3.2021

ISSN 0044-3913

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

avgust
crop protection

С нами расти легче

ОПЕРЕЖАЙТЕ

В ЭФФЕКТИВНОСТИ
ВМЕСТЕ С «АВГУСТОМ»

Надежный и простой в применении
трехкомпонентный послевсходовый
гербицид на кукурузу

expectrum
инновационные
продукты

Крейцер®

никосульфурон, 650 г/кг
+ тифенсульфурон-метил, 60 г/кг
+ флорасулам, 40 г/кг

avgust.com

Центр Программ Систем
ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ

«AG-DATA INTEGRATOR»

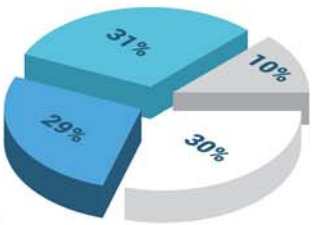
ИНТЕГРАЦИЯ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ДАННЫХ БОРТОВЫХ СИСТЕМ JOHN DEERE И ПРОГРАММ 1С

УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

- Актуализация контуров полей для работы техники
- Предписания по дифференцированному внесению
- Оперативная информация о проведенных работах
- Карты выполненных работ для контроля качества
- Внешние сервисы (погода, NDVI и др.)
- Аэро- и космоснимки
- Совместный мониторинг техники Jonh Deere и техники других производителей
- План-фактный анализ полевых работ

ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ В 1С

- Расход семян, удобрений, СЗР
- Расход нефтепродуктов
- Учет убранного урожая
- Учетные и путевые листы



Графические карты работ в разрезе параметров

Операция	Параметры
обработка почвы	• глубина обработки • скорость обработки
посев	• плановая норма • фактическая норма • скорость высева
внесение	• плановая норма • фактическая норма • скорость внесения
уборка урожая	• урожайность • зоны урожайности • влажность культуры • скорость уборки

+7 (4722) 240-426, +7 (499) 348-13-18 доб. 407 www.1cps.ru

3.2021 АПРЕЛЬ

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

В. И. Фаизова, С. В. Цховребов, В. Я. Лысенко, Д. В. Калугин. Влияние полифункциональных биопрепаратов на микробиоту чернозёма обыкновенного в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья 4

V. I. Faizova, S. V. Tskhovrebov, V. Ya. Lysenko, D. V. Kalugin. Influence of multifunctional biological products on the microbiota of ordinary chernozem in the zone of unstable humidification of the Central Fore-Caucasus

ПОЛЕВОДСТВО И ЛУГОВОДСТВО FIELD CROPS

А. Н. Есаулко, Е. В. Письменная, М. Ю. Азарова. Влияние пигментной системы растений различных сортов на продуктивность озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till 10

A. N. Esaulko, E. V. Pis'mennaya, M. Yu. Azarova. Influence of the pigment system of plants of various winter wheat varieties on their productivity when cultivated using no-till technology

В. С. Цховребов, А. Б. Тетенищев, В. И. Фаизова, В. Я. Лысенко, А. А. Новиков. Эффективность применения технологии No-till на чернозёмах обыкновенных Ставропольского края 15

V. S. Tshovrebov, A. B. Tetenishev, V. I. Faizova, V. Ya. Lysenko, A. A. Novikov. Efficiency of no-till technology in ordinary chernozems of the Stavropol Territory

А. Н. Есаулко, Д. А. Мельников, А. Ю. Ожередова, Е. В. Голосной. Оптимизация азотного питания озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till на темно-каштановых почвах 19

A. N. Esaulko, D.A. Melnikov, A. Yu. Ozheredova, E. V. Golosnoi. Optimization of nitrogen nutrition of winter wheat cultivated using no-till technology on dark chestnut soils

Е. Б. Дрёпа, Р. Н. Пшеничный, М. В. Пономаренко, Л. В. Трубачева, Л. Н. Петрова. Роль стимулятора роста и микроудобрений в формировании продуктивности озимой пшеницы в засушливых условиях 23

E. B. Drepa, R. N. Pshenichnyi, M. V. Ponomarenko, L. V. Trubacheva, L. N. Petrova. Role of growth stimulators and microfertilizers in the formation of productivity of winter wheat under drought conditions

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:
Л. В. Будажапов, член-корреспондент РАН, доктор биологических наук
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. 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
В. А. Романенков, доктор биологических 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, Моспочтамт, 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 12.04.21
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”. 2021.

