на западе региона отмечается умеренное, а на востоке и юго-востоке – недостаточное увлажнение. Величина гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК) наиболее высока в западных районах области (1,2) и снижается на юго-востоке (0,9).

Из черноземных почв, преобладающих в Белгородской области, наиболее часто встречаются чернозёмы типичные. В центральных районах региона распространены темно-серые лесные почвы, а на востоке и юго-востоке – черноземы обыкновенные [4]. Наиболее высокий балл бонитета имеют почвы Губкинского, Ивнянского и Прохоровского районов (в среднем 80 баллов), а самый низкий – почвы Чернянского, Алексеевского и Старооскольского района (69…72 балла) [5].

Степень эродированности почв в регионе увеличивается с запада на восток. В западных районах области (Грайворонский, Ивнянский, Красноярский) доля эродированных пахотных почв не превышает 30 % от площади пашни, а в восточных и юго-восточных районах (Валуйский, Красногвардейский и Алексеевский) величина этого показателя достигает 60 % и более [6].

Климатические данные представляют собой показатели температуры и осадков. В базе данных, сформированной для проведения нашего исследования, присутствуют два типа климатических данных: одни отражают различия между муниципальными районами, вторые – изменение климата за исследуемый период. Для первой группы климатических показателей использовали данные по средним температурам и сумме осадков по месяцам, представленные

*Работа поддержана грантом РФФИ № 18-010-00775а.

по основным метеостанциям Белгородской области, которые территориально находятся в соответствующих муниципальных районах [5].

Для оценки динамики климата (данные, относящиеся ко второй группе) в 1995–2008 гг. использовали информацию с сайта National Climatic Data Center (NCDC) Climate Data Online [7]. Анализировали непрерывный ряд показателей температуры и осадков по трем метеостанциям Белгородской области – «Богородицкое-Фенино», «Валуйки» и «Готня». Каждому району области присваивали значение той или иной метеостанции в зависимости от близости его расположения. К метеостанции «Валуйки» были отнесены восточные и юго-восточные районы (Алексеевский, Валуйский, Вейделевский, Волоконовский, Красногвардейский, Ровеньский), «Богородицкое-Фенино» – центральные и северные районы (Губкинский, Корочанский, Красненский, Новооскольский, Прохоровский, Старооскольский, Чернянский), «Готня» – западные и южные районы (Белгородский, Борисовский, Грайворонский, Ивнянский, Краснояружский, Ракитянский, Шебекинский, Яковлевский).

Такие показатели состояния почв, как содержание органического вещества, обменного калия и подвижного фосфора, легкогидролизируемого азота, собирали из результатов четырех циклов агрохимических обследований: 1995–1999 гг. [8], 2000–2004 гг. [9], 2005–2009 гг. [10], 2010–2014 гг.) [4].

Показатель эродированности почв пашни представляет собой долю эродированных пахотных почв от общей площади пашни муниципального района. Таким образом, он не носит динамического характера, неизменен в течение всего исследуемого промежутка времени, но различается по муниципальным районам [6].

Таким образом, в базе данных учитывали те почвенно-климатические показатели, которые есть в открытом доступе по всем изучаемым муниципальным районам Белгородской области за анализируемый промежуток времени (1995–2014 гг.). Другие важнейшие показатели состояния почв и климата (температура приземного слоя воздуха во вневегетационный период, влажность почвы и др.) по этой причине не использовали.

Для построения регрессионного уравнения использовали 84 наблюдения (21 муниципальный район × 4 цикла агрохимических обследований). Создаваемая модель (регрессионное уравнение) имела три разновидности (спецификации) по разным наборам культур (табл. 1…3) и оценивалась линейно-логарифмическим способом через процедуру метода наименьших квадратов:

$$Y_n = f(FERT, CLIM_DYN, CLIM_NO, SOIL, EROS) \quad (1),$$

где Y_n – продуктивность по убранным культурам относительно посевной площади; отдельно по озимой пшенице и по сахарной свекле, тыс. корм. ед./га посевов (показатель за каждый год); *FERT* – внесение минеральных удобрений (NPK), кг действующего вещества/га посевов (показатель за каждый год); *CLIM_DYN* – климатические показатели (осадки, мм водяного столба и температура атмосферного воздуха, градусов по Цельсию) в динамике (показатель меняется каждый год) по данным NCDC Climate data online [5] для трех метеостанций («Богородицкое-Фенино», «Валуйки», «Готня»); *CLIM_NO* – климатические показатели (осадки, мм водяного столба и температура атмосферного воздуха, градусов по Цельсию) в среднем за многолетние наблюдения по всем метеостанциям Белгородской области по [5] (не меняются год от года в модели); *SOIL* – набор почвенных показателей за каждый период агрохимических обследований (подвижный фосфор, обменный калий, органическое вещество); *EROS* – % эродированных почв от общей площади пашни района (нединамический показатель) по [6].

Каждая из трех спецификаций имела одинаковый набор факторов (независимых переменных), но отличалась так называемой выходной переменной, в качестве которой выступала продуктивность (урожайность). Всего рассматривали три ее вида: общая продуктивность пашни в муниципальном районе в кормовых единицах, рассчитанная с учетом [11], урожайность пшеницы в муниципальном районе и урожайность сахарной свеклы в муниципальном районе.

Для поиска наилучшего варианта решения модели использовали следующий алгоритм: в программе R, которая служит языком и средой для статистических вычислений и графики и разработана в проекте GNU – операционной системе типа Unix, вводили все переменные, затем задавали условие, что нужно найти спецификацию модели с обязательным сочетанием пяти факторов, отраженных в формуле (1), каждый из которых статистически значим (допускали варианты, когда статистически значимыми были четыре фактора).

Применяли регрессионную модель с определенным количеством наблюдений. Итерации по модели с разным набором факторов показали, что основное влияние на коэффициенты корреляции и детерминации имеют только 4…5 факторов. К сожалению, увеличение количества факторов в модели более 5-и не обеспечивает изменения коэффициентов корреляций, а только приводит к росту доли статистически незначимых переменных.

По результатам расчетов было получено 50 вариаций в спецификации с продуктивностью пашни в кормовых единицах, 64 вариации в спецификации с урожайностью озимой пшеницы и 39 вариаций – с урожайностью сахарной свеклы (табл. 1…3). В каждой таблице, представленной в статье, показаны по три различных вариации модели для демонстрации того, какие оцениваемые параметры были устойчивыми после всех проведенных итераций, а какие – нет.

Результаты оценки параметров спецификации с продуктивностью пашни муниципальных районов Белгородской области, представленной в статье, показывают (см. табл. 1), что во всех вариациях показатель эрозии почв имеет отрицательный знак (-0,18…-0,34), то есть увеличение площади эродированных почв на 1 % может снижать продуктивность пашни на 0,18…0,34 % в зависимости от того, какие еще факторы учитываются в модели.

Другие почвенные характеристики (содержание органического вещества, подвижного фосфора и обменного калия) имеют положительные знаки в регрессионном уравнении (1), что свидетельствует о росте выхода кормовых

1. Результаты оценки параметров различных вариаций регрессионного уравнения (1) продуктивности пашни (в корм. ед.) муниципальных районов Белгородской области за 1995–2014 гг.

Переменная*	m1	m2	m3
org_aver	0,22	0,36	0,37
p_aver	0,27		0,20
k_aver		0,29	0,35
p_low		-0,05	
eros_no	-0,18	-0,27	-0,34
temp_dyn	1,43	3,48	3,71
fert_dyn	0,23		
Число наблюдений	84	84	84
Коэффициент детерминации R^2 adj	0,70	0,51	0,49

** org_aver – средневзвешенное содержание органического вещества в почвах пашни, %; p_aver – средневзвешенное содержание подвижного фосфора в почвах пашни, мг/кг; k_aver – средневзвешенное содержание обменного калия в почвах пашни, мг/кг; p_low – доля пашни района с низким содержанием фосфора в почвах (в диапазоне от 21 до 50 мг/кг); eros_no – доля эродированных почв от общей площади пахотных почв в муниципальном районе (статичный показатель); temp_dyn – температура атмосферного воздуха среднегодовая в динамике; fert_dyn – внесение NPK на единицу площади посевов в динамике.*

2. Результаты оценки параметров различных вариаций регрессионного уравнения (1) урожайности озимой пшеницы по районам Белгородской области за 1995–2014 гг.

Переменная*	m1	m2	m3
org_aver	-0,16		
p_aver		0,03	0,31
k_aver	0,42	0,41	
k_low			-0,05
eros_no	-0,18	-0,21	-0,20
precip_dyn			-0,17
temp_dyn	5,97	5,90	3,45
temp_no	-4,26	-3,89	
Число наблюдений	84	84	84
Коэффициент детерминации R^2 adj	0,58	0,58	0,50

** org_aver – средневзвешенное содержание органического вещества в почвах пашни, %; p_aver – средневзвешенное содержание подвижного фосфора в почвах пашни, мг/кг; k_aver – средневзвешенное содержание обменного калия в почвах пашни, мг/кг; k_low – доля пашни района с низким содержанием калия в почвах (в диапазоне от 21 до 40 мг/кг); eros_no – доля эродированных почв общей площади пахотных почв в муниципальном районе (статичный показатель); fert_dyn – внесение NPK на единицу посевов в динамике; precip_dyn – сумма осадков в среднем за год (динамичный показатель); temp_no – температура среднегодовая (статичный показатель).*

единиц при увеличении указанных показателей в анализируемый промежуток времени.

Наиболее чувствительным фактором оказалась температура атмосферного воздуха: для нее получены самые высокие значения параметров (1,43...3,71). Это можно интерпретировать так, что с ростом температуры на 1 % выход продукции в кормовых единицах может увеличиваться на 1,43...3,71 % в зависимости от действия других факторов.

Результаты оценки параметров в спецификации с урожайностью озимой пшеницы свидетельствуют, так же как и в предыдущем случае, об отрицательном влиянии фактора эрозии почв (см. табл. 2). Однако диапазон варьирования коэффициента (параметра) эрозии почв здесь более узкий (-0,18...-0,21): то есть 1 % увеличения площади эродированных почв приводит к уменьшению урожайности озимой пшеницы на 0,18...0,21 %.

Изучение других почвенных показателей позволило отметить тот факт, что коэффициенты (параметры) уравнения перед показателями содержания подвижного фосфора и обменного калия имеют положительные значения (то есть эти факторы способствуют росту урожайности озимой пшеницы, что совпадает с результатами расчетов в предыдущей спецификации).

Важной особенностью спецификации регрессионного уравнения модели по урожайности озимой пшеницы оказалось включение в нее двух факторов температуры – динамического (показывающего изменение температуры за исследуемый период) и статичного (средние величины в различных муниципальных районах по результатам многолетних наблюдений по всем метеостанциям Белгородской области). Динамический фактор роста температуры атмосферного воздуха, как и в предыдущей спецификации, способствовал значительному росту урожайности озимой пшеницы: 1 % прироста температуры обеспечивал ее увеличение на 3,45...5,97 %. Статичный показатель температуры имел отрицательный знак (-3,89...-4,26), то есть рост температур по муниципальным районам Белгородской области приводит к снижению урожайности озимой пшеницы. Так как муниципальные районы со среднегодовой температурой выше 6 °С находятся на востоке и юго-востоке области (где наиболее высока интенсивность процессов эрозии почв), их хозяйствам необходимо в первую очередь адаптироваться к возможному потеплению климата, а урожайность озимой пшеницы здесь ниже, чем в среднем по региону.

Результаты оценки параметров спецификации уравнения с урожайностью сахарной свеклы в муниципальных районах Белгородской области свидетельствуют, что эрозия почв отрицательно влияет на величину этого показателя (см. табл. 3). Так, увеличение площади эродированных почв на 1 % может снизить урожайность сахарной свеклы на 0,31...0,45 %, что практически в 2 раза выше, чем для озимой пшеницы.

Как и в предыдущих двух спецификациях, оказывают положительное влияние на урожайность сахарной свеклы почвенные характеристики (содержание органического вещества, обменного калия и подвижного фосфора). Однако в этом случае статистически значимым было не средневзвешенное содержание подвижного фосфора (как в двух предыдущих уравнениях), а доля пашни с повышенным (101...150 мг/кг) и низким (21...50 мг/кг) содержанием подвижного фосфора (см. табл. 3).

Так же как в предыдущих спецификациях, из используемых климатических факторов наибольшую чувствительность сахарная свекла имеет к температуре атмосферного воздуха: 1 % ее увеличения влечет за собой более 8 % прироста урожайности сахарной свеклы.

Все это может свидетельствовать о том, что у примененного подхода есть свои достоинства и недостатки. То есть ряд факторов поддаются моделированию (эрозия, температура, обеспеченность фосфором и калием) и хорошей интерпретации в уравнении, а ряд – нет (органическое вещество в почве и осадки). По последним двум, видимо, нужна или иная база данных, или другие методы моделирования.

Таким образом, наиболее чувствительный фактор с самым высоким значением параметра (коэффициента) в регрессионном уравнении – температура атмосферного воздуха. Ее рост в период 1995–2014 гг. в большей степени, чем другие почвенно-климатические факторы, влиял на продуктивность пашни и урожайность основных культур муниципальных районов Белгородской области.

Увеличение содержания органического вещества, обменного калия и подвижного фосфора в почвах пашни, как правило, способствует увеличению продуктивности пашни в кормовых еди-

3. Результаты оценки параметров различных вариаций регрессионного уравнения (1) урожайности сахарной свеклы в муниципальных районах Белгородской области за 1995–2014 гг.

Переменная*	m1	m2	m3
org_aver	0,68	0,67	0,67
p_hi		0,09	
k_aver	0,73	0,94	0,94
p_low	-0,05		
eros_no	-0,31	-0,40	-0,45
temp_dyn	8,78	8,68	8,77
precip_no			-0,12
Число наблюдений	84	84	84
Коэффициент детерминации R^2 adj	0,52	0,50	0,50

** org_aver – средневзвешенное содержание органического вещества в пашне, %; p_hi – доля пашни районов с повышенным содержанием подвижных форм фосфора в почвах пашни (101...150 мг/кг); k_aver – средневзвешенное содержание обменный калий в пашне, мг/кг; p_low – доля пашни района с низким содержанием фосфора (в диапазоне от 21 до 50 мг/кг); eros_no – доля эродированных почв от общей площади пахотных почв в муниципальном районе (статичный показатель); temp_dyn – температура среднегодовая в динамике; precip_no – сумма осадков в среднем за год (статичный показатель).*

ницах, урожайности озимой пшеницы и сахарной свеклы.

Во всех спецификациях регрессионного уравнения фактор эрозии почв оказывал отрицательное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур – увеличение площади эродированных почв пашни на 1 % в муниципальном районе Белгородской области может быть причиной снижения урожайности и выхода продукции на 0,18…0,45 % (в зависимости от спецификации модели и используемых факторов).

Литература.

1. Чекмарев П.А., Маметов М.И., Семенова Н.В. Мониторинг плодородия пахотных почв Закамья Республики Татарстан // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 11. С. 9–16.

2. Экологическая оценка современного ресурсного потенциала черноземных почв Поволжья / И.Ф. Медведев, Н.Г. Левицкая, И.И. Демакина и др. // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 1. С. 14–17.

3. Эколого-экономическая оценка деградация земель / Под ред. А. С. Яковлева, О. А. Макарова, С. В. Киселева и др. М.: МАКС Пресс, 2016. 256 с.

4. Лукин С. В. Агроэкологическое состояние и продуктивность почв Белгородской области: монография. 2-е изд. доп. Белгород: КОНСТАНТА, 2016. 344 с.

5. Соловиченко В. Д. Плодородие и рациональное использование почв Белгородской области / Рос. акад. с.-х. наук. ГНУ Белгород. НИИСХ Россельхозакадемии. Департамент агропром. комплекса Белгород. обл. Белгород: Отчий край, 2005. 292 с.

6. Соловиченко В. Д., Уваров Г. И. Эродированные почвы и комплекс противоэрозионных мероприятий // Белгородский агромир. 2011. № 1. С. 14–16.

7. База данных NCDC Climate data online по осадкам и температуре на станциях «Богородицкое-Фенино», «Валуйки», «Готня». URL: http://www.ncdc.noaa.gov/cdo-web/ (дата обращения 08.08.2019).

8. Агрохимическое и агроэкологическое состояние почв Белгородской области / П. М.Авраменко, К. И. Бородаева, М. А. Ероховец и др.; Под ред. П.М. Авраменко, С.В.Лукина. Белгород: Белгор. НИИСХ, 2001. 40 с.

9. Лукин С. В. Агроэкологическое состояние и продуктивность почв Белгородской области: монография. Белгород: КОНСТАНТА, 2011. 302 с.

10. Корнейко Н. И. Агроэкологическая оценка изменения основных показателей плодородия пахотных почв ЦЧР в процессе длительного сельскохозяйственного использования. Дисс. … канд. с.-х. наук. Курск. 2008. 135 с.

11. Справочник агрохимика / Д. А. Кореньков, К.А. Гаврилов, И.А. Шильников и др. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Россельхозиздат, 1980. 286 с.

Influence of Soil and Climatic Factors on Productivity of Main Agricultural Crops in Municipal Districts of the Belgorod Region

A. S. Strokov[1], O. A. Makarov[2,3], N. A. Marakhova[2], V. Yu. Potashnikov[1]

[1]Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, prosp. Vernadskogo, 82, str. 1, Moskva, 119571, Russian Federation

[2]Lomonosov Moscow State University, Leninskie gory, 1, str. 12, Moskva, 119991, Russian Federation

[3]Educational-Experimental Soil and Environmental Center, Lomonosov Moscow State University, pos. Chashnikovo, p/o Udarnyi, Solnechnogorskii r-n, Moskovskaya obl., 141592, Russian Federation

Abstract. *Using econometric modelling, the analysis of the influence of soil and climatic factors on the yield of the main crops in the municipal districts of the Belgorod region for 1995–2014 was carried out. The results of the study of three different specifications of the regression linear-logarithmic model using 84 observations showed that the growth of eroded soil areas leads to a decrease in the yield of crop products, expressed through the yield of crops. Thus, the increase in the area of eroded soils of arable land in the municipal district of the Belgorod region by 1% may cause a decrease in the yield and production output by 0.18–0.45% (depending on the specification of the model and the factors used). The increase in the values of soil indicators such as the content of humus, exchange potassium and mobile phosphorus in the arable soils, as a rule, has a positive effect on the growth of the output of all fodder units, the yield of winter wheat and sugar beet. Among climatic indicators, the highest values of the calculated coefficients (parameters) in the regression equation were noted for the temperature of the atmospheric air in dynamics: that is, the increase in the temperature of the atmospheric air in the municipal areas of the Belgorod region during the study period contributed to an increase in the yield of the main crops. In general, the influence of soil indicators on the change in the yield of the main crops of the Belgorod region is lower than that of the air temperature. The results indicate that the approach used (construction of various specifications of the regression equation) has its limitations: some soil and climatic factors are successfully "amenable" to modelling and correct interpretation, while others are not.*

Keywords: *soil and climatic factors; soil erosion; productivity; agricultural crops.*

Author Details: *A. S. Strokov, Cand. Sc. (Econ.), leading research fellow (e-mail: strokov-as@ranepa.ru); O. A. Makarov, D. Sc. (Biol.), head of department, head of laboratory (e-mail: oa_makarov@mail.ru); N. A. Marakhova, postgraduate student (e-mail: zenafelekca@gmail.com); V. Yu. Potashnikov, senior research fellow senior researcher (e-mail: Potashnikov@ranepa.ru).*

For citation: *Strokov A. S., Makarov O. A., Marakhova N. A., Potashnikov V. Yu. Influence of Soil and Climatic Factors on Productivity of Main Agricultural Crops in Municipal Districts of the Belgorod Region. Zemledelie. 2019. No. 6. Pp. 21–24 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10605.*

Уважаемые коллеги!

Коллектив Курского федерального аграрного научного центра сердечно поздравляет вас с 80-летним юбилеем журнала «Земледелие». Ваш журнал – одно из ведущих периодических изданий, освещающих проблемы отечественной сельскохозяйственной науки. Он заслуженно пользуется популярностью у читателей и авторитетом в аграрном сообществе, являясь главным путеводителем в работе для научных сотрудников, практиков и специалистов сельского хозяйства.

На протяжении 80 лет вы постоянно развиваетесь, публикуете актуальные, теоретически и практически значимые статьи, посвященные системам земледелия, вопросам сохранения и повышения плодородия почвы, увеличения продуктивности земель, рационального землепользования, защиты растений и др. На страницах вашего журнала проходят дискуссии о ведущих проблемах сельскохозяйственной науки и производства. В начавшуюся эпоху цифровой экономики на в журнале публикуются статьи, посвященные цифровизации земледелия.

Журнал «Земледелие» отличает высокий профессионализм коллектива, блестящее воплощение самых сложных задач.

Мы рады, что наши коллективы связаны давним, плодотворным и конструктивным сотрудничеством.

Коллективу редакции журнала желаем успехов во всех начинаниях, вечного творческого поиска и стремления идти только вперед, не останавливаясь на достигнутом.

По поручению коллектива –
Врио директора ФГБНУ «Курский ФАНЦ».
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор РАН *Д.В. ДУБОВИК*

Фото:
Сечение зерна пшеницы под микроскопом

Действует на почвенную и семенную инфекцию. Защищает надолго.

Поларис, МЭ

+ 100 г/л прохлораза
+ 25 г/л имазалила
+ 15 г/л тебуконазола

Микроэмульсионный протравитель семян зерновых культур с направленным действием против почвенной инфекции и пролонгированной защитой проростка при высоком инфекционном фоне

- Усиленная фунгицидная активность против возбудителей почвенной и семенной инфекции за счет комбинации трех действующих веществ и инновационной формуляции
- Исключительное действие против снежной плесени
- Высокая эффективность в условиях большого запаса инфекции в почве и при насыщении севооборотов фузариозно-опасными предшественниками
- Формирование мощной корневой системы

Культуры применения: пшеница яровая и озимая, ячмень яровой, в том числе пивоваренный

www.betaren.ru

ЩЕЛКОВО АГРОХИМ

Реклама

Научный прорыв в технологии протравливания семян –

МИКРОЭМУЛЬСИЯ

- Максимально быстрое и глубокое проникновение препарата по микрокапиллярам вглубь семени, достигающее всех участков локализации инфекции, в т.ч. скрытой
- Качественная обработка семян, исключающая осыпание и механические потери препарата при хранении, транспортировке и севе
- Самая совершенная защита семени снаружи и изнутри

www.betaren.ru

ЩЕЛКОВО АГРОХИМ

Фото:
эффективное действие
протравителя МЭ
на возбудитель *Fusarium spp.*

Реклама

Фото:
Кристаллы сахара в поляризованном свете в многократном увеличении

Соединяем
сохранность корнеплодов
и высокий выход сахара

Кагатник, ВРК

300 г/л бензойной кислоты /триэтаноламинная соль/

Фунгицид исключительного физиологического действия для предотвращения развития корневых и кагатных гнилей сахарной свеклы и повышения выхода сахара

При обработке посевов за 30-50 дней до уборки:

- Предотвращает развитие различных видов корневых гнилей
- Увеличивает сахаристость за счет активизации оттока питательных веществ из листьев в корнеплоды
- Способствует получению здоровых корнеплодов с отличной лежкостью в кагатах

При обработке корнеплодов перед закладкой на хранение:

- Единственный способ сохранности корнеплодов в кагатах
- Предотвращает развитие кагатных гнилей до 120 дней
- Снижает потери сахара и массы корнеплодов

www.betaren.ru

ЩЕЛКОВО АГРОХИМ

Реклама

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10606
УДК 633.11''321'':631.81.095.337

Применение хелатов микроэлементов в технологии возделывания яровой пшеницы

Н. В. ВОЙТОВИЧ[1], доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник (e-mail: vvoytovich@bk.ru)
В. М. НИКИФОРОВ[2], кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: vovan240783@yandex.ru)
М. И. НИКИФОРОВ[2], кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: kafeap@bgsha.com)
Г. В. ЧЕКИН[2], кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: gb-swamp@yandex.ru)
А. Л. СИЛАЕВ[2], кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Е. В. СМОЛЬСКИЙ[2], кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: sev_84@mail.ru)
М. М. НЕЧАЕВ[2], кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
[1]Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», ул. Агрохимиков, 6, пос. Новоивановское, Одинцовский р-н, Московская обл., 143026, Российская Федерация
[2]Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская обл., 243365, Российская Федерация

Исследования проводили в 2015–2017 гг. на серых лесных почвах Брянской области. Цель работы – оценить влияние некорневых подкормок хелатными комплексами на основе янтарной кислоты на продуктивность яровой мягкой пшеницы и показатели экономической эффективности. Хелатный комплекс, используемый в опыте – жидкое комплексное микроудобрение, разработан в Брянском государственном аграрном университете. Объект исследований – сорт яровой мягкой пшеницы Злата. Предшественник – картофель. Норма высева – 5,0 млн всхожих семян на 1 га. Повторность опыта трёхкратная. Размещение делянок в опыте систематическое. Общая площадь делянки – 50 м², учётная – 25 м². Схема опыта включала три варианта: $N_{60}P_{60}K_{60}$ (контроль); $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$ + 2 обработки хелатными комплексами. Двукратное применение хелатов микроэлементов на основе янтарной кислоты в составе баковой смеси пестицидов в дозе 3,0 л/га в фазе кущения и в фазе колошения (вариант 3) способствует формированию достоверной прибавки урожайности к контролю на уровне 0,32 т/га, условного чистого дохода в размере 1900 руб./га с рентабельностью 146,2 %. При этом проведение некорневых подкормок хелатным комплексом взамен корневой азотной подкормки способствует увеличению продуктивной кустистости на 1,8 %, массы зерна с 1 м² – на 1,9 %, массы зерна с колоса – на 2,1 % и массы 1000 семян – на 2,7 %, а также снижению производственных затрат на применение подкормок на 532 руб./га и увеличению рентабельности производства зерна яровой пшеницы на 110 %.