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

Г. М. Брескина, Н. А. Чуян, Т. И. Панкова. Действие биопрепаратов на рост и развитие сельскохозяйственных культур 27

G. M. Breskina, N. A. Chuyan, T. I. Pankova. Effect of biological preparations on the growth and development of crops

Н. Н. Вошедский, В. А. Кулыгин. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность нута в условиях обыкновенных черноземов приазовской зоны Ростовской области 31

N. N. Voshedsky, V. A. Kulygin. Influence of elements of cultivation technology on chickpea yield under conditions of ordinary chernozems of the Azov zone in the Rostov region

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ **PLANT PROTECTION**

Н. Н. Глазунова, Ю. А. Безгина, А. Н. Шипуля, Е. В. Волосова, Е. В. Пашкова. Роль погодных условий в регуляции численности популяций пьявицы красногрудой (*Oulema melanopus* L.) в агробиоценозе озимой пшеницы 36

N. N. Glazunova, Yu. A. Bezgina, A. N. Shipulya, E. V. Volosova, E. V. Pashkova. Role of weather conditions in the regulation of the population of cereal leaf beetle (*Oulema melanopus* L.) in agrobiocenosis of winter wheat

А. П. Шутко, Л. В. Тутуржанс, Л. А. Михно, Е. Г. Шек. Биологизированная защита озимой пшеницы от листовых пятнистостей 39

A. P. Shutko, L. V. Tuturzhans, L. A. Mikhno, E. G. Shek. Biologized protection of winter wheat against leaf spots

О. Г. Шабалдас, К. И. Пимонов, А. Н. Есаулко, О. И. Власова, Л. В. Трубачева. Особенности возделывания сои в зависимости от видового разнообразия сорной растительности на орошении в условиях степной зоны Центрального Предкавказья 45

O. G. Shabaldas, K. I. Pimonov, A. N. Esaulko, O. I. Vlasova, L. V.Trubacheva. Features of soybean cultivation, depending on the species diversity of weed vegetation under irrigation under conditions of the steppe zone of the Central Fore-Caucasus

Уважаемые читатели!

В 2021 г. наш журнал будет, как и прежде, выходить 8 раз в год, в первый и второй месяцы каждого квартала. Наш подписной индекс в каталоге Урал-Пресс 70329, в каталоге Почта России – ПП852. Возможна подписка через редакцию как на бумажную, так и электронную версию журнала.

Напоминаем авторам, что формирование планов и подготовка номеров начинается заблаговременно. Редакция заключает договоры с научными организациями и учебными учреждениями на издательские услуги по публикации статей. Заявки принимаются по электронной почте jurzemledelie@yandex.ru

Факультеты вчера, сегодня, завтра…

Ставропольский государственный аграрный университет создан в 1930 г. на базе факультета овцеводства Московского зоотехнического института, который в 1932 г. перевели в г. Ставрополь. В 1944 г. вуз переименовали в Ставропольский сельскохозяйственный институт, в 1994 г. он получил статус сельскохозяйственной академии, а в 2001 г. учреждению присвоили аккредитационный статус – Ставропольский государственный аграрный университет.

На сегодняшний день в Ставропольском ГАУ работают 980 человек, в том числе 401 человек профессорско-преподавательского состава, среди которых ученую степень имеют 92,8 %, в том числе доктора наук – 22,4 %.

В университете реализуются 3 программы специалитета, 44 направления подготовки бакалавриата, 36 направлений подготовки магистратуры, 22 специальности среднего профессионального образования, 22 программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре. На 9 факультетах обучаются 6971 студентов по очной, очно-заочной и заочной формам.

В вузе ведется успешная научно-исследовательская работа в сфере приоритетных направлений развития науки и технологий в области земледелия, растениеводства, животноводства, ветеринарной медицины, энергообеспечения, механизации, переработки сельскохозяйственной продукции, экономики и финансового обеспечения аграрного сектора экономики.