Ключевые слова: *яровая мягкая пшеница (Triticum aestivum L.), технология возделывания, корневая подкормка, некорневая подкормка, аммиачная селитра, хелатный комплекс, продуктивность, урожайность, эффективность.*

Для цитирования: *Применение хелатов микроэлементов в технологии возделывания яровой пшеницы / Н. В. Войтович, В. М. Никифоров, М. И. Никифоров и др. // Земледелие. 2019. № 6. С. 25–27. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10606.*

Производство зерна – одна из основных задач сельского хозяйства. Зерновые культуры – это, прежде всего, хлеб – основная пища человечества. От 50 до 70 % калорий дневного рациона человека приходится на зерно и произведенные на его основе продукты [1].

Специалистами подсчитано, что 50 % урожайного потенциала зерновых культур достигается благодаря новым сортам, а 50 % – в результате совершенствования технологий их возделывания. При этом долевое участие удобрений в формировании урожая зерновых в Нечернозёмной зоне РФ достигает 25…40 % [2].

Согласно статистическим данным, в последние 35 лет урожайность зерновых культур в России находилась на уровне 1,29 т/га, а валовой сбор зерна составлял 55,4 млн т. Низкую урожайность зерновых культур можно объяснить тем, что для большинства областей Нечерноземной зоны России характерно невысокое плодородие почвы, майско-июньские засухи и обилие осадков в период уборки [3].

Современные сорта зерновых культур более продуктивны (урожайность достигает 6…8 т/га и выше), чем ранее районированные, лучше адаптированы к природно-климатическим условиям, обладают хорошей отзывчивостью на улучшение минерального питания [4].

Таким образом, проблема стабилизации и повышение урожайности зерновых в условиях Нечернозёмной зоны, в частности Брянской области, весьма актуальна и представляет практическую значимость.

Один из способов эффективного использования минеральных удобрений, который позволяет увеличить урожайность зерна и повысить его качество, а также сократить затраты материальных ресурсов, – некорневые подкормки. В последние годы всё большее распространение получают хелатные микроудобрения. Они обладают высокой биологической активностью, позволяют регулировать биохимические процессы, происходящие в растениях. Хелатные микроудобрения устойчивы в растворах в широком диапазоне значений pH, хорошо сочетаются с пестицидами, что позволяет применять их в баковых смесях при проведении мероприятий по защите растений. Кроме того, они подобны естественным формам нахождения микроэлементов в растениях, что способствует быстрому поглощению и более эффективному усвоению. К веществам природного происхождения, которые выполняют функцию регуляторов роста растений, можно отнести препараты на основе органических кислот (янтарная, молочная и др.), обладающие широким спектром действия [5].

На рынке средств химизации сельскохозяйственного производства представлен значительный ассортимент микроудобрений на основе хелатных комплексов,большей частью импортного производства. Составы этих препаратов различны, а их действие на рост и развитие растений в зависимости от состава малоизучено.

Цель работы – оценить влияние некорневых подкормок хелатными комплексами на основе янтарной кислоты, разработанными в Брянском ГАУ, на продуктивность яровой мягкой пшеницы и показатели экономической эффективности ее производства.

Исследования проводили в 2015–2017 гг. в условиях стационарного полевого опыта Брянского государственного аграрного университета на серых лесных почвах.

Объект исследования – сорт яровой мягкой пшеницы Злата. Предшественник – картофель. Норма высева – 5,0 млн всхожих семян на гектар. Повторность опыта трехкратная. Размещение делянок в опыте систематическое. Общая площадь делянки – 50 м², учётная – 25 м².

Схема опыта включала следующие варианты: $N_{60}P_{60}K_{60}$ (контроль); $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$ + 2 обработки хелатным комплексом.

1. Структура урожая и урожайность яровой пшеницы (среднее за 2015–2017 гг.)

Вариант	Продуктивная кустистость	Масса зерна с 1 колоса, г	Масса 1000 семян, г	Масса зерна с 1 м², г	Урожайность, т/га
$N_{60}P_{60}K_{60}$ (контроль)	1,12	0,96	39,5	424,1	4,16
$N_{60}P_{60}K_{60}$+ N_{30}	1,15	0,98	39,8	451,4	4,41
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + хелатный комплекс	1,17	1,00	40,9	459,3	4,48
$НСР_{05}$	0,01	0,01	0,3	18,2	0,17

Хелатный комплекс, используемый в опыте – жидкое комплексное микроудобрение, создан в Брянском государственном аграрном университете. Состав разработан с учетом анализа данных по аналогичным отечественным и зарубежным препаратам, а также потребности яровой пшеницы в микроэлементах. В качестве хелатирующего компонента использована янтарная кислота, которая способствует усилению энергетического обмена, активному росту и развитию корневой системы. Хелатный комплекс содержит следующие макро- и микроэлементы: N – 82 г/л, P_2O_5 – 82, K_2O – 82, SO_3 – 30, MgO – 19, Mn – 0,5, Cu – 0,24, Zn – 0,17, B – 0,13, Co – 0,03, Mo – 0,06 г/л. Азот содержится в амидной форме.

Во всех вариантах опыта вносили основное удобрение, в качестве которого использовали азофоску (16:16:16), дозой $N_{60}P_{60}K_{60}$. Во 2-м варианте опыта проводили подкормку посевов яровой пшеницы аммиачной селитрой в фазе кущения дозой N_{30}. В 3-м варианте выполняли две некорневых подкормки растений хелатным комплексом в составе баковой смеси пестицидов в фазе кущения и в фазе колошения дозой 3,0 л/га.

Семена перед посевом протравливали фунгицидом Дивиденд Стар, КС (1,0 л/га). В фазе кущения применяли баковую смесь гербицидов Аксиал, КЭ (1,0 л/га) + Линтур, ВДГ (0,135 кг/га), инсектицида Актара, ВДГ (0,08 кг/га) и фунгицида Альто Супер, КЭ (0,5 л/га). В фазе колошения использовали баковую смесь инсектицида Актара, ВДГ (0,08 кг/га) и фунгицида Альто Супер, КЭ (0,5 л/га).

Выбор систем обработки почвы, защиты растений, предшественника и нормы высева семян проводили согласно региональным рекомендациям по возделыванию яровых зерновых культур [1]. Уборку урожая осуществляли в фазе полной спелости зерна поделяночно прямым комбайнированием. Урожайность приводили к 14 %-ной влажности и 100 %-ной чистоте. Полевые исследования и статистическую обработку результатов проводили по методике полевого опыта [6]. Лабораторно-аналитические исследования выполняли по общепринятым методикам в центре коллективного пользования Брянского ГАУ. Экономическую эффективность применения минеральных удобрений рассчитывали по методике Института почвоведения и агрохимии [7].

Анализ структуры урожая показал (табл. 1), что корневая азотная подкормка (N_{30}) в фазе кущения и две некорневые подкормки хелатным комплексом (по 3,0 л/га) в фазы кущения и колошения способствуют увеличению массы 1000 семян на 0,8…3,5 %, массы зерна с колоса – на 2,1…4,2 %, продуктивной кустистости – на 2,7…4,5 % и массы зерна с 1 м² – на 6,4…8,3 %.

Некорневые подкормки хелатным комплексом взамен корневой аммиачной селитрой способствовали увеличению продуктивной кустистости – на 1,8 %, массы зерна с 1 м² – на 1,9 %, массы зерна с колоса – на 2,1 % и массы 1000 семян – на 2,7 %

В среднем за 3 года исследований урожайность яровой пшеницы в опыте варьировала от 4,16 до 4,48 т/га.

Наименьшая урожайность отмечена в контроле (4,16 т/га), наибольшая – в варианте с опрыскиванием посевов хелатным комплексом (4,48 т/га). Внесение аммиачной селитры в дозе N_{30} увеличивало урожайность, по отношению к контролю, на 0,25 т/га, двукратная обработка посевов хелатным комплексом – на 0,32 т/га. То есть, некорневые подкормки хелатами микроэлементов обеспечивали формирование прибавки урожая, в сравнении с корневой подкормкой селитрой, 70 кг/га.

Анализ экономической эффективности показал, что при увеличении урожайности от применения подкормок на уровне 0,25…0,32 т/га и цене реализации зерна 10000 руб./т, стоимость прибавки урожая составляет 2500…3200 руб./га, в зависимости от варианта опыта (табл. 2).

Дополнительные затраты к контролю, связанные с проведением подкормок, уборкой, транспортировкой и доработкой прибавки урожая в варианте с использованием хелатов составляют 1299,7 руб./га, с аммиачной селитрой – 1831,4 руб/га. Проведение некорневых подкормок хелатным комплексом взамен подкормки аммиачной селитрой способствует сокращению производственных затрат на 531,7 руб./га. Условный чистый доход в варианте с хелатным комплексом составил 1900,3 руб./га., с аммиачной селитрой – 668,6 руб./га. Рентабельность некорневых подкормок, по сравнению с корневой, была почти на 110 % выше.

Таким образом, двукратное применение хелатов микроэлементов на основе янтарной кислоты в составе баковой смеси пестицидов в дозе 3,0 л/га в фазе кущения и в фазе колошения способствовало получению достоверной прибавки урожайности к контролю на уровне 0,32 т/га, условного чистого дохода в размере 1900 руб./га при рентабельности 146,2 %.

2. Экономическая эффективность применения подкормок яровой пшеницы (среднее за 2015-2017 гг.)

Показатель	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + N_{30}	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + хелатный комплекс
Урожайность, т/га	4,41	4,48
Прибавка урожайности к контролю, т/га	0,25	0,32
Стоимость прибавки урожая, руб./га	2500,0	3200,0
Дополнительные затраты к контролю, руб./га	1831,4	1299,7
Условный чистый доход к контролю, руб./га	668,6	1900,3
Рентабельность к контролю, %	36,5	146,2

Литература.

1. Яровые зерновые культуры: биология и технологии возделывания / под ред. В. Е. Торикова. Брянск: Изд-во Брянской ГСХА, 2015. 125 с.

2. Войтович Н. В., Никифоров В. М. Изменение физиологических параметров сортов яровой пшеницы от технологий их возделывания // Агрохимический вестник. 2019. № 3. С. 49–53.

3. Войтович Н. В., Никифоров В. М. Формирование урожая яровой пшеницы в современных технологиях // Агрохимический вестник. 2009. № 4. С. 38–40.

4. Давыдова Н. В. Селекция яровой пшеницы на урожайность и качество зерна в условиях центра Нечернозёмной зоны Российской Федерации. Автореф. дис. ... доктора с.-х. наук. Немчиновка. 2011. 54 с.

5. О механизме действия хелатных форм микроудобрений на клетки яровой пшеницы при некорневой обработке / В. М. Пахомова, Е. К. Бунтукова, И. А. Гайсин и др. // Вестник РАСХН. 2005. № 3. С. 26–28.

6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

7. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И. М. Богдевич, Г. М Сафроновская., Н. Д. Терещенко и др. Минск: Изд-во института почвоведения и агрохимии, 2010. 20 с.

Use of Chelates of Trace Elements in the Cultivation Technology of Spring Wheat

N. V. Voytovich[1], V. M. Nikiforov[2], M. I. Nikiforov[2], G. V. Chekin[2], A. L. Silaev[2], E. V. Smolsky[2], M. M. Nechaev[2]
[1]Federal Research Center «Nemchinovka», ul. Agrokhimikov, 6, pos. Novoivanovskoe, Odintsovskii r-n, Moskovskaya obl., 143026, Russian Federation
[2]Bryansk State Agrarian University, ul. Sovetskaya, 2a, s. Kokino, Vygonichskii r-n, Bryanskaya obl., 243365, Russian Federation

Abstract. *The studies were carried out in 2015–2017 on grey forest soils in the Bryansk region. The purpose of the work was to evaluate the effect of foliar top dressing with succinic acid chelate complexes on the productivity of spring common wheat and indicators of economic efficiency. The chelate complex used in the experiment is a liquid complex micro-fertilizer developed at the Bryansk State Agrarian University. The object of research was spring common wheat 'Zlata'. The forecrop was the potato. The seeding rate was 5.0 million germinating seeds per hectare. The experiment was repeated three times. The distribution of plots in the experiment was systematic. The total area of the plot was 50 m2, accounting area was 25 m2. The experimental design included three options: N60P60K60 (control); N60P60K60 + N30; N60P60K60 + 2 treatments with chelate complexes. The double use of chelates of trace elements on the basis of succinic acid in the tank mixture of pesticides at the dose of 3.0 L/ha in the tillering phase and in the earing phase (option 3) contributed to a reliable increase in the yield relative to the control at the level of 0.32 t/ha, in the conditional net income – in the amount of 1900 RUB/ha with a profitability of 146.2%. At the same time, non-root top dressing with the chelate complex instead of root nitrogen topdressing increased the productive bushiness by 1.8%, grain weight per 1 m2 – by 1.9%, grain weight from an ear – by 2.1%, and weight of 1000 seeds – by 2.7%, as well as reduced production costs for the application of fertilizers by 532 RUB/ha and increased the profitability of spring wheat grain production by 110%.*

Keywords: *spring common wheat (Triticum aestivum L.); cultivation technology; root fertilizing; not root fertilizing; ammonium nitrate; chelate complex; productivity; effectiveness.*

Author Details: *N. V. Voytovich, D. Sc. (Agr.), chief research fellow (e-mail: vvoytovich@bk.ru); V. M. Nikiforov, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: vovan240783@yandex.ru); M. I. Nikiforov, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: kafeap@bgsha.com); G. V. Chekin, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: gb-swamp@yandex.ru); A. L. Silaev, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.; E. V. Smolsky, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: sev_84@mail.ru); M. M. Nechaev, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.*

For citation: *Voytovich N. V., Nikiforov V. M., Nikiforov M. I., Chekin G. V., Silaev A. L., Smolsky E. V., Nechaev M. M. Use of Chelates of Trace Elements in the Cultivation Technology of Spring Wheat. Zemledelie. 2019. No. 6. Pp. 25–27 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10606.*

Уважаемые коллеги!

Коллектив ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» от всей души поздравляет вас со знаменательным событием – 80-летием со дня издания первого номера журнала «Земледелие».

Ваш журнал в течение многих десятилетий остается ведущим изданием, на страницах которого отражаются результаты исследований в области земледелия, растениеводства, селекции сельскохозяйственных культур, рассказывается об опыте агрономической работы в различных субъектах Российской Федерации и за рубежом.

Журнал «Земледелие», несомненно, оказал существенное влияние на развитие сельскохозяйственной отрасли и внедрение современных технологий в производство. Издание уделяет большое внимание проблемам рационального использования земельных ресурсов. На его страницах присутствуют материалы российских и зарубежных ученых по теории и практике возделывания сельскохозяйственных культур, агрохимии и почвоведению, селекции и семеноводству, сельскохозяйственной экологии, механизации.

В современных условиях ведение аграрного производства осложняется кризисными процессами при значительной ограниченности бюджетной поддержки. Именно поэтому публикации в журнале способствуют решению масштабных задач по формированию макроэкономических условий развития отрасли.

Универсальность и широта тематики делают журнал «Земледелие» интересным для специалистов, научных работников аграрного профиля и всех тех, кто связал свою деятельность с землей.

Желаю коллективу журнала новых успехов, крепкого здоровья и благополучия.

От коллектива ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»
директор, доктор сельскохозяйственных наук *В.В. КУЛИНЦЕВ*

Коллектив ученых ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ» поздравляет редакцию журнала «Земледелие» и его читателей со знаменательным юбилеем!

В течение 80 лет журнал «Земледелие» является ведущим агрономическим изданием России, выполняющим роль необходимого звена в деле научно-информационного обеспечения агропромышленного комплекса.

За время своего существования журнал стал научным изданием, выполняющим задачи всестороннего освещения проблем теории и практики сельскохозяйственной науки, вопросов дальнейшего развития отрасли, информационного сопровождения, пропаганды результатов научных исследований и подготовки кадров.

В 21 веке роль журнала еще более активизировалась, расширилась научная тематика в связи с приоритетными исследованиями по разработке принципов формирования и проектирования различных систем земледелия, сохранению экологической устойчивости агроландшафтов, разработке адаптивных ресурсо-энергосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур, изучению принципиально новых сортов и гибридов.

Актуальность, универсальность и широта тематики всегда делают журнал интересным для всех, кто связал свою деятельность с наукой и работой на земле.

Мы желаем, чтобы журнал по-прежнему оставался ведущим и востребованным печатным изданием для российской аграрной науки, поднимающим вопросы научного обеспечения сельского хозяйства, отражающим научный поиск, современное состояние, проблемы и пути развития сельскохозяйственной науки и производства.

Успехов, творческого поиска, интересных авторов, содержательных публикаций, благодарных и многочисленных читателей и подписчиков!

С уважением,
директор ФГБНУ « Вержневолжский ФАНЦ» *Л.И. ИЛЬИН*

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10607
УДК 631.582: 633: 631.153.7

Влияние севооборота на эффективность использования пашни при возделывании полевых культур без обработки почвы

В. К. ДРИДИГЕР[1], доктор сельскохозяйственных наук, руководитель научного направления (e-mail: dridiger.victor@gmail.com)
Р. С. СТУКАЛОВ[1], кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
Р. Г. ГАДЖИУМАРОВ[1], научный сотрудник
С. С. ВАЙЦЕХОВСКАЯ[2], кандидат экономических наук, доцент
[1]Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, ул. Никонова, 49, Михайловск, Шпаковский р-н, Ставропольский край, 356241, Российская Федерация
[2]Ставропольский государственный аграрный университет, пер. Зоотехнический, 12, Ставрополь, 355017, Российская Федерация

Цель работы – определение влияния севооборотов на эффективность использования пашни при возделывании полевых культур без обработки почвы на черноземе обыкновенном в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Исследования проводили в 2015–2017 гг. в многолетнем стационарном полевом опыте по изучению 9-и полевых плодосменных севооборотов, схемы которых различались между собой количеством полей (от 4-х до 6-и), набором культур и их чередованием. В структуре севооборотов бобовые культуры занимали от 17 до 33 %, масличные – 17…40 %, зерновые – 50…67 %. При возделывании полевых культур без обработки почвы наиболее эффективно пашня используется в шестипольном севообороте с двумя полями бобовых культур: соя – озимая пшеница – горох – озимая пшеница – подсолнечник – кукуруза, в котором с 1 га севооборотной площади было собрано 3,85 тыс. зерн. ед. себестоимостью 5,46 руб./зерн. ед., прибыль и рентабельность производства продукции растениеводства составили 20888 руб./га и 113,0 %. Высокую рентабельность производства (108,7 и 106,2 %) обеспечивают четырёхпольный (соя – озимая пшеница – подсолнечник – кукуруза) и пятипольный (соя – озимая пшеница – подсолнечник – кукуруза – озимая пшеница) севообороты. Размещение в севообороте озимой пшеницы два года подряд приводит к уменьшению зерновой продуктивности повторных посевов культуры в 1,8…2,0 раза, до 3,48…3,57 тыс. зерн. ед./га и рентабельности производства до 84,4…92,3 %.

Ключевые слова: *севооборот, пашня, без обработки почвы, урожайность, прибыль, рентабельность.*

Для цитирования: *Влияние севооборота на эффективность использования пашни при возделывании полевых культур без обработки почвы / В. К. Дридигер, Р. С. Стукалов, Р. Г. Гаджиумаров и др. // Земледелие. 2019. № 6. С. 28–32. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10607.*

Важную роль в формировании высоких и стабильных по годам урожаев сельскохозяйственных культур играет севооборот. Он обеспечивает эффективное использование почвенных и климатических ресурсов, поддержание и увеличение плодородия почвы, борьбу с сорняками, вредителями и болезнями, а также высокую урожайность и экономическую эффективность сельскохозяйственного производства [1, 2].

Ещё большее значение имеет севооборот при возделывании полевых культур без обработки почвы (технология No-till) [3]. Обусловлено это тем, что при ее использовании обеспечить рыхление и оптимальную плотность сложения почвы должна корневая система возделываемых растений [4]. Для этого в севообороте необходимо чередовать виды со стержневой и мочковатой корневыми системами [5, 6]. Велика роль севооборотов в борьбе с вредными организмами, предотвращении проявления ветровой и водной эрозий, вызывающих снижение почвенного плодородия [7]. Севообороты должны также обеспечить эффективное использование пашни, высокую урожайность и экономическую эффективность возделывания культур, что во многом зависит от их подбора и чередования в севообороте [8].

Цель нашей работы – определить влияние различных севооборотов на эффективность использования пашни при возделывании полевых культур без обработки почвы на черноземе обыкновенном в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края.

Исследования проводили на опытном поле ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», расположенном в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Годовая сумма эффективных температур здесь составляет 3000…3200 °С, сумма осадков – 540…570 мм, но их выпадение по годам и периодам вегетации не равномерно, ГТК – 0,9…1,1 [9]. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный, мощный, тяжелосуглинистый с содержанием гумуса в слое почвы 0…20 см 4,33 %. Обеспеченность почвы нитратным азотом низкая (8,4 мг/кг), подвижным фосфором и обменным калием (по Мачигину) – повышенная (соответственно 37 и 332 мг/кг), реакция почвенного раствора нейтральная (pH = 6,85).

Метеорологические условия в годы проведения исследований были характерными для зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края с большим количеством осадков весной и в первой половине лета. Более засушливым был 2015 г., когда выпало 528 мм осадков, что на 26 мм меньше средних многолетних значений, более увлажнёнными были 2016 и 2017 гг. – 649 и 631 мм.

Во все годы проведения исследований отмечали обильное выпадение осадков в мае (103…174 мм при климатической норме 64 мм), что оказало положительное влияние на рост и развитие озимой пшеницы. В то же время проявлялся их острый дефицит в августе, когда при норме 48 мм в 2015 г. выпало 15 мм, в 2016 г. – 28 мм, в 2017 г. – 12 мм. На фоне высоких температур воздуха (более +35 °С, а в отдельные дни выше +40 °С) малое количество осадков вызывало сильную атмосферную и почвенную засухи. В 2015 и 2017 гг. она усиливалась недобором осадков в июле. (15…28 мм при норме 48 мм), что отрицательно сказалось на урожайности поздних яровых культур, особенно сои.

Исследования проводили в многолетнем стационарном опыте в 2015–2017 гг. Изучали 9 схем полевых плодосменных севооборотов, отличающихся количеством полей (от 4-х до

1. Чередование культур в экспериментальных севооборотах

Номер севооборота								
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
соя	соя	горох	лён	соя	соя	соя	соя	соя
пшеница озимая	пшеница озимая	пшеница озимая	пшеница озимая	кукуруза	пшеница озимая	пшеница озимая	пшеница озимая	пшеница озимая
подсолнечник	подсолнечник	подсолнечник	подсолнечник	пшеница озимая	пшеница озимая	подсолнечник	горох	пшеница озимая
кукуруза	кукуруза	кукуруза	кукуруза	подсолнечник	подсолнечник	пшеница озимая	пшеница озимая	подсолнечник
–	пшеница озимая	пшеница озимая	пшеница озимая	пшеница озимая	пшеница озимая	кукуруза	подсолнечник	пшеница озимая
–	–	–	–	–	–	пшеница озимая	кукуруза	кукуруза

6-и), набором и чередованием культур (табл. 1).

Второй, третий и четвёртый севообороты различаются между собой первой культурой. Во втором и пятом севооборотах набор культур одинаковый, но их чередование разное. В восьмом севообороте имеются два поля бобовых культур, а в шестом и девятом – озимую пшеницу возделывают два года подряд. В каждом севообороте есть по одному полю подсолнечника, размещаемому после озимой пшеницы, количество полей озимой пшеницы изменяется от одного в первом севообороте до трёх в шестом, седьмом и девятом. Чистые пары во всех севооборотах отсутствуют, что согласуется с зональной системой земледелия Ставропольского края для зоны неустойчивого увлажнения [10].

В зависимости от набора культур меняется структура посевных площадей в севооборотах. Бобовые составляют от 17 до 33 %, масличные – от 17 до 40 %, в том числе подсолнечник – 17…25 % (табл. 2). Доля зерновых варьирует от 50 % в первом и восьмом севооборотах до 60 % во втором, третьем, четвертом, пятом и шестом, а также 67 % в седьмом и девятом севооборотах, в том числе озимой пшеницы от 25 % в первом до 60 % в шестом севообороте.

2. Структура посевов в экспериментальных севооборотах, %

Культура	Номер севооборота								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Бобовые	25	20	20	–	20	20	17	33	17
Масличные	25	20	20	40	20	20	17	17	17
в том числе подсолнечник	25	20	20	20	20	20	17	17	17
Зерновые	50	60	60	60	60	60	67	50	67
в том числе пшеница	25	40	40	40	40	60	50	33	50

Севообороты развёрнуты в пространстве всеми полями в трёхкратной повторности. Размещение севооборотов рендомизированное в 3 яруса (каждый ярус – повторность опыта со смещением схем севооборотов в пространстве), культур в севооборотах – систематическое. Общая площадь делянки 408 м^2 (10,2 м × 40 м), учётная 72 м^2 для культур сплошного посева и 84 м^2 для пропашных.

Все культуры возделывали без обработки почвы по технологии No-till. В опыте высевали сорта и гибриды, допущенные к использованию в Северо-Кавказском регионе: соя – Дуниза, озимая пшеница – Виктория одесская, подсолнечник – Тристан, кукуруза – Машук, горох – Рассвет, лён масличный – ВНИИМК 620.

Посев проводили сеялкой Gimetal. Сроки и способы посева, нормы высева и дозы внесения удобрений, а также уход за посевами и борьба с сорняками, вредителями и болезнями во время вегетации всех изучаемых культур соответствовали рекомендованным научными учреждениями региона технологиям возделывания [10].

Для борьбы с сорняками после уборки рано созревающих культур (озимая пшеница, горох, лён масличный) при появлении сорняков и их высоте не более 10 см делянки опрыскивали гербицидом сплошного действия Ураган форте (1,5 л/га). Этим же препаратом проводили обработку за 5…7 дней до посева всех культур, кроме озимой пшеницы после поздно созревающих видов (соя, подсолнечник, кукуруза), перед которой опрыскивание не проводили.

Учёт урожайности в опыте осуществляли механизированным способом путём прокоса по середине делянки комбайном Сампо 130 (соя, горох, озимая пшеница) и Сампо 2010 (кукуруза, подсолнечник) с последующим пересчетом на стандартную влажность и чистоту по методике ГСИ. Качество зерна озимой пшеницы определяли согласно ГОСТ [11, 12]. Для пересчёта урожайности культур в зерновые единицы использовали коэффициенты, утверждённые приказом министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 06.07.2017 N 330: соя – 1,17, горох – 0,99, озимая пшеница – 1,00, кукуруза – 1,14, подсолнечник – 1,47, лён масличный – 1,65. Экономическую эффективность возделывания изучаемых в опыте культур и в целом севооборотов рассчитывали по общепринятым методикам [13]. Закупочные цены на производимую продукцию принимали равными сложившимся на рынке в годы исследований: соя – 26000 руб./т, горох – 12000, озимая пшеница 3 класса – 8000, 4 класса – 7500, 5 класса (фураж) – 7000, подсолнечник – 18000, лён масличный – 16000 руб./т.

На урожайность возделываемых культур существенное влияние оказало их размещение в севообороте, то есть предшественник. Озимая пшеница формировала самую высокую в опыте урожайность зерна , которая в среднем за годы исследований по всем севооборотам составила 5,15 и 4,96 т/га при посеве соответственно после гороха и сои. После льна масличного, кукурузы и подсолнечника величина этого показателя была равна 4,74, 4,16 и 4,01 т/га, а самой низкой в опыте – при повторном посеве культуры – 2,68 т/га (табл. 3).

Лучший предшественник для кукурузы в опыте – соя, после которой урожайность зерна составила 4,69 т/га. При размещении после подсолнечника и озимой пшеницы она была соответственно на 0,48 и 0,53 т/га меньше. Следует отметить, что при посеве кукурузы по двум последним предшественникам урожайность была практически одинаковой. Это очень важно, так как позволяет размещать кукурузу не только после озимой пшеницы, одного из лучших её предшественников [14], но и после подсолнечника.

Урожайность сои по всем предшественникам была низкой – от 1,14 до 1,80 т/га. Обусловлено это отмечавшейся во все годы исследований сильной атмосферной и почвенной засухой в августе, когда культура находилась в фазе цветения и налива семян. В таких условиях происходило опадение цветков и даже бобов, а семена формировались щуплые [15]. Тем не менее, при посеве по озимой пшенице урожайность культуры была немного выше, чем после кукурузы и в среднем за годы исследований по всем севооборотам, соответственно 1,50 и 1,42 т/га.

3. Урожайность полевых культур при возделывании без обработки почвы в различных севооборотах, т/га

Севооборот		Год			Среднее
		2015	2016	2017	
I	соя	1,14	1,65	1,47	1,42
	озимая пшеница	5,22	4,80	5,39	5,14
	подсолнечник	2,29	1,67	2,04	2,00
	кукуруза	2,25	4,61	5,32	4,06
II	соя	1,22	1,54	1,59	1,45
	озимая пшеница	5,85	4,85	4,32	5,01
	подсолнечник	2,67	1,73	2,30	2,23
	кукуруза	2,50	6,59	4,98	4,69
	озимая пшеница	4,35	4,54	4,22	4,37
III	горох	2,02	2,20	2,56	2,26
	озимая пшеница	5,74	4,65	4,94	5,11
	подсолнечник	1,93	1,86	2,51	2,10
	кукуруза	3,76	3,76	4,51	4,01
	озимая пшеница	4,77	4,14	2,93	3,95
IV	лен	0,87	0,87	1,22	0,98
	озимая пшеница	4,87	5,27	4,09	4,74
	подсолнечник	1,93	1,86	2,51	2,10
	кукуруза	3,76	3,76	4,51	4,01
	озимая пшеница	4,77	4,18	2,86	3,94
V	соя	1,21	1,53	1,67	1,47
	кукуруза	3,50	6,22	4,35	4,69
	озимая пшеница	4,76	4,40	4,10	4,42
	подсолнечник	2,32	1,68	2,21	2,07
	озимая пшеница	4,40	4,30	4,23	4,32
VI	соя	1,46	1,53	1,80	1,60
	озимая пшеница	5,89	4,95	4,63	5,16
	озимая пшеница	2,79	2,54	2,36	2,56
	подсолнечник	2,70	2,13	2,59	2,47
	озимая пшеница	4,19	4,19	4,19	4,19
VII	соя	1,58	1,50	1,70	1,59
	озимая пшеница	5,47	5,00	4,62	5,03
	горох	2,55	2,27	3,19	2,67
	озимая пшеница	5,74	4,05	5,73	5,17
	подсолнечник	2,28	2,30	2,62	2,40
	кукуруза	2,66	5,83	4,34	4,28
VIII	соя	1,29	1,62	1,60	1,50
	озимая пшеница	5,58	4,46	3,90	4,65
	подсолнечник	2,55	1,93	3,16	2,55
	озимая пшеница	3,76	3,58	3,98	3,77
	кукуруза	3,72	4,86	4,09	4,22
	озимая пшеница	4,23	4,11	4,03	4,12
IX	соя	1,14	1,45	1,48	1,36
	озимая пшеница	5,48	4,70	4,89	5,02
	озимая пшеница	2,67	2,57	3,14	2,79
	подсолнечник	2,52	2,39	2,47	2,46
	озимая пшеница	3,72	3,86	3,71	3,76
	кукуруза	2,75	5,19	4,34	4,09

Соя очень сильно реагирует на плотность почвы и при её увеличении снижает урожайность. Более низкая величина этого показателя отмечена при посеве после двух культур, имеющих мочковатую корневую систему. При посеве после предшественников со стержневой и мочковатой корневой системами урожайность увеличивалась. В то же время самой высокой она была при размещении после подсолнечника, имеющего стержневую корневую систему, и озимой пшеницы с мочковатой корневой системой. Если вместо озимой пшеницы была кукуруза, то урожайность снижалась.

Предшественники оказали существенное влияние на хлебопекарные качества зерна озимой пшеницы, что сказалось на его стоимости. При посеве после гороха и сои зерно соответствовало 3-му классу с содержанием белка 12,4…13,3 %, клейковины – 23,5…27,9 %, качество клейковины соответствовало I группе (ИДК 68…73 ед.). После льна масличного, кукурузы и подсолнечника зерно было 4 класса с содержанием 11,1…11,9 % белка, 20,9…22,0 % клейковины I группы качества. При повторном посеве озимой пшеницы выращивали фуражное зерно – 5 класс (белок – 9,2…9,6 %, клейковина – 17,5…17,8 % II группы качества с ИДК 85…100 ед.).

Набор и чередование культур оказали влияние на продуктивность севооборотов. Первый четырёхпольный севооборот с одним полем сои, озимой пшеницы, подсолнечника и кукурузы уступал второму и пятому пятипольным севооборотам, с таким же набором культур, но с двумя полями озимой пшеницы (табл. 4).

Среди пятипольных севооборотов (со 2-го по 6-й) наибольшая продуктивность отмечена во втором севообороте (соя – озимая пшеница – подсолнечник – кукуруза – озимая пшеница) – 3,94 тыс. зерн. ед./га. Замена сои горохом или льном масличным в третьем и четвёртом севооборотах приводила к снижению величины этого показателя до 3,79 и 3,59 тыс. зерн. ед./га соответственно, что обусловлено меньшей урожайностью кукурузы, второй озимой пшеницы и, особенно, льна масличного.

Изменение чередования культур в пятом севообороте, по сравнению со вторым, также приводило к уменьшению его продуктивности до 3,77 тыс. зерн. ед./га, что произошло из-за снижения урожайности озимой пшеницы, возделываемой в этом севообороте после подсолнечника, а не после сои. Ещё ниже оказалась продуктивность шестого севооборота (3,48 тыс. зерн. ед./га), в котором два года подряд высевали озимую пшеницу, что привело к снижению её урожайности в 1,8…2,0 раза.

В шестипольных севооборотах самая высокая продуктивность (3,85 тыс. зерн. ед./га) достигалась в седьмом севообороте с двумя полями бобовых культур, что обусловлено более высокой урожайностью озимой пшеницы при посеве после сои и гороха. Вследствие замены гороха озимой пшеницей и снижения её урожайности при размещении после кукурузы и подсолнечника продуктивность восьмого севооборота уменьшилась до 3,80 тыс. зерн. ед./га, а возделывание озимой пшеницы по озимой пшенице в девятом севообороте привёло к ещё большему снижению сбора условной продукции до 3,57 тыс. зерн. ед. на 1 га севооборотной площади.

Таким образом самая высокая продуктивность зафиксирована в пя-

4. Продуктивность севооборотов при возделывании полевых культур без обработки почвы, тыс. зерн. ед./га

Номер севооборота	Год			Среднее
	2015	2016	2017	
1	3,12	3,61	4,04	3,59
2	3,68	4,25	3,89	3,94
3	3,92	3,60	3,85	3,79
4	3,64	3,58	3,56	3,59
5	3,60	4,01	3,70	3,77
6	3,71	3,32	3,42	3,48
7	3,66	3,85	4,05	3,85
8	3,84	3,74	3,83	3,80
9	3,34	3,71	3,67	3,57
$НСР_{05}$	0,21	0,25	0,27	0,26

типольном севообороте соя – озимая пшеница – подсолнечник – кукуруза – озимая пшеница и шестипольном севообороте с двумя полями бобовых культур соя – озимая пшеница – горох – озимая пшеница – подсолнечник – кукуруза. Введение в севооборот льна масличного и повторное возделывание озимой пшеницы приводит к достоверному уменьшению продуктивности севооборотов.

Самая высокая и наиболее стабильная по годам экономическая эффективность возделывания во всех севооборотах отмечена для сои. Несмотря на сравнительно невысокий урожай, рентабельность ее производства варьирует от 100 до 120 %, что обусловлено высокой стоимостью соевых бобов.

По этой причине несмотря на большую урожайность зерна и его стоимость при посеве после рано убираемого гороха, себестоимость зерна выше, а прибыль и рентабельность ниже, чем после поздно убираемой сои. Размещение озимой пшеницы после льна масличного, кукурузы и подсолнечника приводит к снижению экономической эффективности культуры из-за уменьшения её урожайности. Тем не менее, складывающаяся по этим предшественникам рентабельность на уровне 71,1...83,7 % позволяет вести расширенное воспроизводство материально-технических и людских ресурсов [16].

При посеве озимой пшеницы после озимой пшеницы себестоимость выращиваемого зерна выше, чем цена чем после озимой пшеницы – 17735 руб./га и 83,2 %. Обусловлено это большими затратами на возделывание кукурузы после озимой пшеницы, связанными с необходимостью бороться с сорняками продолжительный период от уборки предшественника в июле до посева культуры весной следующего года. При уборке подсолнечника в сентябре до наступления холодов этого не требуется, что сказывается на снижении производственных затрат. Это обстоятельство очень важно, поскольку позволяет после подсолнечника возделывать кукурузу, тогда как при традиционных технологиях поле отводят под чистый пар.

В целом наиболее экономически выгоден – 7-й севооборот с двумя полями бобовых культур (соя, горох), двумя полями озимой пшеницы, одним полем подсолнечника и кукурузы. В этом севообороте отмечена самая высокая стоимость произведенной с 1 га севооборотной площади продукции (39373 руб./га), наименьшая ее себестоимость (4587 руб./тыс. зерн. ед.) и самые высокие прибыль (20888 руб./га) и рентабельность (113 %) производства (табл. 6).

5. Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы в зависимости от предшественника

Показатель	Предшественник					
	соя	горох	лён масличный	кукуруза	подсолнечник	озимая пшеница
Стоимость зерна, руб./га	39680	41200	35550	31200	30075	18760
Затраты труда, чел.-ч./т	1,33	1,28	1,39	1,59	1,65	2,46
Производственные затраты, руб./га	17751	19351	19351	17593	17580	19457
Себестоимость, руб./т	3579	3757	4082	4229	4384	7260
Прибыль, руб./га	21929	21849	16199	13607	12495	-697
Рентабельность, %	123,5	112,9	83,7	77,3	71,1	-3,6

Экономическая эффективность возделывания других культур сильно зависела от размещения культуры в севообороте, поскольку предшественники во многом определяли урожайность, качество продукции и даже производственные затраты. Так, при возделывании озимой пшеницы после рано убираемых предшественников (горох, лён масличный, озимая пшеница) производственные затраты были на 1600...1877 руб./га, или 9,0...10,7 % больше, чем после поздно убираемых (соя, кукуруза, подсолнечник), что обусловлено необходимостью бороться с сорняками в период от уборки предшественника до посева озимой пшеницы путём опрыскивания гербицидами сплошного действия (табл. 5).

его реализации, что приводит к убыткам. Происходит это из-за сильного снижения урожайности культуры, по сравнению с другими предшественниками, и низкого качества зерна, которое не пригодно для производства хлебобулочных изделий. Поэтому повторно возделывать озимую пшеницу без обработки почвы не следует.

Для кукурузы лучший предшественник – соя, после которой себестоимость зерна самая низкая (3543 руб./т), а прибыль и рентабельность производства – самые высокие (24045 руб./га и 117,2 %). При одинаковой урожайности кукурузы после озимой пшеницы и подсолнечника более высокая прибыль и рентабельность отмечена после подсолнечника – 18501 руб./га и 90,9 %,

Увеличение в севообороте доли озимой пшеницы до трёх полей за счет исключения гороха (8-й севооборот) и её чередование с полями сои, подсолнечника и кукурузы приводит к снижению формируемой прибыли на 2344 руб./га, или на 11,2 %, хотя рентабельность такого севооборота остается высокой (101,2 %). Следует отметить, что в этом

6. Экономическая эффективность севооборотов при возделывании полевых культур без обработки почвы

Показатель	Номер севооборота и чередование культур в севообороте								
	I (соя, пшеница, подсолнечник, кукуруза)	II (соя, пшеница, подсолнечник, кукуруза, пшеница)	III (горох, пшеница, подсолнечник, кукуруза, пшеница)	IV (лён, пшеница, подсолнечник, кукуруза, пшеница)	V (соя, кукуруза, пшеница, подсолнечник, пшеница)	VI (соя, пшеница, пшеница, подсолнечник, пшеница)	VII (соя, пшеница, горох, пшеница, подсолнечник, кукуруза)	VIII (соя, пшеница, подсолнечник, пшеница, кукуруза, пшеница)	IX (соя, пшеница, пшеница, подсолнечник, пшеница, кукуруза)
Продуктивность, тыс. зерн. ед./га	3,59	3,94	3,79	3,59	3,77	3,48	3,85	3,80	3,57
Стоимость продукции, руб./га	38152	39050	34740	31335	37117	35337	39373	36894	34411
Затраты труда, чел.·ч./га	5,58	5,78	5,90	5,90	5,78	5,96	5,90	5,91	5,91
Затраты труда, чел.·ч./тыс. зерн. ед.	1,82	1,71	1,84	1,98	1,74	1,91	1,71	1,70	1,88
Производственные затраты, руб./га	18281	18941	18607	17735	18551	18380	18485	18350	18661
Себестоимость 1 тыс. зерн. ед., руб.	5092	4807	4909	4940	4921	5282	4826	4829	5227
Прибыль, руб./га	19871	20109	16133	13600	18566	16957	20888	18544	15750
Рентабельность, %	108,7	106,2	86,7	76,7	100,1	92,3	113,0	101,2	84,4

варианте самые низкие затраты труда на производство продукции.

В то же время, при таком же наборе культур, но изменении их чередования, когда озимую пшеницу возделывают два года подряд (9-й севооборот), происходит существенное увеличение себестоимости, снижение стоимости производимой продукции, получаемой прибыли и рентабельности.

Среди пятипольных наиболее эффективен 2-й севооборот (соя – озимая пшеница – подсолнечник – кукуруза – озимая пшеница). Изменение чередования культур при размещении после сои кукурузы и посеве озимой пшеницы после подсолнечника (5-й севооборот) приводит к снижению его экономической эффективности, хотя рентабельность производства (100,1 %) и другие показатели также остаются вполне приемлемыми для расширенного воспроизводства.

При таком же наборе культур, но повторном посеве озимой пшеницы (6-й севооборот), а также замене сои на горох и лён масличный (3-й и 4-й севообороты) отмечено заметное ухудшение экономических показателей и увеличение затрат труда на производство продукции. Обусловлено это существенным снижением урожайности и качества зерна повторной озимой пшеницы, а также меньшей эффективностью гороха и, особенно, льна масличного, по сравнению с соей.

Следует отметить, что четырёхпольный севооборот соя – озимая пшеница – подсолнечник – кукуруза, несмотря на невысокую продуктивность, имеет одни из лучших показатели экономической эффективности. В этом севообороте одни из самых высоких стоимость продукции, прибыль и рентабельность, по уровню которых он уступает только лучшему 7-му севообороту.

Наиболее экономически эффективно пашня используется в шестипольном севообороте с двумя полями бобовых культур (соя – озимая пшеница – горох – озимая пшеница – подсолнечник – кукуруза), в котором на 1 га севооборотной площади произведено 3,85 тыс. зерновых единиц, получены самая высокая прибыль – 20888 руб./га и рентабельность производства продукции растениеводства – 113,0 %.

Высокую прибыль (19871 и 20109 руб./га) и рентабельность производства (108,7 и 106,2 %) обеспечивают соответственно четырёхпольный и пятипольный севообороты с чередованием культур соя – озимая пшеница – подсолнечник – кукуруза и соя – озимая пшеница – подсолнечник – кукуруза – озимая пшеница.

Посев озимой пшеницы два года подряд приводит к снижению урожайности второй пшеницы в 1,8…2,0 раза и убыточности её производства, что вызывает существенное снижение экономической эффективности севооборота.

Литература.

1. Черкасов Г. Н., Акименко А. С. Основы модернизации севооборотов и формирования их систем в соответствии со специализацией хозяйств Центрального Черноземья // Земледелие. 2017. № 4. С. 3–5.

2. Воспроизводство плодородия почв, продуктивность и энергетическая эффективность севооборотов / А. П. Карабутов, В. Д. Соловиченко, В. В. Никитин и др. // Земледелие. 2019. № 2. С. 3–7.

3. Власенко А.Н., Власенко Н.Г. Возможности экологизации технологий в земледелии Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 9. С. 21–24.

4. Effekt of No-till Technology on The Available Moisture Content and Soil Density in The Crop Rotation / V. V. Kulintsev, V. K. Dridiger, E. I. Godunova etc. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2017. № 8 (6). P. 795–799.

5. Lessiter Frank. 29 reasons why many growers are harvesting higher no-till yields in their fields than some university scientists find in research plots // No-till Farmer. 2015 Vol. 44, num. 2. P. 8.

6. Дридигер В. К. О методике исследований технологии No-till // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 4. С. 30–32.

7. Effekt of No-till Technology on erosion resistance, the population of earthworms and humus content in soil / Dridiger V.K., Godunova E.I., Eroshenko etc. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. № 9 (2). P. 766–770.

8. Кирюшин В.И. Научно-инновационное обеспечение приоритетов развития сельского хозяйства // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 3. С. 5–10.

9. Бадахова Г. Х., Кнутас А. В. Ставропольский край: современные климатические условия. Ставрополь: ГУП СК «Краевые сети связи», 2007. 272 с.

10. Система земледелия нового поколения Ставропольского края: монография / В. В. Кулинцев, Е. И. Годунова, Л. И. Желнакова и др. Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та. 2013. 520 с.

11. ГОСТ 54478-2011. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице. Введ. 2013-01-01. М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2012. 24 с.

12. ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. Технические требования. Введ. 1993-06-01. М.: Изд-во стандартов, 1992. 7 с.

13. Эффективность сельскохозяйственного производства (методические рекомендации) // Под ред. И.С. Санду, В.А. Свободина, В.И. Нечаева, М.В. Косолаповой, В.Ф. Федоренко. М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2013. 228 с.

14. Кукуруза. Современная технология возделывания / под общ. ред. В. С. Сотченко. М.: РосАгроХим, 2009. 127 с.

15. Дридигер В. К., Гаджиумаров Р. Г. Рост, развитие и продуктивность сои при возделывании по технологии No-till в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края // Масличные культуры. НТБ ВНИИМК. 2018. Вып. 3 (175). С. 52–57.

16. Родионова О.А. Воспроизводство и обменно-распределительные отношения в сельскохозяйственных организациях // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2010. № 1 (2). С. 24-27.

Influence of Crop Rotation on the Efficiency of Arable Land Use at the Cultivation of Field Crops without Soil Tillage

V. K. Dridiger[1], R. S. Stukalov[1], R. G. Gadzhiumarov[1], S. S. Vaytsekhovskaya[2]

[1]North-Caucasus Federal Scientific Agrarian Center, ul. Nikonova, 49, Mikhailovsk, Shpakovskii r-n, Stavropol'skii krai, 356241, Russian Federation

[2]Stavropol State Agrarian University, per. Zootekhnicheskii, 12, Stavropol', 355017, Russian Federation

Abstract. *This work aims to study the effect of crop rotations on the efficiency of the arable land use at the cultivation of field crops without tillage in ordinary chernozem in the zone of unstable moistening of the Stavropol Krai. The investigation was carried out in 2015–2017 in the long-term stationary field experiment on the study of nine field crop rotations, which differed by the number of fields (from 4 to 6), a set of cultures and their alternation. In the structure of the crop rotations, the fraction of legumes ranged from 17% to 33%, of oil crops – from 17% to 40%, of cereals – from 50% to 67%. In the cultivation of field crops without tillage, the efficiency of the arable land use depended on the set of crops and their alternation in the crop rotation. The most effective use of arable land was registered in a six-field crop rotation with two fields of legumes: soybean, winter wheat, pea, winter wheat, sunflower, corn, in which 3,850 cereal units (CU) with the cost of 5,46 RUB/CU were obtained per hectare; profit and profitability of crop production amounted to 20,888 RUB/ha and 113.0%. High production profitability (108.7% and 106.2%) was provided by four-field (soybean, winter wheat, sunflower, corn) and five-field (soybean, winter wheat, sunflower, corn, winter wheat) crop rotations. Growing winter wheat for two years running led to a decrease in the yield of the second winter wheat 1.8–2.0 times, which caused a significant reduction in the harvest of grain units to 3,480–3,570 CU/ha of crop rotation area and a decrease in production profitability to 84.4–92.3%.*

Keywords: *crop rotation; arable land; without tillage; yield; profit; profitability.*

Author Details: *V. K. Dridiger, D. Sc. (Agr.), head of research group (e-mail: dridiger.victor@gmail.com); R. S. Stukalov, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow; R. G. Gadzhiumarov, research fellow; S. S. Vaytsekhovskaya, Cand. Sc. (Econ.), assoc. prof.*

For citation: *Dridiger V. K., Stukalov R. S., Gadzhiumarov R. G., Vaytsekhovskaya S. S. Influence of Crop Rotation on the Efficiency of Arable Land Use at the Cultivation of Field Crops without Soil Tillage. Zemledelie. 2019. No. 6. Pp. 28–32 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10607.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10608
УДК [631.51:631.84:631.954]:633.1

Эффективность азотных удобрений и гербицидов в зернопаровом севообороте в зависимости от способа обработки каштановой почвы в Кулундинской степи

В. И. УСЕНКО, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник (e-mail: usenko.001@mail.ru)
А. А. ГАРКУША, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: aniish@mail.ru)
Д. В. ПУРГИН, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
В. И. КРАВЧЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
С. В. УСЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
В. П. ОЛЕШКО, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник
Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, Научный городок, 35, Барнаул, 656910, Российская Федерация

Исследования проводили в 2006–2018 гг. в опыте, заложенном в 1978 г. в севообороте пар – пшеница – пшеница – овес. Цель работы – оценить эффективность азотных удобрений и гербицидов в зернопаровом севообороте в зависимости от способа основной обработки каштановой почвы в условиях степи Алтайского края. Схема опыта предусматривала следующие варианты: обработка почвы (фактор А) – плоскорезная на 14...16 см, отвальная на 18...20 см; поверхностная на 6...8 см, поверхностная на 6...8 см + гербицид Глифосат 3 л/га в паровом поле; средства химизации (фактор В) – без удобрений и гербицидов, баковая смесь дикотицида и граминицида, гербициды + N_{40}. Лето 2010, 2014 и 2015 гг. было засушливым (ГТК = 0,48...0,56 при норме 0,62), 2007, 2008, 2009, 2013 и 2017 гг. – увлажненным (ГТК = 0,81...1,04). В результате парования к посеву пшеницы в метровом слое накапливалось 81...85 мм продуктивной влаги, под второй и третьей культурами величина этого показателя снижалась на 9...10 мм. Без удобрений содержание $N\text{-}NO_3$ в слое 0...40 см весной под первой пшеницей по пару составляло 5,4...5,9 мг/кг, второй – 2,1...2,4, под овсом – 2,7...5,5 мг/кг. На фоне удобрений величина этого показателя возрастала, по сравнению с неудобренным фоном, в 2...4 раза. Урожайность культур определялась влиянием средств химизации, вклад которых увеличивался с удалением от пара с 85,7 до 95,2 %. Без удобрений и гербицидов на фоне вспашки продуктивность севооборота была на 0,18...0,37 тыс. зерн. ед./га (7,1...15,8 %) выше, чем при безотвальных обработках. На интенсивном фоне преимущество вспашки перед другими обработками снижалось в 2,1...3,7 раза. Окупаемость азотных удобрений дополнительной продукцией севооборота на фоне вспашки составила 5,17 зерн. ед./кг, плоскорезной обработки – 6,91, поверхностной – 6,08...7,83 зерн. ед./кг.

Ключевые слова: *сухая степь, обработка почвы, гербициды, азотные удобрения, зерновые культуры.*

Для цитирования: *Эффективность азотных удобрений и гербицидов в зернопаровом севообороте в зависимости от способа обработки каштановой почвы в Кулундинской степи / В. И. Усенко, А. А. Гаркуша, Д. В. Пургин и др. // Земледелие. 2019. № 6. С. 33–39. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10608.*

Кулундинская степь – наиболее крупная природно-экономическая зона в Алтайском крае, хозяйства которой специализируются на производстве качественного зерна и маслосемян подсолнечника. Здесь сосредоточено около 2,0 млн га пашни [1]. Почвенный покров представлен каштановыми почвами с невысоким потенциальным плодородием – на долю почв с содержанием гумуса менее 4,0 % приходится около 70 %, с низкой и средней обеспеченностью подвижным фосфором – 50 %. Вместе с тем, подавляющая часть почв зоны характеризуется высокой и очень высокой обеспеченностью обменным калием, а также близкой к нейтральной реакцией среды [2].

Резко континентальный климат при годовой сумме атмосферных осадков 270 мм и высокой теплообеспеченности в совокупности с относительной обедненностью почв влагой и питательными элементами ограничивают формирование высоких урожаев зерновых культур. По данным Росстата, их урожайность в Западно-Кулундинской подзоне в среднем за 1954–2018 гг. составила 0,72 т/га с варьированием по административным районам от 0,57 до 0,90 т/га.

Несмотря на многочисленные исследования, в том числе в длительных стационарных полевых опытах, единого мнения о значении минеральных удобрений и средств защиты растений при различных приемах основной обработки каштановых почв не достигнуто [3, 4, 5]. Это связано отчасти с излишней переоценкой роли основной обработки и других специальных приемов (снегозадержание, парование) в накоплении и сохранении почвенной влаги [4, 5, 6]. На аналогичных почвах в Бурятии установлена высокая эффективность удобрений под зерновые культуры и ее зависимость от приемов основной обработки почвы [7].

Цель исследований – оценить эффективность применения азотных удобрений и гербицидов в зернопаровом севообороте в зависимости от способа основной обработки каштановой почвы в условиях Кулундинской степи Алтайского края.

Работу проводили в 2006–2018 гг. в длительном стационарном полевом опыте Кулундинской сельскохозяйственной опытной станции Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий, заложенном в 1978 г. в зернопаровом севообороте пар – пшеница – пшеница – овес. Схема опыта предусматривала изучение следующих вариантов:

прием основной обработки почвы (фактор А) – плоскорезная на 14...16 см; отвальная вспашка на 18...20 см; поверхностная на 6...8 см; поверхностная на 6...8 см + гербицид Глифосат 3 л/га в паровом поле;

средства химизации (фактор В) – без удобрений и гербицидов; баковая смесь дикотицида Эфирам и граминицида Пума Супер 100; баковая смесь дикотицида Эфирам и граминицида Пума Супер 100 + N_{40}.

Почва опытного участка – каштановая супесчаная с содержанием гумуса в пахотном слое около 2,0 %. Обеспеченность нитратным азотом низкая, фосфором и калием (по Чирикову) – соответственно средняя и высокая. Реакция среды – нейтральная (pH – 7,1). Повторность в опыте 4-кратная с рендомизированным расположением вариантов. Площадь делянок 800 м^2 (80 х 10). Учеты, наблюдения и исследования выполнены с использованием общепринятых методик.

Обработку паровых полей начинали 27...28 мая; опрыскивание паровых делянок гербицидом Глифосат согласно схеме опыта проводили 15 июня, основную обработку почвы – осенью 27 сентября. Азотные удобрения (N_{40} в виде аммиачной селитры) вносили перед посевом РМГ-4. Посев пшеницы и овса осуществляли 18...24 мая сеялкой СЗС-2,1. Норма высева – 2,5 млн всхожих зерен на 1 га. Глубина

заделки 5...6 см. В посевах первой и второй пшеницы применяли баковую смесь гербицидов Эфирам (0,6 л/га) + Пума Супер 100 (0,5 л/га), овса – Эфирам (0,8 л/га). Урожай учитывали при полной спелости зерна прямым комбайнированием.

Агрометеорологические условия в годы исследований были различными. Сумма летних (май–август) осадков изменялась от 114...122 мм в 2010, 2014 и 2015 гг. до 193...220 мм в 2007, 2008 и 2009 гг. при норме 138 мм, а среднесуточная температура воздуха за этот период – от 17,0...17,5 °С в 2009, 2010, 2013 и 2018 гг. до 19,2...19,8 °С в 2008 и 2012 гг. По величине ГТК Селянинова летние периоды 2010, 2014 и 2015 гг. были засушливыми (ГТК = 0,48...0,56), 2007, 2008, 2009, 2013 и 2017 гг. – увлажненными (ГТК = 0,81...0,86 и 1,04) при среднемноголетней величине этого показателя 0,62.

Экспериментальные данные обрабатывали методами дисперсионного и корреляционного анализа [8].

Наблюдения за водным режимом каштановой почвы показали (табл. 1), что варьирование весенних запасов продуктивной влаги в метровом слое на 50,0 % определялось предшественником, на 32,0 % – приемом основной обработки и на 18,0 % – взаимодействием этих факторов.

К началу первого года парования запасы продуктивной влаги в метровом слое каштановой почвы составляли 76,1 мм с варьированием от 83,2 мм на фоне плоскорезной обработки до 76,6 мм на фоне отвальной вспашки и 71,7...73,1 мм на фоне поверхностной основной обработки. В результате парования к фазе всходов первой пшеницы после пара накапливалось в среднем 82,7 мм продуктивной влаги с варьированием от 80,9 мм на фоне вспашки до 82,0...83,1 мм на фоне поверхностной обработки и до 84,8 мм на фоне плоскорезной обработки. При удалении от пара запасы влаги в почве снижались. Так, под второй пшеницей после пара они составляли 72,8 мм, а под овсом – 73,4 мм, или соответственно на 9,9 и 9,3 мм (12,0 и 11,2 %) меньше, чем под первой пшеницей после пара. После всех зерновых предшественников в опыте отмечена тенденция к преимуществу отвальной и плоскорезной обработок над минимальной (поверхностной) по запасам влаги на 2,2...11,5 мм.

Установлена сильная положительная связь запасов влаги перед посевом второй пшеницы с осадками предшествующей осени (r = 0,66), а перед посевом овса и в начале парования – с суммой осадков за осенний (r = 0,51 и r = 0,45 соответственно), зимний (r = 0,67 и r = 0,62) и весенний (r = 0,52 и r = 0,43) периоды. После непаровых предшественников отмечена средняя положительная связь весенних влагозапасов с годовой суммой осадков (r = 0,50...0,63).

К уборке урожая варьирование запасов продуктивной влаги в почве на 95,8 % определялось предшественником. После зерновых культур они снижались, а различия между обработками сглаживались вследствие потребления влаги на формирование урожая, тогда как в пару ее запасы оставались высокими и аккумулировались на фонах с плоскорезной и отвальной обработками. Если на фоне минимальных обработок к концу парования в метровом слое отмечали 65,9...68,3 мм продуктивной влаги, то на фоне отвальной и плоскорезной – 81,2...81,9 мм, что на 12,9...16,0 мм (18,9...24,3 %) больше. Установлена положительная связь осенних запасов продуктивной влаги в почве с годовой суммой осадков (r = 0,48...0,66).

Содержание $N\text{-}NO_3$ в слое 0...40 см в основном зависело от предшественника и меньше – от приема обработки почвы. Без применения азотных удобрений накопление $N\text{-}NO_3$ весной под пшеницей по пару достигало 5,4...5,9 мг/кг, пшеницей по пшенице – 2,1...2,4 мг/кг, овсом – 2,7...5,5 мг/кг (см. рисунок). Отмечена положительная тенденция влияния плоскорезной обработки на накопление нитратного азота, в сравнении со вспашкой и поверхностным рыхлением, при этом во всех случаях содержание $N\text{-}NO_3$ классифицировалось как низкое и очень низкое. По мере формирование урожая количество нитратов в почве уменьшалось и достигало минимума в опыте к полной спелости (1,2...1,3 мг/кг). На фоне азотных удобрений содержание $N\text{-}NO_3$ в почве увеличивалось, по сравнению с неудобренным вариантом, в 2...3 раза и более, до градации среднего и высокого, вне зависимости от предшественника и обработки.

Полевую всхожесть культур в основном определяло действие средств химизации. Величина этого показателя для пшеницы по пару на 78,9 % зависела от уровня химизации, на 7,9 % от обработки почвы и на 13,2 % от их взаимодействия (табл. 2). В среднем по фактору обработка почвы количество всходов варьировало от 147 шт./м^2 на фоне поверхностной обработки с гербицидом в пару до 153 шт./м^2 на фоне вспашки, а в среднем по фактору химизации – от 144...145 шт./м^2 без средств интенсификации и с применением гербицидов в посевах до 160 шт./м^2, на фоне использования гербицидов и азотных удобрений. При норме высева 2,5 млн всхожих семян на 1 га (250 шт./м^2) полевая всхожесть в первом случае варьировала от 58,7 до 61,3 %, а во втором – от 57,7...57,9 до 64,1 %. Максимальная в опыте густота всходов пшеницы по пару (164 шт./м^2, или 65,4 % от высеянных семян) отмечена в варианте с применением гербицидов и азотных удобрений на фоне плоскорезной обработки, минимальная (139 шт./м^2, или 55,5 %) – при поверхностной обработке и применении гербицида в пару без использования средств химизации в посевах.

К уборке количество растений снижалось на 14...33 шт./м^2, или на 10,7...16,8 %, по отношению к периоду всходов. Доля влияния обработки почвы на величину этого показателя оставалась незначительной (7,3 %), при этом доля влияния взаимодействия факторов возрастала до 33,9 %, фактора химизации – снижалась до 58,8 %. Это приводило к сглаживанию различий между факторами и конкретными вариантами по количеству сохранившихся растений. Сохранность растений по фонам обработки почвы изменялась от 86,2 до 87,3 % (при $НСР_{05}$ 3,0 %), по фонам химизации – от 84,6 до 88,3 % ($НСР_{05}$ = 2,6 %), а между частными средними – от 83,2 до 89,3 % ($НСР_{05}$ = 5,2 %). Доля влияния средств химизации на величину этого показателя составляла 70,2 %, обработки почвы и взаимодействия факторов – 6,9 и 22,9 %. Самая высокая

1. Запасы продуктивной влаги в метровом слое каштановой почвы в зависимости от предшественника и обработки почвы (2006–2018 гг.), мм

Поле севооборота (фактор А)	Обработка почвы (фактор В)				Средние по А	$НСР_{05}$ для факторов	Доля влияния факторов, %
	плоскорезная	отвальная	поверхностная	поверхностная + гербицид в пару			
Посев							
Пар	83,2	76,6	71,7	73,1	76,1	А=7,3;	А=50,0;
Пшеница по пару	84,8	80,9	83,1	82,0	82,7	В=7,3;	В=32,0;
Пшеница по пшенице	79,6	77,2	70,2	64,4	72,8	АВ=7,3;	АВ=18,0
Овес по пшенице	76,2	74,2	71,2	72,0	73,4	частных	
Средние по В	81,0	77,2	74,1	72,9	76,3	различий =14,6	
Уборка							
Пар	81,9	81,2	68,3	65,9	74,3	А=7,1;	А=95,8;
Пшеница по пару	31,5	31,1	32,6	24,9	30,1	В=7,1;	В=2,5;
Пшеница по пшенице	27,8	22,7	25,3	19,0	23,7	АВ=7,1;	АВ=1,7
Овес по пшенице	23,4	27,0	21,3	20,5	23,0	частных	
Средние по В	41,1	40,5	36,9	32,6	37,8	различий =14,1	

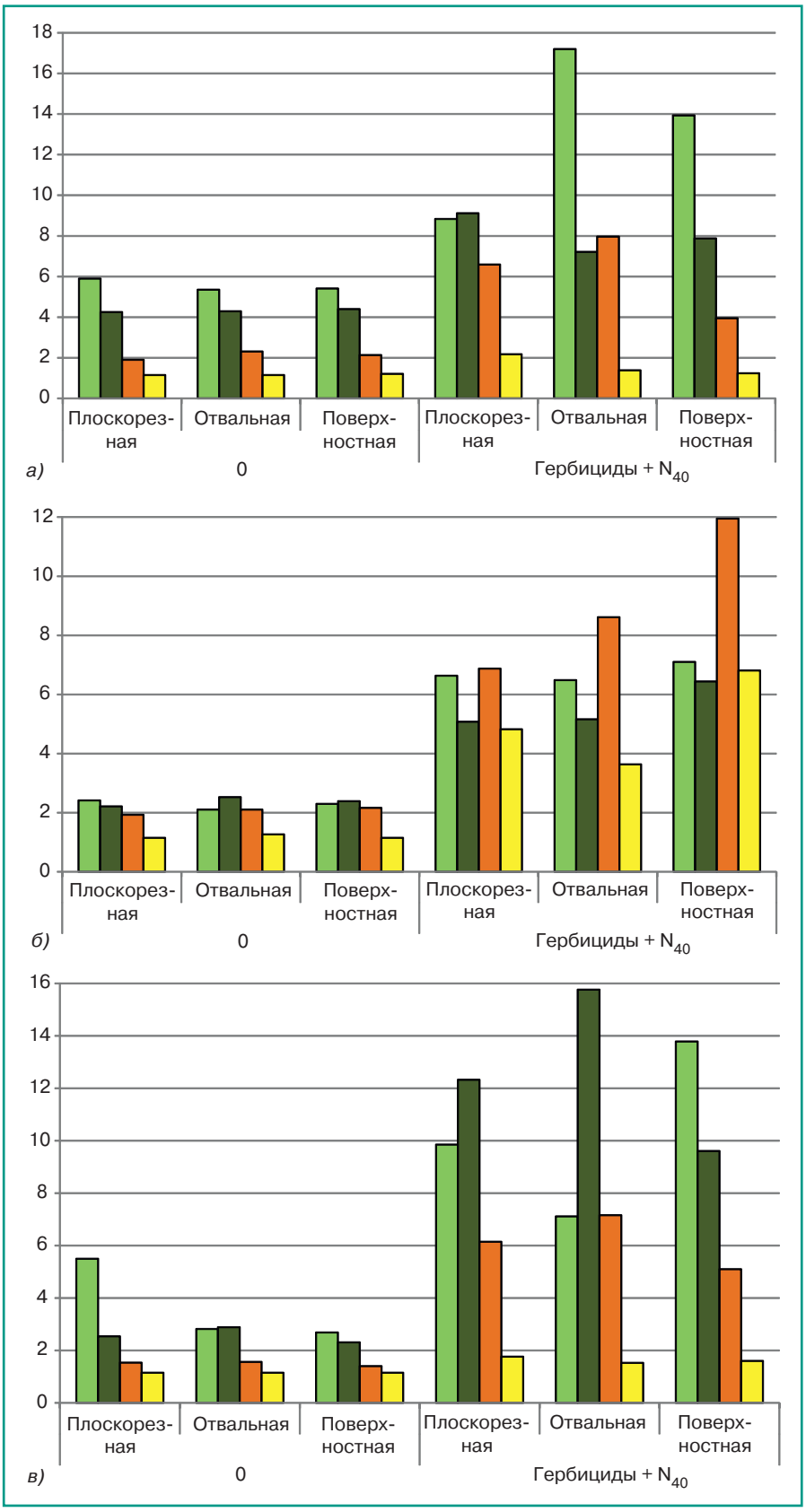


Рисунок. *Динамика содержания нитратного азота в каштановой почве (0...40 см) в зависимости от удобрений и обработки почвы (среднее за 2009–2014 гг.), мг/кг: а) под пшеницей после пара; б) под второй пшеницей после пара; в) под овсом после пшеницы:* ■ *– всходы;* ■ *– кущение;* ■ *– колошение;* ■ *– уборка.*

в опыте сохранность растений отмечена на фоне поверхностной обработки почвы и использования гербицидов в посевах (89,3 %), наименьшая (83,2 %) – при такой же обработке и внесении удобрений.

Основное влияние на количество продуктивных стеблей (84,0 %) оказывал уровень химизации, тогда как доля обработки почвы (10,2 %) и взаимодействия факторов (5,8 %) была невысокой. Если на фоне гербицидов количество продуктивных стеблей увеличивалось на 14 шт./м^2 (6,6 %), а при совместном их применении с азотными удобрениями – на 38 шт./м^2 (17,9 %), по отношению к фону без химизации, то в зависимости от обработки почвы оно изменялось от 222 шт./м^2 на фоне поверхностной обработки до 236 шт./м^2 после вспашки, или на 14 шт./м^2 (6,3 %). Продуктивная кустистость по уровням химизации возрастала по мере насыщения ими с 1,73 до 1,83 и 1,93, а по фонам обработки почвы мало изменялась, варьируя в пределах от 1,81 до 1,88. В изменение величины этого показателя наибольший вклад вносили средства химизации (64,4 %) и их взаимодействие с обработкой почвы (26,9 %), доля влияния последней была невысокой (8,7 %).

Наибольшее влияние на количество зерен в колосе оказывали средства химизации (57,7 %), при этом вклад обработки почвы составлял 15,3 %, взаимодействия факторов – 27,0 %. Величина этого показателя мало зависела от приемов обработки почвы и гербицидов по вегетации, изменяясь от 22,0...22,1 до 22,2...23,2 шт., а под влиянием азотного удобрения достоверно возрастала с 22,0 до 23,8 шт.

Крупность зерна пшеницы по пару определяли условия, формирующиеся под влиянием приемов обработки почвы. Вклад этого фактора в дисперсию показателя достигал 63,8 % при доле средств химизации 26,8 %, а их взаимодействия – 9,4 %.

Урожайность пшеницы по пару была обусловлена действием средств химизации на 85,7 %, обработки почвы – на 12,0 %, взаимодействием факторов – только на 2,3 %. Так, на фоне вспашки средний сбор зерна культуры составил 1,25 т/га, в том числе без применения средств химизации – 1,13 т/га, на фоне гербицидов – 1,21 т/га, а при использовании гербицидов и азотных удобрений – 1,41 т/га, то есть прибавка от средств химизации составила соответственно 0,08 и 0,28 т/га (7,1...24,8 %). Самая низкая в опыте урожайность пшеницы по пару отмечена на фоне поверхностной обработки в сочетании с применением Глифосата в пару или без него (1,12...1,13 т/га). При этом эффективность средств химизации была заметно выше, чем на фоне вспашки, – прибавка урожая от гербицидов составляла 0,05...0,13 т/га (5,1...13,3 %), а от их использования совместно с азотными удобрениями – 0,31...0,36 т/га (31,6...36,4 %). Фон с плоскорезной обработкой по эффективности применения средств химизации занимал промежуточное положение. Окупаемость азота удобрений дополнительным урожаем зерна пшеницы на фоне

2. Элементы структуры урожая пшеницы по пару, 2006–2018 гг.

Средства химизации (фактор А)	Обработка почвы (фактор В)				Средние по А	$НСР_{05}$ для факторов	Доля влияния факторов, %
	плоскорезная	отвальная	поверхностная	поверх.+ гербицид в пару			
Количество растений в период всходов, шт./м²							
Без обработки	144	151	145	139	145	А=6;	А=78,9;
Гербициды	140	152	144	142	144	В=7;	В=7,9;
Гербициды + N_{40}	164	157	161	159	160	АВ=6;	АВ=13,2
Средние по В	149	153	150	147	150	частных различий =12	
Количество растений перед уборкой, шт./м²							
Без обработки	128	131	121	122	125	А=8;	А=58,8;
Гербициды	124	125	128	128	126	В=9;	В=7,3;
Гербициды + N_{40}	131	134	132	132	132	АВ=8;	АВ=33,9
Средние по В	127	130	127	127	128	частных различий =15	
Сохранность растений к уборке, %							
Без обработки	88,8	86,3	86,0	87,8	87,2	А=2,6;	А=70,2;
Гербициды	88,1	86,9	89,3	88,9	88,3	В=3,0;	В=6,9;
Гербициды + N_{40}	84,9	85,8	83,2	84,7	84,6	АВ=2,6;	АВ=22,9
Средние по В	87,3	86,3	86,2	87,1	86,7	частных различий =5,2	
Количество продуктивных стеблей к уборке, шт./м²							
Без обработки	211	223	207	208	212	А=12;	А=84,0;
Гербициды	227	229	217	233	226	В=14;	В=10,2;
Гербициды + N_{40}	241	256	244	260	250	АВ=12;	АВ=5,8
Средние по В	226	236	222	233	230	частных различий =24	
Продуктивная кустистость							
Без обработки	1,70	1,73	1,72	1,78	1,73	А=0,11;	А=64,4;
Гербициды	1,94	1,75	1,75	1,88	1,83	В=0,13;	В=8,7;
Гербициды + N_{40}	1,85	1,95	1,95	1,97	1,93	АВ=0,11;	АВ=26,9
Средние по В	1,83	1,81	1,81	1,88	1,83	частных различий =0,23	
Количество зерен в колосе, шт.							
Без обработки	22,8	22,2	20,8	22,3	22,0	А=1,3;	А=57,7;
Гербициды	22,1	22,8	21,9	21,8	22,2	В=1,5;	В=15,3;
Гербициды + N_{40}	22,6	24,4	23,6	24,8	23,8	АВ=1,3;	АВ=27,0
Средние по В	22,5	23,2	22,1	23,0	22,7	частных различий =2,5	
Масса 1000 зерен, г							
Без обработки	35,6	36,1	35,7	35,9	35,8	А=0,4;	А=26,8;
Гербициды	35,9	36,5	35,9	36,0	36,1	В=0,5;	В=63,8;
Гербициды + N_{40}	35,9	36,4	36,2	36,0	36,1	АВ=0,4;	АВ=9,4
Средние по В	35,8	36,3	35,9	36,0	36,0	частных различий =0,9	
Урожайность, т/га							
Без обработки	1,05	1,13	0,99	0,98	1,04	А=0,05;	А=85,7;
Гербициды	1,10	1,21	1,04	1,11	1,12	В=0,06;	В=12,0;
Гербициды + N_{40}	1,37	1,41	1,35	1,29	1,36	АВ=0,05;	АВ=2,3
Средние по В	1,17	1,25	1,13	1,12	1,17	частных различий =0,11	

вспашки составила 5,00 кг/кг, по плоскорезной обработке – 6,75 кг/кг, а на фоне поверхностной – 4,5...7,75 кг/кг.

Варьирование полевой всхожести второй пшеницы после пара на 75,8 % зависело от уровня химизации, на 19,3 % – от влияния обработки почвы и на 4,9 % – от взаимодействия факторов (табл. 3). В среднем по фактору основной обработки количество всходов составляло от 132 шт./м² на фоне вспашки до 145 шт./м² при поверхностной обработке на фоне последействия Глифосата в паровом поле, а в среднем по фактору химизации – от 130...133 шт./м² на экстенсивных и с применением гербицидов в посевах фонах до 151 шт./м² при использовании гербицидов и азотных удобрений. Полевая всхожесть в первом случае варьировала от 53,0 до 58,0 %, во втором – от 51,9...53,3 до 60,3 %. Максимальная в опыте густота всходов пшеницы по пшенице (162 шт./м², или 64,9 %) отмечена в варианте с применением гербицидов и азотных удобрений на фоне поверхностной обработки с последействием Глифосата в пару, минимальная (126 шт./м², или 50,3 %) – на фоне вспашки без использования средств химизации.

К уборке урожая пшеницы количество растений снижалось по вариантам опыта на 18...27 шт./м², или на 13,4...20,5 %, по отношению к числу в период всходов. Доля влияния обработки почвы на величину этого показателя составляла 24,2 %, взаимодействия факторов была минимальной в опыте (1,8 %), а средств химизации – самой высокой (74,1 %). Сохранность растений по фонам обработки почвы варьировала от 82,9 до 85,4 % (при $НСР_{05}$ 3,4 %), по вариантам химизации – от 82,8 до 85,2 % ($НСР_{05}$ = 2,9 %), а между частными средними – от 79,2 до 86,4 % ($НСР_{05}$ = 5,8 %). Доля влияния средств химизации на величину этого показателя составила 28,1 %, обработки почвы и взаимодействия факторов – 26,6 и 45,3 % соответственно. В результате самая высокая в опыте сохранность растений к уборке отмечена на фоне плоскорезной обработки с использованием гербицидов и азотных удобрений в посевах (86,4 %), минимальная (79,2 %) – на этом же фоне обработки почвы и гербицидов, но без азотных удобрений.

Количество продуктивных стеблей второй пшеницы зависело от действия средств химизации (89,3 %), тогда как доля влияния обработки почвы (5,2 %) и взаимодействия факторов (5,5 %) была невысокой. На фоне гербицидов количество продуктивных стеблей увеличивалось на 9 шт./м² (5,3 %), а при совместном их применении с азотными удобрениями – на 51 шт./м² (30,0 %), по отношению к варианту без средств химизации. По фонам обработки почвы оно изменялось от 185...186 шт./м² при плоскорезной и поверхностной обработках до 195...196 шт./м² на фоне отвальной вспашки и поверхностной обработки с последействием Глифосата в пару, или на 10...11 шт./м² (5,4...5,9 %). Продуктивная кустистость по уровням химизации возрастала с 1,63 до 1,67 и 1,76, а по фонам обработки почвы – с 1,62...1,63 при поверхностной обработке до 1,69...1,81 на фонах с плоскорезной и отвальной. В изменение величины этого показателя наибольший вклад вносила обработка почвы (50,8 %) при значительном влиянии средств химизации (23,3 %) и взаимодействия факторов (25,9 %).

Влияние всех изучаемых факторов на количество зерен в колосе было существенным – наибольшая его доля приходилась на средства химизации (44,2 %), далее следовали обработка почвы (34,6 %) и взаимодействие факторов (21,2 %). Количество зерен в колосе пшеницы по пшенице достоверно изменялось от 20,5 шт. на фоне поверхностной обработки до 22,4 шт. при вспашке, а по уровням химизации – от 20,9 шт. на экстенсивном и гербицидном фонах до 22,6 шт. при совместном

3. Элементы структуры урожая пшеницы по пшенице, 2006–2018 гг.

Средства химизации (фактор А)	Обработка почвы (фактор В)				Средние по А	$НСР_{05}$ для факторов	Доля влияния факторов, %
	плоскорезная	отвальная	поверхностная	поверхностная + гербицид в пару			
Количество растений в период всходов, шт./м²							
Без обработки	129	126	131	134	130	А=6;	А=75,8;
Гербициды	132	130	133	139	133	В=7;	В=19,3;
Гербициды + N_{40}	145	142	154	162	151	АВ=6;	АВ=4,9
Средние по В	135	132	139	145	138	частных различий = 12	
Количество растений перед уборкой, шт./м²							
Без обработки	107	104	108	116	109	А=6;	А=74,1;
Гербициды	105	107	113	118	111	В=7;	В=24,2;
Гербициды + N_{40}	125	121	130	137	128	АВ=6;	АВ=1,8
Средние по В	112	111	117	124	116	частных различий = 12	
Сохранность растений к уборке, %							
Без обработки	83,1	82,3	81,9	86,1	83,4	А=2,9;	А=28,1;
Гербициды	79,2	83,5	82,9	85,4	82,8	В=3,4;	В=26,6;
Гербициды + N_{40}	86,4	85,0	84,5	84,8	85,2	АВ=2,9;	АВ=45,3
Средние по В	82,9	83,6	83,1	85,4	83,8	частных различий = 5,8	
Количество продуктивных стеблей к уборке, шт./м²							
Без обработки	171	177	163	171	170	А=11;	А=89,3;
Гербициды	176	185	175	179	179	В=13;	В=5,2;
Гербициды + N_{40}	207	223	216	240	221	АВ=11;	АВ=5,5
Средние по В	185	195	185	196	190	частных различий = 22	
Продуктивная кустистость							
Без обработки	1,64	1,78	1,59	1,52	1,63	А=0,09;	А=23,3;
Гербициды	1,75	1,82	1,60	1,52	1,67	В=0,10;	В=50,8;
Гербициды + N_{40}	1,70	1,83	1,69	1,81	1,76	АВ=0,09;	АВ=25,9
Средние по В	1,69	1,81	1,63	1,62	1,69	частных различий = 0,18	
Количество зерен в колосе, шт							
Без обработки	21,2	21,8	20,2	20,5	20,9	А=1,2;	А=44,2;
Гербициды	20,2	22,1	20,8	20,6	20,9	В=1,4;	В=34,6;
Гербициды + N_{40}	23,6	23,3	20,6	22,8	22,6	АВ=1,2;	АВ=21,2
Средние по В	21,7	22,4	20,5	21,3	21,5	частных различий = 2,4	
Масса 1000 зерен, г							
Без обработки	34,7	35,4	33,8	33,9	34,4	А=0,5;	А=9,1;
Гербициды	34,1	34,7	33,7	33,8	34,1	В=0,5;	В=80,6;
Гербициды + N_{40}	34,5	34,7	34,1	34,0	34,3	АВ=0,5;	АВ=10,3
Средние по В	34,4	34,9	33,9	33,9	34,3	частных различий = 0,9	
Урожайность, т/га							
Без обработки	0,72	0,78	0,66	0,71	0,72	А=0,04;	А=90,7;
Гербициды	0,75	0,85	0,74	0,75	0,77	В=0,05;	В=7,4;
Гербициды + N_{40}	0,97	1,01	0,99	0,96	0,98	АВ=0,04;	АВ=1,9
Средние по В	0,81	0,88	0,80	0,81	0,82	частных различий = 0,09	

использовании гербицидов и азотных удобрений.

Крупность зерна пшеницы определяло влияние приемов обработки почвы (80,6 %), на долю средств химизации приходилось 9,1 %, взаимодействия факторов – 10,3 %.

Урожайность пшеницы по пшенице на 90,7 % была обусловлена действием средств химизации, на 7,4 % – влиянием обработки почвы и лишь на 1,9 % – взаимодействием факторов. Наибольший средний сбор зерна пшеницы по пшенице в опыте отмечен на фоне вспашки – 0,88 т/га, в том числе без средств химизации – 0,78 т/га, при использовании гербицидов – 0,85 т/га, а на фоне гербицидов и азотных удобрений – 1,01 т/га, прибавка от средств химизации составила 0,07 и 0,23 т/га (9,0…29,5 %). На других фонах обработки почвы средняя урожайность второй пшеницы была одинаковой – 0,80…0,81 т/га, но эффективность средств химизации существенно различалась. После плоскорезной обработки прибавка урожая от гербицидов составляла 0,03 т/га, а от их применения с азотными удобрениями – 0,25 т/га, или 4,1 и 34,7 %, по отношению к экстенсивному фону. При поверхностной обработке прибавки от средств интенсификации достигали 0,08 и 0,33 т/га (12,1 и 50,0 %), а на фоне поверхностной обработки и последействия Глифосата в пару – соответственно 0,04 и 0,25 т/га (5,6 и 35,2 %). Окупаемость азотных удобрений дополнительным урожаем на фоне вспашки составила 5,50 кг/кг, плоскорезной обработки – 4,00 кг/кг, поверхностной обработки – 5,25 кг/кг.

Полевая всхожесть овса в севообороте на 65,7 % зависела от уровня химизации, на 10,1 % – от обработки почвы и на 24,2 % – от взаимодействия факторов (табл. 4). В среднем по фактору обработка почвы количество всходов варьировало от 125…126 шт./м² на фоне плоскорезной и отвальной обработок до 129…130 шт./м² после поверхностных обработок с последействием Глифосата в пару или без него, а в среднем по фактору химизации – от 121 шт./м² на экстенсивном фоне до 127 шт./м² при использовании гербицидов в посевах и 135 шт./м² на фоне применения гербицидов и азотных удобрений. Полевая всхожесть в первом случае варьировала от 49,8 до 52,2 %, во втором – от 48,4 до 50,7 и 53,8 %. Максимальная в опыте густота всходов овса (142 шт./м², или 56,7 %) отмечена в варианте с применением гербицидов и азотных удобрений на фоне поверхностной обработки с последействием Глифосата в пару, а минимальная (116 шт./м², или 46,5 %) – после плоскорезной обработки без применения средств химизации.

К созреванию количество растений овса снижалось по вариантам опыта на 7…20 шт./м², или на 5,6…14,1 %, по отношению к численности в период всходов. Сохранность растений по фонам обработки почвы варьировала от 86,9 до 88,7 % (при $НСР_{05}$ = 3,2 %), по фонам химизации – от 86,0 до 89,1 % ($НСР_{05}$ = 2,8 %), а между частными средними – от 84,9 до 90,8 % ($НСР_{05}$ = 5,5 %). Доля влияния средств химизации на величину этого показателя составила 59,7 %, обработки почвы и взаимодействия факторов – 15,4 и 24,9 % соответственно. Самая высокая в опыте сохранность растений овса отмечена на фоне плоскорезной обработки почвы в сочетании с использованием гербицидов и азотных удобрений в посевах (90,8 %), а наименьшая (84,9 %) – на фоне поверхностной обработки почвы без гербицидов и удобрений.

Густота продуктивного стеблестоя овса к уборке зависела от средств химизации (75,7 %) при заметном вкладе обработки почвы (10,6 %) и взаимодействия факторов (13,7 %). При использовании гербицидов количество продуктивных стеблей увеличивалось на 16 шт./м² (9,8 %), а на фоне их при-

4. Элементы структуры урожая овса по пшенице, 2006–2018 гг.

Средства химизации (фактор А)	Обработка почвы (фактор В)				Средние по А	НСР$_{05}$ для факторов	Доля влияния факторов, %
	плоскорезная	отвальная	поверхностная	поверхностная + гербицид в пару			
Количество растений в период всходов, шт./м²							
Без обработки	116	122	122	123	121	А=7;	А=65,7;
Гербициды	121	130	129	126	127	В=8;	В=10,1;
Гербициды + N_{40}	136	127	133	142	135	АВ=7;	АВ=24,2
Средние по В	125	126	129	130	127	частных различий= 14	
Количество растений перед уборкой, шт./м²							
Без обработки	102	105	105	107	105	А=7;	А=78,2;
Гербициды	108	114	113	119	113	В=8;	В=6,7;
Гербициды + N_{40}	125	114	120	122	120	АВ=7;	АВ=15,2
Средние по В	111	111	113	116	113	частных различий = 14	
Сохранность растений к уборке, %							
Без обработки	86,6	86,3	84,9	86,2	86,0	А=2,8;	А=59,7;
Гербициды	88,8	87,5	89,1	88,1	88,4	В=3,2;	В=15,4;
Гербициды + N_{40}	90,8	89,3	89,7	86,4	89,1	АВ=2,8;	АВ=24,9
Средние по В	88,7	87,7	87,9	86,9	87,8	частных различий = 5,5	
Количество продуктивных стеблей к уборке, шт./м²							
Без обработки	158	176	155	165	163	А=16;	А=75,7;
Гербициды	171	179	163	203	179	В=18;	В=10,6;
Гербициды + N_{40}	199	205	215	211	208	АВ=16;	АВ=13,7
Средние по В	176	187	178	193	183	частных различий = 32	
Продуктивная кустистость							
Без обработки	1,64	1,72	1,53	1,58	1,62	А=0,12;	А=39,6;
Гербициды	1,65	1,66	1,49	1,75	1,64	В=0,13;	В=27,9;
Гербициды + N_{40}	1,63	1,85	1,78	1,81	1,77	АВ=0,12;	АВ=32,5
Средние по В	1,64	1,75	1,60	1,71	1,68	частных различий = 0,23	
Количество зерен в метелке, шт.							
Без обработки	31,8	36,3	28,8	34,0	32,7	А=2,1;	А=0,1;
Гербициды	34,2	34,5	30,4	31,2	32,6	В=2,4;	В=67,2;
Гербициды + N_{40}	33,2	33,4	31,5	32,8	32,7	АВ=2,1;	АВ=32,7
Средние по В	33,1	34,7	30,3	32,7	32,7	частных различий = 4,2	
Масса 1000 зерен, г							
Без обработки	35,2	36,6	36,0	35,8	35,9	А=0,6;	А=3,4;
Гербициды	35,6	35,8	36,3	35,9	35,9	В=0,7;	В=40,5;
Гербициды + N_{40}	36,1	35,9	36,6	35,6	36,1	АВ=0,6;	АВ=56,1
Средние по В	35,7	36,1	36,3	35,8	36,0	частных различий = 1,3	
Урожайность, т/га							
Без обработки	0,95	0,99	0,86	0,87	0,92	А=0,08;	А=95,2;
Гербициды	1,01	1,09	0,93	0,98	1,00	В=0,09;	В=3,6;
Гербициды + N_{40}	1,44	1,41	1,39	1,39	1,41	АВ=0,08;	АВ=1,2
Средние по В	1,14	1,16	1,06	1,08	1,11	частных различий = 0,16	

менения с азотными удобрениями на 45 шт./м² (27,6 %), по отношению к фону без средств химизации. В зависимости от способа основной обработки почвы оно изменялось от 176...178 шт./м² на фоне плоскорезной и поверхностной до 187...193 шт./м² после вспашки и поверхностной обработки с последействием Глифосата в пару, или на 9...17 шт./м² (5,1...9,7 %). Продуктивная кустистость по уровням химизации возрастала с 1,62...1,64 на фонах без удобрений с гербицидами, или без них до 1,77 на фоне гербицидов и азотных удобрений, а по фонам обработки почвы – с 1,60...1,64 при поверхностной и плоскорезной обработках до 1,71...1,75 на фонах со вспашкой и поверхностной обработкой в сочетании с последействием Глифосата в пару. В изменение величины этого показателя вклад факторов химизации, обработки почвы и их взаимодействия был примерно одинаковым – соответственно 39,6, 27,9 и 32,7%.

Количество зерен в метелке овса не зависело от средств химизации (0,1 %), доля влияния обработки почвы составляла 67,2 %, взаимодействия факторов – 32,7 %. Количество зерен в метелке в зависимости от обработки почвы изменялось от 30,3 шт. на фоне поверхностной обработки до 34,7 шт. после вспашки при НСР$_{05}$ для фактора 2,4 шт., по уровням химизации величина этого показателя не изменялась.

Крупность зерна овса не зависела от действия средств химизации (3,4 %), тогда как доля влияния обработки почвы достигала 40,5 %, а взаимодействия факторов – 56,1 %.

Урожайность овса на 95,2 % была обусловлена действием средств химизации, на 3,6 % – обработки почвы и только на 1,2 % – взаимодействием факторов. Наибольший в опыте средний сбор зерна овса отмечен на фоне вспашки и плоскорезной обработки – 1,16 и 1,14 т/га, в том числе без средств химизации – 0,95 и 0,99 т/га, при использовании гербицидов – 1,01 и 1,09 т/га, а на фоне гербицидов и азотных удобрений – 1,44 и 1,41 т/га, прибавка от средств химизации составила 0,06...0,10 и 0,42...0,49 т/га (6,3...10,1 и 42,4...51,6 %). На фонах поверхностной обработки почвы урожайность овса также была примерно одинаковой – 1,06...1,08 т/га, но эффективность средств химизации при этом отличалась. Так, прибавка урожая от гербицидов при проведении только поверхностной обработки составляла 0,07 т/га, а от совместного их применения с азотными удобрениями – 0,53 т/га, или 8,1 и 61,6 % по отношению к экстенсивному фону, а на фоне поверхностной обработки с последействием Глифосата в пару – соответственно 0,11 и 0,52 т/га (12,6 и 59,8 %). Окупаемость азотных удобрений дополнительным урожаем зерна овса на фоне отвальной вспашки составила 8,00 кг/кг, после плоскорезной обработки – 10,75 кг/кг, на фоне поверхностной – 10,25...11,50 кг/кг.

Продуктивность севооборота определяли в основном средства интенсификации (доля вклада 91,9 %), влияние обработки почвы было на порядок слабее – 6,7 %, а взаимодействия факторов несущественным (табл. 5). Без удобрений и гербицидов наибольшую в опыте величину этого показателя отмечали на фоне вспашки – 2,71 тыс. зерн. ед./га, что больше на 0,18 тыс. зерн. ед./га (7,1 %), чем после плоскорезной обработки и на 0,33...0,37 тыс. зерн. ед./га (13,9...15,8 %), по сравнению с поверхностными обработками.

Опрыскивание посевов гербицидами обеспечивало повышение продуктивность севооборотов на фонах с поверхностной обработкой до уровня плоскорезной, а совместное использование гербицидов с азотными удобрениями – на всех фонах до уровня вспашки. На интенсивном фоне преимущество отвальной системы обработки почвы над плоскорезной снижалось

5. Влияние азотных удобрений и гербицидов на продуктивность зернопарового севооборота в зависимости от основной обработки почвы (среднее за 2006–2018 гг.), тыс. зерн. ед./га

Средства химизации (фактор А)	Обработка почвы (фактор В)				Средние по А	$НСР_{05}$ для факторов	Доля влияния факторов, %
	плоскорезная	отвальная	поверхностная	поверхностная+ гербицид в пару			
Без обработки	2,53	2,71	2,34	2,38	2,49	А=0,14;	А=91,9;
Гербициды	2,66	2,93	2,52	2,64	2,69	В=0,16;	В=6,7;
Гербициды + N_{40}	3,49	3,55	3,46	3,37	3,47	АВ=0,14;	АВ=1,4
Средние по В	2,89	3,06	2,77	2,80	2,88	частных различий = 0,28	

до 0,06 тыс. зерн. ед./га (1,7 %), а над фонами с поверхностной обработкой – до 0,09…0,18 тыс. зерн. ед./га(2,6…5,3 %), или соответственно в 3 и 2,1..3,7 раза. Окупаемость 1 кг азотных удобрений дополнительной продукцией севооборота при плоскорезной системе обработки почвы составила 6,91 зерн. ед., при отвальной – 5,17 зерн.ед., при поверхностной – 6,08…7,83 зерн. ед.

Таким образом, на каштановых почвах сухостепной зоны Западной Кулунды в зернопаровом севообороте весенние запасы продуктивной влаги на 50,0 % определялись предшественником, на 32,0 % – приемом обработки и на 18,0 % – взаимодействием факторов. В результате парования к посеву пшеницы после пара накапливалось в среднем 81…85 мм продуктивной влаги. С удалением от пара под второй и третьей зерновыми культурами запасы влаги снижались на 9…10 мм при выраженной тенденции преимущества традиционных обработок, в сравнении с минимальными.

Количество нитратов в почве больше определял предшественник, чем прием обработки. Без удобрений содержание $N\text{-}NO_3$ в слое 0…40 см весной, как правило, низкое и составляет под первой пшеницей по пару 5,4…5,9 мг/кг, второй – 2,1…2,4, под овсом – 2,7…5,5 мг/кг при заметном преимуществе плоскорезной обработки над вспашкой и поверхностным рыхлением. На фоне внесения азотных удобрений величина этого показателя возрастает в 2…4 раза, по сравнению с неудобренным фоном, до среднего и высокого.

Густоту продуктивного стеблестоя и величину урожая культур зернопарового севооборота определяло влияние азотных удобрений и гербицидов, доля вклада которых усиливалась по мере удаления от пара с 58,8 до 78,2 % и с 85,7 до 95,2 % соответственно. Без удобрений и гербицидов на фоне отвальной вспашки продуктивность севооборота была на 0,18…37 тыс. зерн. ед./га (7,1…15,8 %) выше, чем на фоне плоскорезной и поверхностных обработок. На интенсивном фоне преимущество вспашки перед другими обработками снижалось до 0,06…0,18 тыс. зерн. ед./га (1,7…5,3 %), или в 2,1..3,7 раза. Окупаемость 1 кг азотных удобрений дополнительной продукцией севооборота на фоне вспашки составила – 5,17 зерн. ед., на фоне плоскорезной обработки – 6,91, на фоне поверхностной – 6,08…7,83 зерн. ед.

Литература.

1. Назарова И. В., Храмкова Т. Д. Динамика содержания гумуса в пахотных почвах Алтайского края // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 4. С. 42–45.

2. Мельников А. И., Беленева Л. Г. Состояние и динамика агрохимических показателей пахотных земель Кулундинской зоны Алтайского края // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 5. С. 11-14.

3. Экологизация обработки почвы в Западной Сибири / А. Н. Власенко, Ю. П. Филимонов, В. К. Каличкин и др. / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИЗХим. Новосибирск. 2003. 268 с.

4. Гнатовский В. М. Некоторые пути адаптации земледелия сухостепной зоны Алтайского края к климату и почвам // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2010. № 11 (73). С. 5–9.

5. Назаренко П. Н., Пургин Д. В. Влияние длительного применения различных видов основной обработки почвы на плодородие каштановой почвы Западно-Кулундинской степи Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 12 (158). С. 21–26.

6. Средообразующая роль фитосанитарных культур, возделываемых по No-till технологии, в севооборотах / А. Н. Власенко, Н. Г. Власенко, П. И. Кудашкин и др. // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 6. С. 5–9.

7. Уланов А. К., Будажапов Л. В. Продуктивность каштановой почвы в зависимости от условий увлажнения при многолетнем воздействии севооборотов, приемов основной обработки и удобрений в сухой степи // Земледелие. 2019. № 1. С. 15–18.

8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Efficiency of Nitrogen Fertilizers and Herbicides in Grain-Fallow Crop Rotation Depending on the Method of Processing Chestnut Soil in the Kulunda Steppe

V. I. Usenko, A. A. Garkusha, D. V. Purgin, V. I. Kravchenko, S. V. Usenko, V. P. Oleshko
Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies, Nauchnyi gorodok, 35, Barnaul, 656910, Russian Federation

Abstract. *The studies were carried out in 2006–2018 in the experiment, established in 1978 in the crop rotation "fallow, wheat, wheat, oats". The aim of the work was to assess the efficiency of nitrogen fertilizers and herbicides in the grain-fallow crop rotation depending on the tillage method of chestnut soil in the steppe of the Altai Krai. The following options were studied: tillage (factor A) and chemicalization means (factor B). Factor A included subsurface cultivation at 14–16 cm + ploughing at 18–20 cm; subsurface cultivation at 6–8 cm + subsurface cultivation at 6–8 cm + glyphosate 3 L/ha in the fallow field. Factor B included the variant without fertilizers and herbicides; tank mixture from dycoticide and graminicide; herbicides + N40. The summers of 2010, 2014 and 2015 were dry (HTC = 0.48–0.56 at the rate of 0.62), and that of 2007, 2008, 2009, 2013 and 2017 were wet (HTC = 0.81–1.04). As a result of fallowing, 81–85 mm of productive moisture accumulated in the meter layer before the wheat crop; under the second and third crops the value of this parameter decreased by 9–10 mm. Without fertilizers, the content of N-NO3 in the layer of 0–40 cm in the spring was under the first wheat after the fallow field was 5.4–5.9 mg/kg, under the second wheat – 2.1–2.4 mg/kg, under oats – 2.7–5.5 mg/kg. Against the background of fertilizers, the content of N-NO3 increased 2–4 times, compared with the unfertilized background. Crop yields were determined by the influence of chemicals, the contribution of which increased from 85.7 to 95.2% with the removal from the fallow field. Without fertilizers and herbicides against the background of ploughing crop rotation productivity was higher by 180–370 cereal units (CU)/ha (7.1–15.8%) than against the background of subsurface tillage. Against an intense background, the advantage of ploughing over other treatments decreased 2.1–3.7 times. The recoupment of nitrogen fertilizer by additional production of crop rotation against the background of ploughing was 5.17 CU/ha, of subsurface cultivation – 6.91 CU/ha, of surface tillage – 6.08–7.83 CU/kg.*

Keywords: *dry steppe; tillage; herbicides; nitrogen fertilizers; cereals.*

Author Details: *V. I. Usenko, D. Sc. (Agr.), chief research fellow (e-mail: usenko.001@mail.ru); A. A. Garkusha, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow (e-mail: aniish@mail.ru); D. V. Purgin, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow; V. I. Kravchenko, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow; S. V. Usenko, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow; V. P. Oleshko, D. Sc. (Agr.), chief research fellow.*

For citation: *Usenko V. I., Garkusha A. A., Purgin D. V., Kravchenko V. I., Usenko S. V., Oleshko V. P. Efficiency of Nitrogen Fertilizers and Herbicides in Grain-Fallow Crop Rotation Depending on the Method of Processing Chestnut Soil in the Kulunda Steppe. Zemledelie. 2019. No. 6. Pp. 33–39 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10608.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10609
УДК 633.112.631.52:581.19

Изучение исходного материала озимой мягкой пшеницы по биохимическим показателям качества зерна

Н. С. КРАВЧЕНКО, кандидат биологических наук, научный сотрудник
С. В. ПОДГОРНЫЙ, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
Е. В. ИОНОВА, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора
Аграрный научный центр «Донской», пос. Научный городок, 3, Зерноград, 347740, Российская Федерация

Резюме. *В 2016–2017 и 2017–2018 сельскохозяйственных годах на базе «Аграрного научного центра «Донской» (г. Зерноград), проведены исследования с целью изучения исходного материала озимой мягкой пшеницы по биохимическим показателям качества зерна. Объект исследований – 58 образцов озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения. Предшественник – черный пар. Почва опытного участка – чернозём обыкновенный карбонатный (в пахотном слое 3,6 % $CaCO_3$, содержание гумуса – 3,7 %, pH – 7,0...7,3, P_2O_5 и K_2O (по ГОСТ 29205-91) – 21 и 342 мг/кг). Массовую долю белка в зерне определяли по ГОСТ 108460-91, содержание клейковины – на приборе SPECTRA STAR 2200, SDS-седиментацию – по методике Н. С. Васильчука, усовершенствованной в «АНЦ «Донской». Величины изучаемых признаков варьировали в зависимости от сортовых особенностей. По признаку «массовая доля белка» выделены сорта Ростовчанка 3 (13,60 %), Танаис (13,57 %), Донской сюрприз (13,58 %), Вид (13,93 %), Юмпа (13,71 %), Кавалерка (13,66 %), Безостая 100 (13,71 %) и Сварог (13,52 %). Отобрано 17 образцов с содержанием клейковины от 28,2 % до 30,4 %. По SDS-седиментации выделены сорта Аксинья (75 мл), Донская безостая (70 мл), Конкурент (70 мл), Зерноградка 11 (68 мл), Ростовчанка 5 (65 мл), Дон 107 (65 мл), Каролина 5 (74 мл), Арсенал (70 мл), Шестопаловка (70 мл) и Wisdom (65 мл). Сорта Донской сюрприз, Танаис, Аксинья, Изюминка, Лидия, Кавалерка и Видея отобраны по комплексу изучаемых признаков и рекомендованы как источники высокого качества клейковинно-белкового комплекса для дальнейшей селекции.*

Ключевые слова: *озимая мягкая пшеница (Triticum aestivum L.), сорт, массовая доля белка, количество клейковины, SDS-седиментация.*

Для цитирования: *Кравченко Н. С., Подгорный С. В., Ионова Е. В. Изучение исходного материала озимой мягкой пшеницы по биохимическим показателям качества зерна // Земледелие. 2019. № 6. С. 40–42. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10609.*

Пшеница – один из самых распространенных источников белка, крахмала, минеральных веществ и витаминов в рационе человека, кормах животных и птицы. Поэтому повышение качества зерна этой культуры, улучшение его технологических и хлебопекарных свойств – важнейшая задача [1]. Для успешного ее решения селекционными методами нужно использовать в гибридизации родительские формы с генетически детерминированным высоким качеством зерна [1, 2]. Сложность отбора заключается в широкой модификационной изменчивости показателей качества, значительной их зависимости, как от эндогенных, так и экзогенных факторов. Кроме того, имеет место ограниченность генофонда для выбора надежных источников и доноров высококачественного зерна [3].

В связи с этим, поиск и изучение генетических ресурсов с необходимыми признаками и свойствами, высоким потенциалом качества продукции позволяет отбирать родительские формы для гибридизации.

Цель исследований – изучить исходный материал озимой мягкой пшеницы по массовой доле белка в зерне, количеству клейковины, SDS-седиментации и выделить источники для дальнейшей селекционной работы.

Посев проводили в отделе селекции и семеноводства озимой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской» (г. Зерноград) в 2016–2017 и 2017–2018 сельскохозяйственных годах. Предшественник – черный пар.

Почва опытного участка – чернозём обыкновенный карбонатный (3,6 % $CaCO_3$ в пахотном слое). Для него характерна мощность гумусового горизонта (до 140 см), содержание гумуса – 3,7 %, pH – 7,0...7,3, подвижного фосфора и обменного калия (по Мачигину в модификации ЦИНАО, ГОСТ 29205-91) – соответственно 21 и 342 мг/кг почвы.

Климат зоны характеризуется недостаточным и неустойчивым увлажнением. Среднегодовое количество осадков составляет 582,4 мм. За сельскохозяйственный год сумма эффективных температур воздуха достигает 3400…3600 °С.

За вегетационный период 2017 г. выпало 202,6 мм осадков, что ниже среднемноголетней нормы на 65,6 мм. Среднесуточная температура воздуха была равна 20,1 °С, или на 1,6 °С выше среднемноголетней. Относительная среднесуточная влажность воздуха составила 62 % при среднемноголетней 63 %. За период вегетации отмечено 62 суховейных дня (с относительной влажностью воздуха 30 % и ниже), ГТК был равен 1,1.

В 2018 г. количество осадков за вегетационный период составило 101,5 мм, что на 166,7 мм ниже среднемноголетних показателей (268,2 мм). Среднесуточная температура воздуха была равна 19,4 °С, или на 0,9 °С выше нормы. Относительная влажность воздуха находилась на уровне 66 %, отмечено 87 суховейных дня. Гидротермический коэффициент (ГТК) за период вегетации 2018 г. составил 0,6.

Объектом исследований были сорта озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения, в том числе, селекции «АНЦ «Донской», в количестве 58 образцов. Массовую долю белка в зерне определяли в соответствии с ГОСТ 108460-91, содержание клейковины – на приборе SPECTRA STAR 2200, SDS-седиментацию – по методике Н.С. Васильчука [4], усовершенствованной в ФГБНУ «АНЦ «Донской» М. М. Копусь [5] применительно к поставленным задачам.

Метод состоит из двух этапов. На первом шрот помещают в откалиброванные

1. Шкала SDS-седиментации для селекционной оценки образцов мягкой пшеницы интенсивного типа, мл

Группа	Очень сильная	Сильная	Средняя	Удовлетворительная и слабая
Интенсивные	65 >	64…45	44…36	35 и <

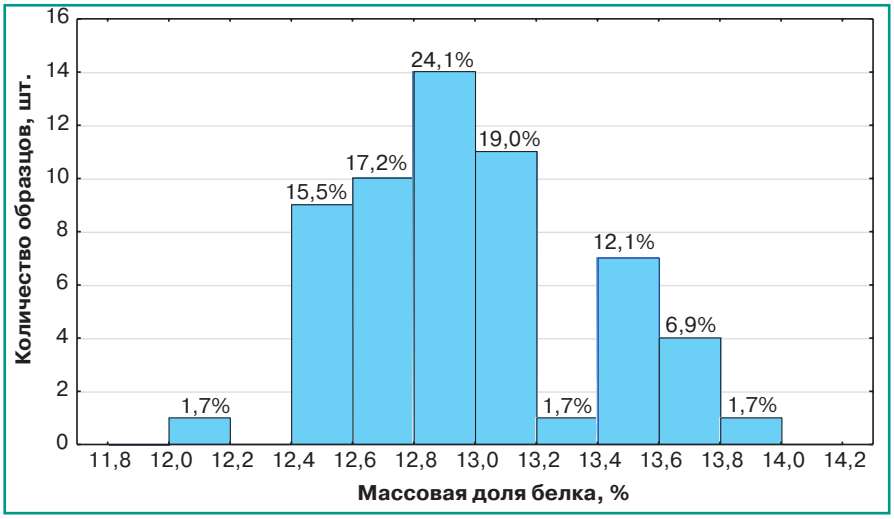


Рис. 1. Распределение образцов озимой мягкой пшеницы по массовой доле белка в зерне, среднее за 2017–2018 гг.

пробирки, куда вначале приливают воду, частички муки и белки набухают в воде, что отражает реальную картину агрегации и дезагрегации белков клейковины. Этот этап называется стартовым. Его прекращают добавлением в пробирки рабочего раствора (молочная кислота и SDS-натрия). После двух взбалтываний ведут отсчет высоты осадка в миллиметрах и по формуле переводят в миллилитры. Затем по дифференцированной шкале определяют принадлежность образца к соответствующей группе качества (табл. 1).

Рис. 2. Распределение образцов озимой мягкой пшеницы по количеству клейковины в зерне образцов озимой мягкой пшеницы, среднее за 2017–2018 гг.

Экспериментальные данные обработаны общепринятыми методами математической статистики с помощью программ Microsoft Office Excel и STATISTICA 10.0.

На мировом рынке массовая доля содержания белка в зерне – один из важнейших критериев оценки качества пшеницы. В последние годы наблюдается тенденция к некоторому снижению средней величины этого показателя [6]. В связи с чем, наряду с повышением продуктивности озимой пшеницы, большое значение имеет решение проблемы стабилизации содержания белка в зерне на уровне требований к сильным и ценным сортам. Селекция на повышение белковости очень сложна. Для успешного решения этой задачи в первую очередь необходимы изучение и отбор исходного материала с использованием образцов мировой коллекции пшениц и местных форм.

Анализ результатов нашего опыта показал, что величина признака «массовая доля белка» варьировала (рис. 1) в пределах от 12,0 % у сорта Wisdom (Канада) до 13,9 % у сорта Танаис (ФГБНУ «АНЦ «Донкой»).

Выделены сорта, соответствующие требованиям, предъявляемым ко 2-му классу качества: Ростовчанка 3 (13,60 %), Танаис (13,93 %), Донской сюрприз (13,58 %), Аксинья (13,93 %), Лидия (13,71 %), Изюминка (13,55 %) (ФГБНУ «АНЦ «Донской»), Юмпа (13,71 %), Кавалерка (13,66 %), Безостая 100 (13,71 %) и Сварог (13,52 %) ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко». Мы рекомендуем использовать их в селекционном процессе в качестве родительских форм для создания сортов с высоким содержанием белка.

В процессе исследований также установлена изменчивость признака «количество клейковины» (рис. 2). Величина этого показателя варьировала от 24,2 % у сорта Барьер ФГБНУ Северо-Кавказский ФНАЦ до 30,4 % у сорта Танаис (ФГБНУ «АНЦ «Донской»).

За годы исследований 32,7 % изученных образцов соответствовали требованиям, предъявляемым к сильным сортам (не менее 28,0 % клейковины), то есть относились ко 2-му классу качества согласно ГОСТ 9353-2016. Наибольшее количество образцов соответствовало 3-му классу (не менее 23,0 % клейковины).

Сорта Танаис (30,4 %), Аксинья (29,9 %), Зерноградка 11 (28,1 %), Конкурент (28,4 %), Марафон (28,0 %), Станичная (28,7 %), Донской сюрприз (28,8 %), Лидия (28,2 %), Изюминка (28,2 %) – ФГБНУ «АНЦ «Донской», Донская Лира (30,3 %), Губернатор Дона (28,2 %) – ФГБНУ ФРАНЦ, Ахмат (29,3 %), Безостая 100 (28,2 %), Видея (28,7 %), Сварог (28,8 %), Кавалерка (28,8 %) – ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукья-

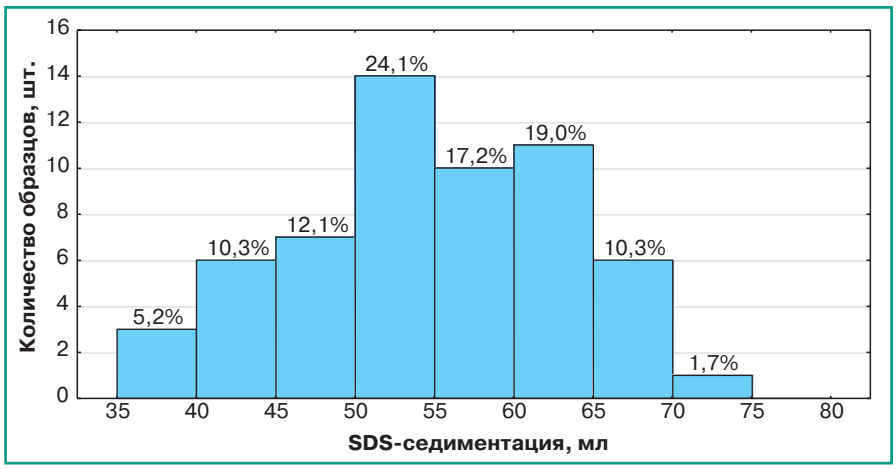


Рис. 3. Распределение образцов озимой мягкой пшеницы по шкале SDS-седиментации, среднее за 2017–2018 гг.

2. Лучшие образцы мягкой озимой пшеницы по клейковинно-белковому комплексу, среднее за 2017–2018 гг.

Сорт	Оригинатор	Массовая доля белка в зерне, %	Количество клейковины в зерне, %	SDS-седиментация, мл
Ермак, стандарт	АНЦ «Донской»	12,78	26,5	53
Танаис	АНЦ «Донской»	13,57	30,4	63
Аксинья	АНЦ «Донской»	13,93	29,9	75
Донской сюрприз	АНЦ «Донской»	13,58	28,8	55
Изюминка	АНЦ «Донской»	13,55	28,2	56
Лидия	АНЦ «Донской»	13,71	28,2	50
Кавалерка	«НЦЗ им. П. П. Лукьяненко»	13,66	28,8	55
Видея	«НЦЗ им. П. П. Лукьяненко»	13,70	28,7	67
НСР $_{05}$		0,85	0,92	5,2

ненко» и Чорнява (28,9 %) – Украина формировали зерно с высоким содержанием клейковины. Выделенные генотипы могут быть использованы в качестве родительских форм в селекционном процессе для создания сортов с высоким содежанием клейковины.

Показатель SDS-седиментации (набухаемость муки) – высоконаследуемый признак, который определяется содержанием и качеством клейковины. Таким образом, седиментация характеризует качество муки в целом и служит важным показателем качества зерна.

Этот метод включен в стандарты, регламентирующие качество зерна пшеницы ведущими мировыми производителями и экспортерами зерна (США, Канада, Австралия и в странах ЕС). В России его применяют на ранних этапах селекционного процесса (при небольшом количестве зерна) для оценки качества исходного материала.

Величина SDS-седиментации варьировала от 40 мл у сортов Безостая 100 и Алексеич (ФГБНУ НЦЗ «им. П. П. Лукъяненко») до 77 мл у сорта Аксинья (ФГБНУ «АНЦ «Донской»). Согласно шкале SDS-седиментации для селекционной оценки образцов мягкой пшеницы интенсивного типа, группам очень сильных и сильных пшениц соответствовала большая часть изучаемых сортов – 84,3 % (рис. 3).

Сорта Аксинья (75 мл), Донская безостая (70 мл), Конкурент (70 мл), Зерноградка 11 (68 мл), Ростовчанка 5 (65 мл), Дон 107 (65 мл) – ФГБНУ «АНЦ «Донской»; Каролина 5 (74 мл), Арсенал (70 мл) – ФГБНУ Северо-Кавказский ФНАЦ; Видея (67 мл) – ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко»; Шестопаловка (70 мл) – Украина; Wisdom (65 мл) – Канада, отличались самым высоким уровнем проявления исследуемого показателя.

В результате двухлетнего опыта, по комплексу изучаемых признаков были выделены 8 сортов: Донской сюрприз, Танаис, Аксинья, Находка, Изюминка и Лидия (ФГБНУ «АНЦ «Донской»), Кавалерка и Видея (ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко»), которые мы рекомендуем использовать как источники высокого качества зерна (табл. 2).

По результатам исследований рекомендовано использовать в селекционном процессе в качестве родительских форм выделенные генотипы, как по отдельным признакам, так и по их совокупности:

по высокой массовой доле белка в зерне – сорта Ростовчанка 3 (13,60 %), Танаис (13,93 %), Донской сюрприз (13,58 %), Аксинья (13,93 %), Лидия (13,71 %), Изюминка (13,55 %), Юмпа (13,71 %), Кавалерка (13,66 %), Безостая 100 (13,71 %) и Сварог (13,52 %);

по содержанию клейковины – выделены сорта Танаис (30,4 %), Аксинья (29,9 %), Зерноградка 11 (28,1 %), Конкурент (28,4 %), Марафон (28,0 %), Станичная (28,7 %), Донской сюрприз (28,8 %), Лидия (28,2 %), Изюминка (28,2 %), Донская Лира (30,3 %), Губернатор Дона (28,2 %), Ахмат (29,3 %), Безостая 100 (28,2 %), Видея (28,7 %), Сварог (28,8 %), Кавалерка (28,8 %) и Чорнява (28,9 %);

по уровню SDS-седиментации – сорта Аксинья (75 мл), Донская безостая (70 мл), Конкурент (70 мл), Зерноградка 11 (68 мл), Ростовчанка 5 (65 мл), Дон 107 (65 мл), Каролина 5 (74 мл), Арсенал (70 мл), Видея (67 мл), Шестопаловка (70 мл), Wisdom (65 мл).

Литература.

1. Сандухадзе Б. И., Беркутова Н. С., Давыдова Е. И. Качество зерна у сортов озимой пшеницы созданных в НИИСХ ЦРНЗ // Селекция и семеноводство. 2005. № 4. С. 19–22.

2. Белоглазова М. В., Калмыков Ю. В., Распутин В. М. Селекционная ценность сортообразцов пшеницы при улучшении качества зерна // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2006. № 4. С. 17–19.

3. Сандухадзе Б. И. Селекция озимой пшеницы – важнейший фактор повышения урожайности и качества // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 11. С. 4–6.

4. Оценка прочности клейковины в процессе селекции твердой пшеницы (Triticum durum Desf) / Н. С. Васильчук, С. Н. Гапонов, Л. В. Еременко и др. // Аграрный вестник Юго-Востока. 2009. № 3. С. 34–39.

5. SDS-седиментация в поэтапной оценке селекционного материала озимой пшеницы по качеству зерна / Н. Е. Самофалова, М. М. Копусь, О. В. Скрипка и др. Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2014. 32 с.

6. 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. 68–70. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10216.

Examination of the Source Material of Winter Common Wheat according to Biochemical Indices of Grain Quality

N. S. Kravchenko, S. V. Podgorny, E. V. Ionova
Agrarian Scientific Center «Donskoj», Nauchnyi gorodok, 3, Zernograd, 347740, Russian Federation

Abstract. *In 2016–2017 and 2017–2018 agricultural years, at the premises of agrarian scientific center Donskoy, Zernograd, the studies were carried out to examine the source material of winter common wheat according to biochemical indices of grain quality. The objects of the research were 58 samples of winter common wheat of various ecological and geographical origins. The forecrop was bare fallow. The soil of the experimental plot was ordinary carbonate chernozem. The characteristics of the arable layer were: CaCO3 content – 3.6%, humus content – 3.7%, pH – 7.0–7.3, K2O5 content – 21 mg/kg; P2O5 content – 342 mg/kg (according to Machigin's methods in the modification of TsINAO, GOST 29205-91). The mass fraction of protein in the grain was determined by GOST 108460-91, the gluten content in the grain was measured using a Spectra Star 2200, SDS-sedimentation was carried out according to Vasilchuk's method, improved at the ASC Donskoy. The variation of the values of the studied parameters depending on the varietal characteristics was established. High mass fraction of protein was characteristic for such varieties as Rostovchanka 3 (13.60%), Tanais (13.57%), Donskoy Syurprize (13.58%), Vid (13.93%), Yumpa (13.71%), Kavalerka (13.66%), Bezostaya 100 (13.71%), and Svarog (13.52%). Seventeen samples with gluten content from 28.2% to 30.4% were selected. By SDS-sedimentation it was selected varieties Aksin'ya (75 mL), Donskaya Bezostaya (70 mL), Konkurent (70 mL), Zernogradka 11 (68 mL), Rostovchanka 5 (65 mL), Don 107 (65 mL), Karolina 5 (74 mL), Arsenal (70 mL), Shestopalovka (70 mL), and Wisdom (65 mL). Varieties Donskoy Syurpriz, Tanais, Aksin'ya, Izyuminka, Lydia, Kavalerka, and Videya were selected according to the complex of studied traits and recommended as sources of the high-quality gluten-protein complex for further breeding.*

Keywords: *winter common wheat (Triticum aestivum L.); variety; mass fraction of protein; gluten quantity; SDS-sedimentation.*

Author Details: *N.S. Kravchenko, Cand. Sc. (Biol.), research fello (ninakravchenko78@mail.ru); S.V. Podgorny, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow (e-mail: podgorny128@rambler.ru); E. V. Ionova, D. Sc. (Agr.), deputy director for science (e-mail: ionova-ev@yandex.ru).*

For citation: *Kravchenko N. S., Podgorny S. V., Ionova E. V. Examination of the Source Material of Winter Common Wheat according to Biochemical Indices of Grain Quality. Zemledelije. 2019. No. 6. Pp. 40–42 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10609.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10610
УДК 633.491; 631.527

Первые результаты эколого-географического испытания новых российских сортов картофеля*

З. СТАШЕВСКИ[1], кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник
О. А. КУЗЬМИНОВА[1], младший научный сотрудник (e-mail: kuzminovaoa.ok@gmail.com)
С. Г. ВОЛОГИН[1], кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник
А. Т. ГИЗАТУЛЛИНА[1], научный сотрудник
Е. А. ГИМАЕВА[1], старший научный сотрудник
Г. Ф. САФИУЛЛИНА[1], кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
С. Д. КИРУ[2], доктор биологических наук, зав. отделом
А. Э. ШАБАНОВ[3], кандидат сельскохозяйственных наук, зав. отделом
А. Д. САФОНОВА[4], старший научный сотрудник
Н. И. ПОЛУХИН[4], кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
Е. В. ЖУРАВЛЕВА[5], доктор сельскохозяйственных наук, помощник министра
[1]Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра КазНЦ РАН, ул. Оренбургский тракт, 48, Казань, 420059, Российская Федерация
[2]Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н. И. Вавилова, ул. Большая Морская, 42-44, Санкт-Петербург, 190000, Российская Федерация
[3]Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства им. А. Г. Лорха, ул. Лорха, 23, пос. Красково, Люберецкий р-н, Московская обл., 140051, Российская Федерация
[4]Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал Федерального исследовательского центра Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, ул. С-100, зд. 21, а/я 375, пос. Краснообск, Новосибирский р-н, Новосибирская обл., 630501, Российская Федерация
[5]Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ул. Тверская, 11 стр. 1, Москва, 125993, Российская Федерация

Резюме. *Представлены результаты изучения 24 российских сортов и 5 перспективных селекционных номеров картофеля, проведенного в 4 географических точках, характеризующихся различными агроклиматическими условиями (Подмосковье, Среднее Поволжье, Западная Сибирь и Северо-Западный регион). Цель исследований – выявить перспективные сорта картофеля российской селекции для возделывания в различных агроклиматических зонах страны. Во всех точках испытания погодные условия вегетационного сезона 2016 г. очень отличались, что, согласно результатам дисперсионного анализа, оказало статистически значимое влияние (p = 0,013) на формирование продуктивности и её компонентов, а также на содержание крахмала в клубнях. В результате изучения выявлены сорта с высоким и стабильным потенциалом продуктивности Самба (0,96 кг/куст), Удача (0,96 кг/куст), Ильинский (0,95 кг/куст), Кортни (0,95 кг/куст), Фрителла (0,91 кг/куст), Чароит (0,89 кг/куст), Метеор (0,88 кг/куст) и Гусар (0,88 кг/куст). Стабильно высокий уровень формирования большого количества клубней, сочетающийся с высоким потенциалом продуктивности, отмечен у образцов Ильинский (17,8 шт./куст), Фрителла (15,0 шт./куст), Гусар (14,0 шт./куст) и Удача (14,0 шт./куст). К числу образцов, сочетающих высокую среднюю массу клубня с высоким уровнем продуктивности, отнесены сорта Метеор (120,6 г), Кортни (102,0 г) и Самба (92,6 г). Стабильно высоким показателем товарности характеризовались сорта Крепыш (92,5 %), Жуковский ранний (89,5 %), Чароит (89,0 %), Фрителла (87,1 %), Ломоносовский (87,3 %), Евразия (87,5 %) и Колобок (87,0 %). Наибольшим содержанием крахмала отличались сорта Танго (20,0 %), Накра (19,3 %), Никулинский (18,0 %) и Голубизна (17,3 %).*

Ключевые слова: *картофель, сорт, продуктивность, структура урожая, стабильность, крахмал.*

Для цитирования: *Первые результаты эколого-географического испытания новых российских сортов картофеля / З. Сташевски, О. А. Кузьминова, С. Г. Вологин и др. // Земледелие. 2019. № 6. С. 43–48. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10610.*

Один из факторов, определяющих повышение урожайности картофеля, увеличение рентабельности и качества конечного продукта – наличие сортов, способных наиболее полно реализовать свой генетический потенциал в разнообразных почвенно-климатических условиях. Выбор подходящего сорта – это наименее затратное и, в то же время, наиболее доступное и безопасное для окружающей среды средство повышения урожайности. Доля влияния генетических характеристик сорта на величину и качество урожая может составлять от 30 до 70 %, в зависимости от почвенно-климатических и погодных условий, а также от применения различных технологий агропромышленного производства [1]. В последние годы на территории Российской Федерации наиболее востребованы сорта зарубежной селекции [2, 3]. В то же время для обеспечения продовольственной безопасности и развития экономики страны, актуально создание сортов отечественной селекции, отвечающих требованиям потребителей, способных конкурировать с лидерами рынка [4, 5].

Для большей части территории России, на которой возделывают картофель, характерно отчётливое разделение метеоусловий года на холодный и тёплый сезоны. Это выражается в больших перепадах температур, длительном наличии снежного покрова и продолжительном промерзании почвы в зимний период. В восточном направлении происходит переход от умеренно-континентального к резко-континентальному климату, что сопровождается понижением зимней температуры окружающей среды, уменьшением продолжительности безморозного периода, снижением количества выпадающих осадков, а также увеличением продолжительности зимнего периода. В средних и северных широтах страны к сезону с отрицательными температурами добавляется достаточно продолжительный период таяния снега, оттаивания, прогревания и восстановления структуры почвы, что сокращает вегетационный период картофеля до 90…100 дн. Короткий вегетационный период ограничивает возможности использования высокопродуктивных среднепоздних и поздних сортов. Кроме того, в условиях континентального климата непродолжительный теплый сезон часто сопровождается высокой температурой воздуха, отсутствием или неравномерным выпадением осадков. Исторически

**Статья подготовлена в рамках государственного задания в части проведения ФНИ по теме «Мобилизация генетических ресурсов растений и животных, создание новаций, обеспечивающих производство биологически ценных продуктов питания с максимальной безопасностью для здоровья человека и окружающей среды» (АААА-А18-118031390148-1) и в рамках КПНИ «Развитие селекции и семеноводства картофеля» в части проведения ПНИ. Посадочный материал предоставлен ЦКП «Биоресурсная коллекция картофеля», регистрационный номер 471948, www.ckp-rf.ru.*

сложилось, что в России основное производство картофеля сосредоточено в зоне рискованного земледелия. Поэтому к сорту предъявляются особые требования не только по уровню урожайности, но и по генетически опосредованной способности адаптироваться к контрастным почвенно-климатическим условиям [6]. Сорта с высоким потенциалом продуктивности и необходимыми технологическими свойствами, устойчивые к действию абиотических и биотических стрессоров способны обеспечить эффективное использование природных и техногенных ресурсов, экологическую безопасность, энергосбережение и рентабельность отечественного агропромышленного производства [7, 8].

Цель исследований – определить перспективные сорта картофеля отечественной селекции для выращивания в различных агроклиматических зонах России.

Работу проводили в 2016 г. в четырех географических точках:

Сибирский НИИ растениеводства и селекции – филиал ИЦиГ СО РАН (СибНИИРС) – Новосибирская область, Новосибирский район, Краснообск (Западно-Сибирский регион России). Почвы опытного участка дренированные выщелоченные черноземы средней мощности. Содержание гумуса (по Тюрину) 6…7 %; pH – 5,1...6,2; K_2O_5 (по Кирсанову) – 96…257 мг/кг; P_2O_5 (по Чирикову) – 118…460 мг/кг;

Всероссийский НИИ картофельного хозяйства имени А. Г Лорха (ВНИИКХ) – Московская область, пос. Коренёво (Центральный нечерноземный регион России). Почва опытного участка дерново-слабоподзолистая супесчаная. Содержание гумуса (по Тюрину) 3,0…3,5 %; pH – 5,8; K_2O_5 (по Кирсанову) – 80…100 мг/кг; P_2O_5 (по Чирикову) – 290…295 мг/кг;

ФИЦ «Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова» (ВИР) – Ленинградская область, г. Пушкин (Северо-Западный регион России). Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная с легким суглинком. Содержание гумуса 2,8…3,2 %; K_2O_5 (по Кирсанову) – 16…21 мг/кг; P_2O_5 (по Чирикову) – 33…45 мг/кг;

Татарский НИИ сельского хозяйства – подразделение ФИЦ «Казанский научный центр РАН» (ТатНИИСХ) – Республика Татарстан, Лаишевский район, с. Большие Кабаны (Средневолжский регион России). Почва опытного участка серая лесная, суглинистая. Содержание гумуса (по Тюрину) 3,0…3,5 %; pH – 5,8; K_2O_5 (по Кирсанову) – 80…100 мг/кг; P_2O_5 (по Чирикову) – 290…295 мг/кг.

В точках проведения испытаний погодные условия вегетационного сезона 2016 г. в значительной степени отличались. Благоприятные гидротермические условия для роста и развития растений картофеля сложились на территории опытного участка СибНИИРС благодаря оптимальной температуре окружающей среды, достаточному количеству и равномерному распределению атмосферных осадков (см. рисунок, a, e). Однако из-за продолжительных осадков в начале вегетации был превышен период ожидания для следующей обработки фунгицидами, в связи с чем наблюдали поражённость фитофторозом растений раннеспелых сортов. После проведения защитных обработок распространение заболевания было остановлено. На опытном участке ВНИИКХ вегетация картофеля проходила в условиях повышенной влажности и высокой температуры. Суммарное количество осадков на 80 % превысило среднемноголетнюю норму, хотя две декады в середине вегетационного периода оказались засушливыми. Сумма эффективных температур также немного превысила климатическую норму (см. рисунок, b, f). В Ленинградской области погодные условия в мае и июне были близки к среднемноголетней норме. В июле и августе осадков выпало соответственно в 2 и 3 раза больше среднемноголетнего количества, что привело к переувлажнению почвы и преждевременной остановке накопления урожая (см. рисунок, c, g). На опытном

Рисунок. *Динамика суммы осадков (мм) и средней температуры (°С) по декадам с мая по сентябрь 2016 г.: a, h – СибНИИРС; b, f – ВНИИКХ; c, e – ВИР; d, g – ТатНИИСХ; – – – – – средняя многолетняя сумма осадков, ——— – сумма осадков за вегетационный период; ····· – средняя многолетняя температура (°С), –·–·– средняя температура (°С) за вегетационный период.*

участке ТатНИИСХ растения картофеля росли в условиях острой засухи (ГТК 0,43) и высокой температуры воздуха (см. рисунок, d, h) [9].

В изучение были взяты 24 сорта отечественной селекции и 5 перспективных селекционных номеров: Брянский деликатес (ВНИИКХ, Брянская опытная станция по картофелю), Великан, Вымпел, Голубизна, Евразия, Ильинский, Колобок, Жуковский ранний, Красавчик, Крепыш, Метеор, Накра, Никулинский, Удача, Фаворит, Фрителла (ВНИИКХ), 3-43-6, Регги, Танго (ТатНИИСХ), Кортни, Самба (ТатНИИСХ, ВНИИКХ), Ломоносовский (ГНУ «ЛНИИСХ», ФГУП «Холмогорское»), Сударыня (ГНУ «ЛНИИСХ»), Гусар (ООО «Селекционная фирма «ЛиГа»), Чароит (ООО Селекционная фирма «ЛиГа», ГНУ «ЛНИИСХ»), 06/08215, 1604/16, 21/8516, 25/861 (ВИР). В качестве стандартов для разных групп спелости использовали сорта Жуковский ранний (раннеспелый), Невский (среднеранние), Вымпел (среднеспелый), Голубизна (среднепоздний).

Дополнительно проводили сравнение изучаемых сортов с сортами-лидерами российского рынка по объёму производства. Сорт Невский (Всеволожская селекционная станция) в течение продолжительного времени сохраняет позиции успешно реализуемого сорта в большом количестве регионов страны. Семенной материал этого сорта (класс супер-суперэлита, урожай 2015 г.) был предоставлен ЦКП «Биоресурсная коллекция картофеля» (регистрационный номер 471948).

Также в опыте для сравнения использовали три зарубежных сорта, востребованных на российском рынке картофеля: Гала (Norika, Германия), Импала (Agrico, Нидерланды), Ред Скарлетт (HZPS, Нидерланды). Они входят в первую десятку по объему производства сертифицированного семенного картофеля в РФ и характеризуются ранним и среднеранним созреванием. Основным критерием выбора сортов сравнения служила их способность эффективно реализовывать свой генетический потенциал в разнообразных условиях вегетации.

Экспериментальные делянки располагали в севообороте после чистого пара. Основную и предпосадочную обработку почвы проводили согласно следующей схеме: вспашка оборотными плугами, боронование, внесение минеральных удобрений (N – 70...80 кг/га, P – 90...110 кг/га, K – 90...110 кг/га), предпосадочная культивация, планировка и нарезка гребней (ширина междурядий 75 см). Клубни высаживали в однорядд-

1. Формирование компонентов продуктивности у образцов картофеля в эколого-географическом испытании, 2016 г.

Наименование	Продуктивность, кг/куст				Среднее количество клубней с одного растения, шт.				Средняя масса клубня, г			
	СибНИИРС	ВИР	ВНИИКХ	ТатНИИСХ	СибНИИРС	ВИР	ВНИИКХ	ТатНИИСХ	СибНИИРС	ВИР	ВНИИКХ	ТатНИИСХ
Раннеспелые												
Крепыш	1,33	0,58	0,77	0,49	9,0	8,7	7,0	11,0	147,5	88,0	109,0	55,7
Ломоносовский	1,44	0,49	0,68	0,61	8,5	8,4	11,0	11,4	169,8	76,0	61,0	54,5
Метеор	1,37	0,79	0,83	0,52	5,0	13,1	10,0	10,9	274,0	68,0	83,0	57,3
Регги	0,68	0,51	0,69	0,57	12,5	9,7	6,0	15,0	54,6	79,0	114,0	60,1
Удача	1,66	0,6	1,04	0,53	18,0	12,9	11,0	13,9	92,3	79,0	95,0	38,2
Чароит	1,31	0,79	0,98	0,47	12,5	10,5	16,0	9,1	104,8	94,0	61,0	51,4
21/8516	1,48	0,56	0,76	0,52	16,5	14,6	13,0	17,0	90,0	82,0	58,0	39,7
25/861	0,20	0,54	0,54	0,35	20,0	8,9	9,0	20,0	10,2	76,0	60,0	24,1
Жуковский ранний(стандарт)	1,09	0,51	0,93	0,51	9,5	10,5	10,0	11,9	114,3	77,0	93,0	52,0
Импала (сорт сравнения)	0,77	0,45	0,62	0,56	9,0	11,7	10,0	13,7	86,0	68,0	62,0	46,6
Ред Скарлетт (сорт сравнения)	1,61	0,33	0,68	0,34	15,5	8,0	11,0	12,0	104,0	83,0	62,0	38,2
Среднеранние												
Брянский деликатес	1,27	0,54	0,81	0,49	23,0	11,0	11,0	18,4	55,3	55,0	74,0	32,2
Евразия	1,19	0,50	0,94	0,59	20,5	14,7	17,0	14,1	57,8	78,0	55,0	42,7
Ильинский	1,95	0,33	0,97	0,55	21,5	12,2	16,0	21,4	90,6	75,0	60,0	31,5
Кортни	1,69	0,36	1,05	0,72	8,5	10,4	14,0	11,1	198,5	69,0	75,0	65,6
Красавчик	1,07	0,42	0,52	0,44	12,0	13,3	11,0	16,0	88,8	74,0	47,0	42,1
Самба	1,46	0,49	1,08	0,82	12,0	8,4	11,0	13,0	121,2	72,0	98,0	79,1
Сударыня	1,59	0,43	0,67	0,36	20,0	12,3	16,0	12,3	75,3	74,0	42,0	29,3
06/08215	1,24	0,43	0,87	0,35	21,5	14,1	14,0	17,0	60,6	63,0	62,0	20,8
1604/16	1,33	–	0,57	0,45	14,0	–	12,0	15,2	95,3	–	47,0	30,4
3-43-6	1,21	0,42	0,93	0,48	17,5	9,0	13,0	12,0	69,1	68,0	71,0	50,5
Невский (стандарт)	1,64	0,57	0,69	0,57	15,0	14,3	10,0	12,0	109,4	78,0	69,0	47,8
Гала (сорт сравнения)	1,08	0,43	0,62	0,60	22,5	16,0	14,0	17,5	48,1	42,0	44,0	37,1
Среднеспелые												
Великан	1,32	0,45	0,93	0,58	9,5	9,2	10,0	16,6	138,8	59,0	93,0	50,4
Гусар	1,61	0,47	0,57	–	18,0	11,0	13,0	–	89,1	68,0	43,0	–
Колобок	1,47	0,59	0,85	0,52	23,5	10,1	13,0	15,0	62,5	77,0	65,0	47,8
Накра	1,43	0,55	0,6	0,51	13,5	11,2	12,0	15,3	105,7	75,0	50,0	33,6
Фаворит	1,31	0,45	0,55	0,41	8,5	12,3	9,0	13,3	153,5	79,0	61,0	31,2
Фрителла	1,49	0,60	0,92	0,62	17,0	14,8	11,0	17,0	87,5	85,0	84,0	44,2
Вымпел (стандарт)	1,21	0,53	0,76	0,66	7,5	14,7	11,0	19,9	161,3	55,0	69,0	40,1
Среднепоздние												
Никулинский	1,13	0,60	1,06	0,46	8,0	10,3	12,0	18,0	141,2	76,0	88,0	29,7
Танго	0,99	0,31	0,47	0,41	11,5	7,6	10,0	10,2	86,4	76,0	47,0	40,2
Голубизна (стандарт)	1,33	0,59	0,63	0,50	5,5	8,9	11,0	13,6	241,2	60	57,0	37,3
$\bar{X}$	1,30	0,51	0,78	0,52	14,1	11,3	11,7	14,5	109,0	73,0	68,0	43,0
Min	0,20	0,31	0,47	0,34	5,0	7,6	6,0	9,1	10,0	42,0	42,0	21
Max	1,95	0,79	1,08	0,82	23,5	16,0	17,0	21,4	274,0	94,0	114,0	79,0
Cv, %	25,20	21,98	23,16	20,57	38,8	20,9	21,3	21,4	51,0	14,0	28,0	29,0
$НСР_{0,95}$	0,85	0,34	0,49	0,39	13,8	8,3	5,9	11,3	151,0	42,0	50,0	39,0
$НСР_{0,95}$ для частных средних	0,33				59,0				7,2			

ковые делянки (борозды) по 10 растений в рядке, повторность четырехкратная, площадь питания 0,75 × 0,30 м. Посадку проводили при оптимальных почвенно-климатических условиях. Спустя 10...14 дн. осуществляли формирование гребней [10, 11]. Для создания условий, приближенных к производственным, применяли защитные обработки от сорняков и грибных болезней в соответствии со схемой, принятой в регионе, в связи с чем развития грибных болезней не наблюдали или оно было незначительным [12, 13, 14]. Уборку осуществляли вручную в разные сроки по группам спелости. Убранные клубни закладывали в картофелехранилище для проведения анализа урожая.

После уборки осуществляли учёт количества и массы клубней, а также анализ содержания крахмала [15]. Продуктивность, количество клубней с одного растения, среднюю массу клубня и товарность рассчитывали согласно методическим указаниям [7]. Показатель выхода массы крахмала, синтезированного одним растением, рассчитывали путём произведения продуктивности образца на относительное содержание крахмала в клубнях. Статистическую обработку данных проводили по Г. Ф. Лакину [16]. Дисперсионный анализ, расчёт среднего значения ($\bar{X}$), размаха вариации (min…max) и коэффициента вариации (C*v*) – с помощью программного пакета Excel 2007.

Дисперсионный анализ данных, полученных в четырёх точках эколого-географического испытания сортов, показал значительное влияние погодных условий 2016 г. на формирование продуктивности растений картофеля (p = 0,013). Наиболее высокий уровень продуктивности изученных образцов выявлен на опытном участке СибНИИРС (табл. 1). Максимальные его величины в этой точке учёта и в целом по опыту отмечены у сортов Ильинский (1,95 кг/куст), Кортни (1,69 кг/куст), Удача (1,66 кг/куст) и Гусар (1,61 кг/куст). В условиях чередования периодов избытка и недостатка атмосферных осадков во ВНИИКХ по продуктивности выделились сорта Самба (1,08 кг/куст), Кортни (1,05 кг/куст), Никулинский (1,06 кг/куст) и Удача (1,04 кг/куст). На опытном участке ВИР в условиях переувлажнения и негативного влияния сопутствующих болезней, максимальная продуктивность не превышала 0,79 кг/куст (сорта Метеор и Чароит). На фоне высокой температуры, а также острой почвенной и атмосферной засухи в критические для развития растений картофеля периоды, на территории опытного поля ТатНИИСХ в 2016 г. максимальная продуктивность составила 0,82 кг/куст (сорт Самба).

На опытном участке ВИР максимальный урожай сформировали раннеспелые сорта, в условиях СибНИИРС, ВНИИКХ и ТатНИИСХ наиболее полно потенциал продуктивности реализовали среднеранние сорта. По средней продуктивности на всех четырёх опытных участках были выделены сорта: Самба ($\bar{X}$=0,96 кг/куст), Удача ($\bar{X}$=0,96 кг/куст), Ильинский ($\bar{X}$=0,95 кг/куст), Кортни ($\bar{X}$ =0,95 кг/куст), Фрителла ($\bar{X}$ =0,91 кг/куст), Чароит ($\bar{X}$ =0,89 кг/куст), Метеор ($\bar{X}$ =0,88 кг/куст). Сорта Самба, Ильинский, Кортни и Сударыня оказались наиболее чувствительными к переувлажнению. Сорта Чароит и Метеор были менее устойчивы к засухе, и вместе с тем, менее отзывчивыми на благоприятные гидротермические условия. Наибольшая вариабельность показателя продуктивности отмечена у сортов Ильинский (Cv=75,7 %) и Гусар (Cv=71,8 %), а также у зарубежного сорта Ред Скарлетт (Cv=81,5 %). Оптимальное сочетание стабильности при формировании высокого уровня продуктивности установлено у сортов Самба (Cv=37,0 %), Фрителла (Cv=40,0 %), Чароит (Cv=34,4 %) и Метеор (Cv=35,1 %).

Продуктивность картофеля складывается из двух составляющих: средняя масса клубня и количество клубней, сформированных одним растением. Показатель количества клубней, сформированных одним растением, оказался относительно стабильным и в большей степени зависел от генотипа. В целом по опыту оно изменялось от 5,0 до 23,5 шт./куст. Максимальное количество клубней в условиях СибНИИРС и в целом по опыту наблюдали у образцов Колобок (23,5 шт./куст), Брянский деликатес (23,0 шт./куст), Ильинский (21,5 шт./куст), 06/08215 (21,5 шт./куст), Евразия (20,5 шт./куст), 25/861 (20,0 шт./куст), Сударыня (20,0 шт./куст), а также у зарубежного сорта Гала (22,5 шт./куст). В условиях чередования периодов избытка и недостатка атмосферных осадков на опытном участке ВНИИКХ больше всех клубней формировали сорта Евразия (17,0 шт./куст), Ильинский (16,0 шт./куст), Сударыня (16,0 шт./куст), Чароит (16,0 шт./куст), Кортни (14,0 шт./куст), селекционные номера 06/08215 (14,0 шт./куст), а также зарубежный сорт Гала (14,0 шт./куст). В условиях переувлажнения и негативного влияния сопутствующих болезней в Ленинградской области по количеству клубней были выделены образцы Евразия (14,7 шт./куст), Вымпел (14,7 шт./куст), 21/8516 (14,6 шт./куст), Фрителла (14,8 шт./куст), 06/08215 (14,1 шт./куст), а также зарубежный сорт Гала (16,0 шт./куст). На опытном участке ТатНИИСХ наибольшее количество клубней, сформированных растениями картофеля на фоне высокой температуры и острой почвенной и атмосферной засухи, наблюдали у сортов Ильинский (21,5 шт./куст), Брянский деликатес (18,4 шт./куст), Вымпел (19,9 шт./куст), Брянский надёжный (18,4 шт./куст), Фрителла (17,0 шт./куст), а также у селекционных номеров 25/861 (20,0 шт./куст), 21/8516 (17,0 шт./куст) и 06/08215 (17,0 шт./куст).

Наибольшая средняя величина этого показателя во всех четырёх географических точках исследования отмечена у сортов Ильинский ($\bar{X}$ =17,8 шт./куст), Евразия ($\bar{X}$ =16,6 шт./куст), Брянский деликатес ($\bar{X}$ =15,9 шт./куст) у номеров 06/08215 ($\bar{X}$ =16,7 шт./куст), а также зарубежного сорта Гала ($\bar{X}$ =17,5 шт./куст). Наименьшей вариабельностью в зависимости от точки проведения испытаний отличались образцы Жуковский ранний (Cv=9,9 %), 1604/16 (Cv=11,8 %) и 21/8516 (Cv=12,0%), которые сформировали в среднем по опыту 10,5, 13,7 и 15,3 шт./куст соответственно. Оптимальное сочетание стабильности при формировании большого количества клубней во всех четырёх точках исследования наблюдали у сорта Евразия (Cv=17,6 %) и селекционных номеров 21/8516 (Cv=12,0 %), 1604/16 (Cv=11,8 %). Количество клубней сформированных одним растением у сорта-стандарта Невский в среднем составило 12,8 шт./куст (Cv =17,8 %). Среди зарубежных сортов сравнения оптимальное сочетание стабильности и формирования большого количества клубней отмечено у сорта Гала (Cv=20,7 %).

В рамках проведенного исследования показатель средней массы клубня варьировал в широких пределах от 10,0 до 274,0 г (Cv=37,7 %) и в основном зависел от погодных факторов и уровня агротехники. В наиболее благоприятных условиях опытного участка СибНИИРС по средней массе клубней были выделены сорта Метеор (274,0 г) и Голубизна (241,2 г). При этом величина его коэффициента вариации, которая от 1,5 до 3,5 раз превышала соответствующие величины на других участках. В условиях чрезмерного увлажнения в Ленинградской области наибольшая средняя масса клубней выявлена у сортов Чароит (94,0 г), Крепыш (88,0 г), Фрителла (85,0 г), селекционного номера 21/8516 (82,0 г), а также зарубежного сорта Ред Скарлетт (83,0 г). На опытном участке ВНИИКХ самая высокая средняя масса клубней отмечена у сортов Регги (114,0 г), Крепыш (109,0 г) и Удача (95,0 г). В условиях засухи (ТатНИИСХ) максимальные величины этого показателя наблюдали у сортов Самба (79,1 г), Кортни (65,6 г), Регги (60,1 г), Метеор (57,3 г), Крепыш (55,7 г) и Ломоносовский (54,5 г). Оптимальным сочетанием относительно высокой средней массы клубня и стабильностью величины этого показателя во всех четырёх географических точках характеризовался сорт Самба ($\bar{X}$ =92,6 г; C*v*=23,8 %). Средняя масса клубня у сорта-стандарта Невский в целом по опыту составила 76,1 г (Cv=33,6 %). Среди зарубежных сортов-сравнения наиболее стабильным по этому признаку оказался сорт Гала ($\bar{X}$ =42,8 г; Cv =10,7 %).

Величина относительного количества товарных клубней в опыте варьировала в диапазоне 18…99 % (табл. 2). Наибольшей средней товарностью в сочетании с максимальной стабильностью во всех четырех географических точках исследования отличались сорта: Крепыш ($\bar{X}$ =92,5 %; C*v*=4,8 %), Жуковский ранний ($\bar{X}$=89,5 %; C*v*=9,8 %), Фрителла ($\bar{X}$=87,1 %; C*v*=2,4 %), Чароит ($\bar{X}$=89,0 %; C*v*=12,0 %), Ломоносовский ($\bar{X}$=87,3 %; C*v*=9,5 %), Евразия ($\bar{X}$=87,5 %; C*v*=9,4 %), Колобок ($\bar{X}$ =87,0 %; C*v*=9,0 %), Удача ($\bar{X}$ =86,0 %; C*v*=6,2 %), Фаворит ($\bar{X}$=85,0 %; C*v*=5,1 %), Кортни ($\bar{X}$=85,0 %; C*v*=12,6 %), $\bar{X}$ =Самба (85,8 %; C*v*=15,5 %), а также перспективные селекционные номера: 21/8516 ($\bar{X}$ =85,9 %; C*v*=7,8 %), 3-43-6 ($\bar{X}$ =85,5 %; C*v*=10,4 %), 06/08215 ($\bar{X}$=85,5 %; C*v*=9,1 %). Товарность сорта-стандарта Невский в среднем по опыту составила 82,3 % (C*v*=18,6 %). Среди зарубежных сортов-стандартов по величине этого показателя выделился сорт Ред Скарлетт ($\bar{X}$= 83,5 %; C*v*=7,5 %).

Относительное содержание крахмала в клубнях картофеля определяет их питательную ценность, степень развариваемости при кулинарной обработке, а также рентабельность использования в качестве сырья в биотехнологической промышленности при производстве крахмала, этанола и других соединений [4]. Наиболее высокое содержание крахмала выявлено в образцах, выросших в наиболее благоприятных погодных условиях опытного участка СибНИИРС. Наименьшая величина этого показателя отмечена в клубнях, сформированных на опытном участке ТатНИИСХ при высокой температуре и острой засухе. Наименьшее содержание крахмала характерно для столовых сортов салатного типа. Согласно результатам наших исследований к их числу отнесены сорта Крепыш ($\bar{X}$=11,5 %; C*v*=15,1 %), Метеор ($\bar{X}$ =12,0 %; C*v*=18,0 %), селекционные номера 25/861 ($\bar{X}$ =11,3 %; C*v*=18,3 %), 21/8516 ($\bar{X}$=11,5 %; C*v*=16,7 %), а также сорта зарубежной селекции Импала ($\bar{X}$ =11,0 %; C*v*=10,5 %) и Ред Скарлетт ($\bar{X}$=11,5 %; C*v*=16,7 %). Наиболее высоким содержанием крахмала в клубнях во всех точках эколого-географического исследования характеризовались сорта Танго ($\bar{X}$ =20,0 %; C*v*=22,7 %), Накра ($\bar{X}$ =19,3 %; C*v*=18,7 %), Никулинский ($\bar{X}$ =18,0 %; C*v*=16,4 %), Голубизна ($\bar{X}$ =17,3 %; C*v*=20,3 %), Красавчик ($\bar{X}$ =16,5 %; C*v*=12,6 %) и селекционный номер 1604/16 ($\bar{X}$ =16,0 %; C*v*=22,5 %). Высокая стабильность признака, но меньшее среднее содержание крахмала отмечено у сортов Гусар ($\bar{X}$ =13,3 %; C*v*=4,3 %), Брянский деликатес ($\bar{X}$ =15,5 %; C*v*=8,3 %) и Ломоносовский ($\bar{X}$=15,0 %; C*v*=9,4 %).

Анализ полученных данных из всех географических точек исследования, проведенный с помощью расчета среднего значения массы крахмала синтезированного одним растением, показал, что для промышленной переработки на крахмал и этанол перспективными могут быть сорта Накра ($\bar{X}$ =153 г/растение),

2. Товарность и содержание крахмала у образцов картофеля в эколого-географическом испытании, 2016 г.

Наименование	Товарность, %				Крахмал, %				Выход крахмала, г/растение			
	СибНИИРС	ВИР	ВНИИКХ	ТатНИИСХ	СибНИИРС	ВИР	ВНИИКХ	ТатНИИСХ	СибНИИРС	ВИР	ВНИИКХ	ТатНИИСХ
Раннеспелые												
Крепыш	94	88	98	90	13	12	12	9	171	69	90	47
Ломоносовский	96	76	88	89	16	15	16	13	231	72	105	79
Метеор	92	68	90	89	14	12	13	9	192	94	106	45
Регги	18	79	98	93	20	15	14	11	137	75	95	62
Удача	92	79	86	87	15	15	14	10	241	93	142	55
Чароит	73	94	94	95	17	15	15	13	218	115	145	61
21/8516	87	76	89	91	13	13	11	9	193	75	79	47
25/861	90	74	84	58	10	13	13	9	20	70	70	32
Жуковский ранний (стандарт)	90	77	95	96	17	11	14	10	185	57	132	48
Импала (сорт сравнения)	90	68	81	84	12	12	10	10	93	52	63	54
Ред Скарлетт (сорт сравнения)	92	83	82	77	13	11	13	9	210	35	87	29
Среднеранние												
Брянский деликатес	58	59	86	78	17	16	15	14	216	88	123	69
Евразия	98	78	87	87	15	14	16	12	175	70	148	68
Ильинский	90	75	89	81	14	16	16	13	273	54	152	73
Кортни	92	69	90	89	16	15	16	11	270	55	164	82
Красавчик	90	74	81	78	19	16	17	14	203	69	88	64
Самба	84	68	99	92	15	15	14	11	219	73	147	90
Сударыня	92	74	79	66	17	14	14	13	270	62	96	105
06/08215	88	82	95	77	17	15	16	12	211	66	135	41
1604/16	97	–	69	82	19	–	17	12	253	–	95	55
3-43-6	88	73	94	87	14	16	14	11	169	67	128	54
Невский (стандарт)	86	60	88	95	14	13	12	8	222	77	79	46
Гала (сорт сравнения)	57	72	62	88	15	13	14	9	162	58	85	52
Среднеспелые												
Великан	53	55	88	87	17	14	12	9	226	63	112	51
Гусар	87	68	88	–	14	13	13	–	225	63	72	–
Колобок	96	77	88	87	20	13	14	9	294	79	116	47
Накра	85	75	75	79	21	22	20	14	300	121	118	70
Фаворит	89	79	87	85	18	13	13	11	232	60	73	46
Фрителла	89	85	89	86	16	20	15	12	238	118	135	73
Вымпел (стандарт)	81	42	82	69	18	13	16	10	218	71	125	68
Среднепоздние												
Никулинский	74	76	90	69	21	19	18	14	237	114	188	67
Танго	73	76	79	88	24	23	19	14	239	72	88	58
Голубизна (стандарт)	63	55	82	88	21	19	16	13	279	108	103	63
$\bar{X}$	83	73	86	84	16	15	14	11	213	75	112	58
Min	18	42	62	58	10	11	10	8	20	35	63	29
Max	98	94	99	96	24	23	20	14	300	121	188	105
C*v*, %	20	14	9	11	19	19	15	18	26	28	27	33
$НСР_{0,95}$ для частных средних	28				5				59			

Никулинский ($\bar{X}$=152 г/растение), Кортни ($\bar{X}$ =143 г/растение), Фрителла ($\bar{X}$ =143 г/растение), Голубизна ($\bar{X}$ =139 г/растение) и Ильинский ($\bar{X}$=138 г/растение). Кроме перечисленных сортов, в благоприятных погодных условиях опытного участка СибНИИРС по этому признаку были выделены сорта Колобок (294 г/растение) и Сударыня (294 г/растение), в Ленинградской области – Чароит (119 г/растение), во ВНИИКХ – Самба (151 г/растение). Для окончательного заключения о перспективах их использования в качестве сырья для промышленной переработки необходимо проведение дополнительных исследований.

В результате проведенного эксперимента установлено, что наиболее высоким потенциалом продуктивности обладают сорта Самба ($\bar{X}$=0,96 кг/куст), Удача ($\bar{X}$ =0,96 кг/куст), Ильинский ($\bar{X}$ =0,95 кг/куст), Кортни ($\bar{X}$ =0,95 кг/куст), Фрителла ($\bar{X}$ =0,91 кг/куст), Чароит ($\bar{X}$ =0,89 кг/куст), Метеор ($\bar{X}$=0,88 кг/куст) и Гусар ($\bar{X}$=0,88 кг/куст). Стабильно высокий уровень формирования большого количества клубней, сочетающийся с высоким потенциалом продуктивности выявлен у образцов Ильинский ($\bar{X}$=17,8 шт./куст), Фрителла ($\bar{X}$ =15,0 шт./куст), Гусар ($\bar{X}$ =14,0 шт./куст) и Удача ($\bar{X}$=14,0 шт./куст). К числу образцов, сочетающих высокую среднюю массу клубня с высоким уровнем продуктивности, отнесены: Метеор ($\bar{X}$ =120,6 г), Кортни ($\bar{X}$ =102,0 г) и Самба ($\bar{X}$ =92,6 г). Стабильно высоким показателем товарности характеризовались сорта Крепыш ($\bar{X}$ =92,5%), Жуковский ранний ($\bar{X}$ =89,5%), Чароит ($\bar{X}$=89,0%), Фрителла ($\bar{X}$=87,1%), Ломоносовский ($\bar{X}$=87,3%), Евразия ($\bar{X}$=87,5%) и Колобок ($\bar{X}$=87,0%). Наиболее высокое содержание крахмала в клубнях отмечено у сортов Танго ($\bar{X}$ =20,0%), Накра ($\bar{X}$ =19,3%), Никулинский ($\bar{X}$ =18,0%) и Голубизна ($\bar{X}$=17,3%).

Литература.

1. Корзун О. С., Бруйло А. С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: пособие. Гродно: ГГАУ, 2011. 140 с.

2. Мониторинг современного состояния производства картофеля в России (справочник) / Б. В. Анисимов, В. В. Тульчеев, Н. А. Янюшкина и др. М.: ФГБНУ ВНИИКХ, 2017. 35 с.

3. Актуальные проблемы и приоритетные направления развития картофелеводства / А.В. Коршунов, Е.А. Симаков, Ю.Н. Лысенко и др. // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 3. С. 12–20.

4. Журавлева Е.В., Кабунин А.А., Кабунина И.В. Аспекты организации селекции и семеноводства картофеля в России – проблемы и возможные пути их решения // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 10. С. 5–10.

5. Хавкин Э.Е., Рогозина Е.В., Кузнецова М.А. Создание уникальных селекционных доноров на основе межвидовых гибридов картофеля путем пирамидирования генов устойчивости к фитофторозу под контролем ДНК-маркеров // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 7. С. 21–25.

6. Кильчевский А. В. Основные направления экологической селекции растений // Селекция и семеноводство. 1993. № 3. С. 5–10.

7. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / С. А. Банадысев, А. М. Старовойтов, И. И. Колядко и др. Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2003. 70 с.

8. Алабушев А. В., Гуреева А. В., Раева С. А. Состояние и перспективы развития семеноводства зерновых культур в России // Зерновое хозяйство России. 2010. № 6 (12). С. 13–16.

9. Шайтанов О. Л., Тагиров М. Ш. Основные тенденции изменения климата Татарстана в XXI веке (справочник). Казань: Фолиант, 2018. 64 с.

10. Картофель: возделывание, уборка, хранение / Под ред. Д. Шпаара. Торжок: ООО «Вариант», 2004. 466 с.

11. Эффективность приемов сортовой агротехники на новых ранних сортах картофеля российской селекции / А. В. Коршунов, А. В. Митюшкин, А. С. Дорогов и др. // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 10. С. 26–28.

12. Изучение и поддержание образцов мировой коллекции картофеля: методические указания ВИР / К. З. Будин, А.Я. Камераз, Н. Ф. Бавыко и др. Л.: ВИР, 1986. 23 с.

13. Методика исследования по культуре картофеля / под ред. Н. С. Бацанова. М.: НИИКХ, 1967. 262 с.

14. Методические указания по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля / С. Д. Киру, Л. И. Костина, Э. В. Трускинов и др. Санкт-Петербург: ГНУ ГНЦ ВИР РФ, 2010. 27 с.

15. ГОСТ 26176-91 Межгосударственный стандарт: Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов. М.: Изд-во стандартов. 1992 г. 17 с.

16. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 350 с.

First Results of Ecological and Geographical Testing of New Russian Potato Varieties

Z. Stashevski[1], O. A. Kuzminova[1], S. G. Vologin[1], A. T. Gizatullina[1], Ye. A. Gimayeva[1], G. F. Safiullina[1], S. D. Kiru[2], A. E. Shabanov[3], A. D. Safonova[4], N. I. Polukhin[4], Ye. V. Zhuravleva[5]

[1]Tatarian Agricultural Research Institute – autonomous structural subdivision of the Federal Research Center of the Kazan Scientific Center of the RAS, ul. Orenburgskii trakt, 48, Kazan', 420059, Russian Federation

[2]N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Growing, ul. Bol'shaya Morskaya, 42-44, Sankt-Peterburg, 190000, Russian Federation

[3]A. G. Lorkh All-Russian Research Institute of Potato Farming, ul. Lorkha, 23, pos. Kraskovo, Lyuberetskii r-n, Moskovskaya obl., 140051, Russian Federation

[4] Siberian Research Institute of Plant Growing and Breeding – the branch of the "Federal Research Center the Institution of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences", ul. S-100, zd. 21, a/ya 375, pos. Krasnoobsk, Novosibirskii r-n, Novosibirskaya obl., 630501, Russian Federation

[5] Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, ul. Tverskaya, 11 str. 1, Moskva, 125993, Russian Federation

Abstract. *The results of an examination of 24 Russian varieties and 5 promising breeding samples of potato, carried out in four geographical points, characterized by different agro-climatic conditions (Moscow region, Middle Volga region, Western Siberia and North-West region), are presented. The purpose of the research was to identify promising potato varieties, developed in Russia, for cultivation in various agro-climatic zones of the country. At all test points the weather conditions of the growing season of 2016 were very different from other years, and, according to the variance analysis, it had a statistically significant effect (p = 0.013) on the formation of productivity and its components, as well as on the starch content in tubers. As a result of the study, varieties with high and stable productivity potential were identified: Samba (0.96 kg/plant), Udacha (0.96 kg/plant), Iliinsky (0.95 kg/plant), Kortni (0.95 kg/plant), Fritella (0.91 kg/plant), Charoit (0.89 kg/plant), Meteor (0.88 kg/plant), and Gusar (0.88 kg/plant). Iliinsky, Fritella, Gusar, and Udacha consistently formed a large number of tubers (17.8, 15.0, 14.0, and 14.0 tubers/plant, respectively) and had a high productivity potential. Varieties that combine a high average tuber weight with a high level of productivity are Meteor (120.6 g), Kortni (102.0 g) and Samba (92.6 g). The steadily high marketability indicator is characteristic for Krepysh (92.5%), Zhukovsky Ranny (89.5%), Charoit (89.0%), Fritella (87.1%), Lomonosovsky (87.3%), Eurasia (87.5%) and Kolobok (87.0%) varieties. The highest starch content was in Tango (20.0%), Nakra (19.3%), Nikulinsky (18.0%) and Golubizna (17.3%) varieties.*

Keywords: *potato; variety; productivity; yield components; stability; starch.*

Author Details: *Z. Stashevski, Cand. Sc. (Biol.) leading research fellow; O. A. Kuzminova, junior research fellow (e-mail: kuzminovaoa.ok@gmail.com); S. G. Vologin, Cand. Sc. (Biol.), leading research fellow; A. T. Gizatullina, research fellow; E. A. Gimaeva, senior research fellow; G.F. Safiullina, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow; S. D. Kiru, D. Sc. (Biol.), head of division; A.E. Shabanov, Cand. Sc. (Agr.), head of division; A. D. Safonova, senior research fellow; N. I. Polukhin, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow; E. V. Zhuravleva, D. Sc. (Agr.), assistant secretary.*

For citation: *Z. Stashevski, O. A. Kuzminova, S. G. Vologin, A. T. Gizatullina, Ye. A. Gimayeva, G. F. Safiullina, S. D. Kiru, A. E. Shabanov, A. D. Safonova, N. I. Polukhin, Ye. V. Zhuravleva. First Results of Ecological and Geographical Testing of New Russian Potato Varieties. Zemledelije. 2019. No. 6. Pp. 43–48 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10610.*

Sk Сколково

ООО Научно-технический центр “РобоПРОБ”

Sk Biomed

RoboPROB

Программно-аппаратный комплекс "Roboprob".
Разработка и продажа автоматических почвенных пробоотборников.

Услуги:

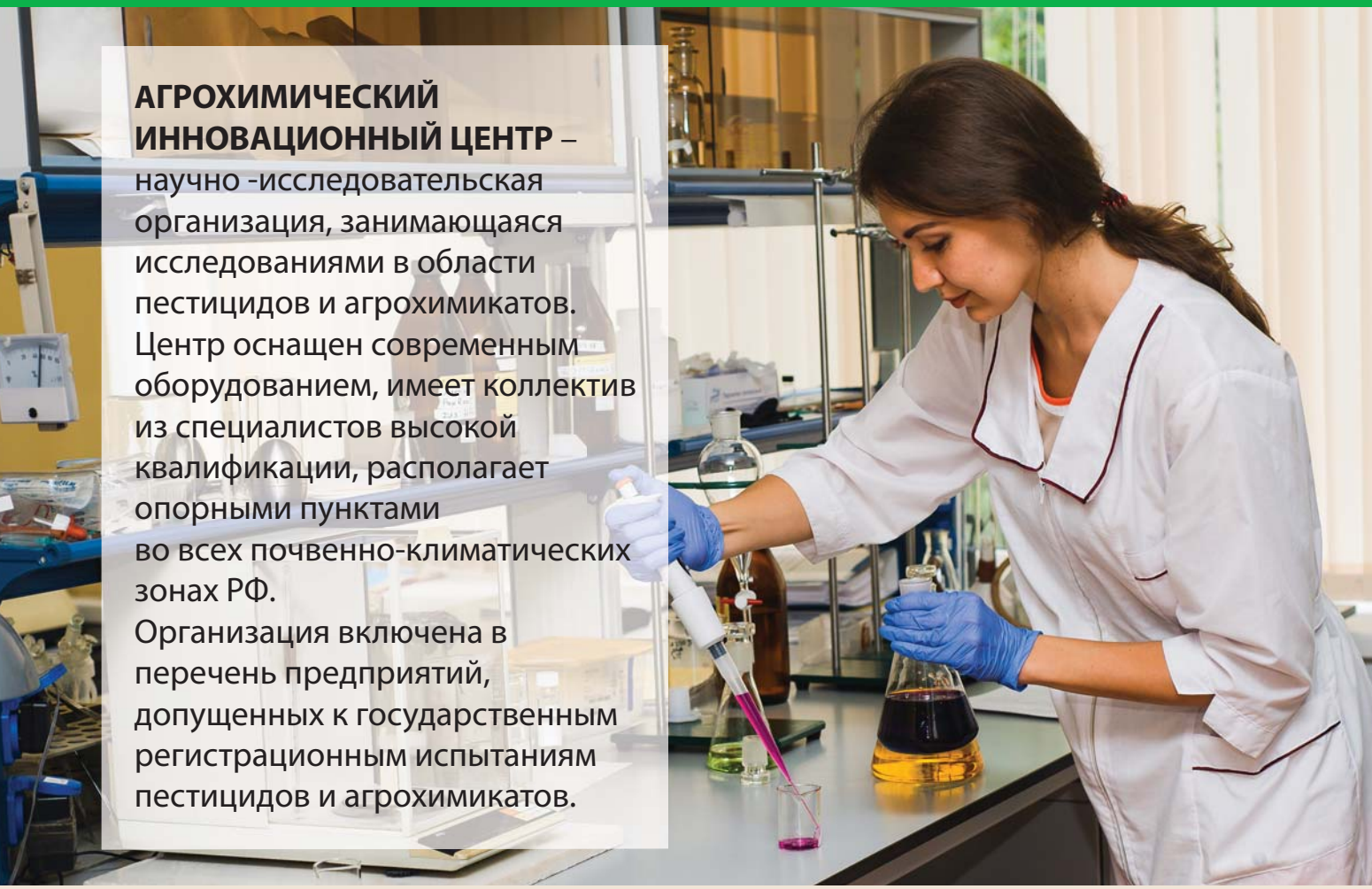
- **Роботизированное агрохимическое и агрофизическое обследование**
- **Картографирование территорий с БПЛА**
- **Расчет доз удобрений для их дозированного внесения**

E-mail - info@roboprob.com

Веб-сайт - www.roboprob.com

М. тел - +7 (903)-667-47-34
+7 (925)-826-86-96

АГРОХИМИЧЕСКИЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР
РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ И ПРОИЗВОДСТВА



АГРОХИМИЧЕСКИЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР – научно -исследовательская организация, занимающаяся исследованиями в области пестицидов и агрохимикатов. Центр оснащен современным оборудованием, имеет коллектив из специалистов высокой квалификации, располагает опорными пунктами во всех почвенно-климатических зонах РФ. Организация включена в перечень предприятий, допущенных к государственным регистрационным испытаниям пестицидов и агрохимикатов.

АИЦ
АГРОХИМИЧЕСКИЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР

НАШИ ВОЗМОЖНОСТИ

- ☑ **РАЗРАБОТКА РАБОЧИХ ПРОГРАММ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ ПО ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ И АГРОХИМИКАТОВ.**
- ☑ **ПОДГОТОВКА ЭКСПЕРТНЫХ ЗАКЛЮЧЕНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ.**
- ☑ **АНАЛИЗ ПРЕПАРАТИВНЫХ ФОРМ.**
- ☑ **ПРОВЕДЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ПЕСТИЦИДОВ И АГРОХИМИКАТОВ.**
- ☑ **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ПЕСТИЦИДОВ В РАСТЕНИЯХ И УРОЖАЕ.**
- ☑ **ВЫПУСК СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ ПЕСТИЦИДОВ.**

ISSN 0044-3913. Земледелие. 2019. № 6.1 - 48. Индекс 70329.

+7 (495) 610–71–45 МОСКВА, КОСТЯКОВА 12 INFO@ANO-AIC.RU