Сегодня в учреждении развиваются 31 научная школа и направление, разработки исследователей Ставропольского ГАУ охватывают 11 отраслей наук. В 2020–2021 гг. представители вуза были удостоены Гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых – 4 человека; стали победителями программы «У.М.Н.И.К.» Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере – 5 человек.

В 2020 г. в рейтинге «ТОП 100 лучших вузов России» (МИА RAEX («Эксперт РА») университет занял 60 место, а в «Национальном рейтинге университетов» (МИГ «Интерфакс») – 68 место.

Ведущие факультеты вуза – факультеты агробиологии и земельных ресурсов и экологии и ландшафтной архитектуры.

Факультет агробиологии и земельных ресурсов был образован в 1941 г. на базе зоотехнического факультета. Агрономический факультет существовал до 2014 г., в котором, в связи с требованиями новых государственных образовательных стандартов, его переименовали в факультет агробиологии и земельных ресурсов. На факультете работают 64 научно-педагогических работника, из которых 2 академика РАН, 16 профессоров, докторов наук, 39 кандидатов наук, доцентов. Остепененность профессорско-преподавательского состава – 86 %.

Факультет экологии и ландшафтной архитектуры ведет свою историю с 1964 г., когда был образован факультет защиты растений. В его состав вошли кафедра химии, организованная еще в 1930 г., и кафедра ботаники, открытая в 1948 г. На сегодняшний день численность научно-педагогических работников на факультете составляет 25 человек, из них 3 доктора наук, профессора и 18 кандидатов наук. Остепененность профессорско-преподавательского состава – 84 %.

Оба факультета сейчас возглавляет доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, заслуженный работник сельского хозяйства РФ Александр Николаевич Есаулко.

За период с 2015 по 2020 гг. сотрудниками факультетов издано 79 монографий, опубликовано 366 работ в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, 261 статья в изданиях, включенных в международные базы цитирования Scopus и Web of Science и более 3500 статей в других изданиях. Зарегистрировано 73 патента и авторских свидетельств, защищено 4 докторских и 15 кандидатских диссертаций. За период с 2010 г. было коммерциализованно научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ на сумму более 100 млн руб., что стало возможным благодаря наличию квалифицированных кадров, их высокому научному потенциалу и самой современной материально-технической базы.

Успешно продолжают разработку актуальных вопросов агрономической науки и практики академики РАН Л.Н. Петрова, В.Г. Сычев; профессора А.Н. Есаулко, В.В. Агеев, В.К. Дридигер, Г.Р. Дорожко, М.П. Жукова, А.И. Подколзин, В.С. Цховребов, В.И. Фаизова, О.И. Власова, А.П. Шутко, Е.В. Письменная, Н.Н. Глазунова, доценты Е.В. Голосной, А.В. Лошаков, В.А. Стукало.

Научно-исследовательская работа на факультетах проводится в соответствии с утвержденным планом НИР подготовки научно-педагогических кадров и использования научных разработок в производстве в рамках 4 научных школ: «Теоретические и технологические основы биогеохимических потоков веществ в агроландшафтах» (Есаулко А.Н. доктор сельскохозяйственных наук, профессор), «Современные системы земледелия на ландшафтной основе» (Власова О.И. доктор сельскохозяйственных наук, профессор), «Генезис и эволюция почв» (Цховребов В.С. доктор сельскохозяйственных наук, профессор), «Фитосанитарный мониторинг и системы рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений» (Шутко А.П. доктор сельскохозяйственных наук, профессор) и 9 направлений: «Совершенствование технологии выращивания плодовых, овощных, ягодных культур и винограда» (Романенко Е.С. к.с.-х. наук, доцент), «Селекция, семеноводство и технологии возделывания полевых культур им. Ф.И. Бобрышева» (Донец И.А. кандидат сельскохозяйственных наук, доцент), «Землеустройство, кадастр и мониторинг земель» (Лошаков А.В. кандидат сельскохозяйственных наук, доцент), «Мелиорация и природообустройство» (Трубачева Л.В. кандидат сельскохозяйственных наук, доцент), «Совершенствование существующих и разработка новых технологий производства напитков с заданными свойствами» (Миронова Е.А. кандидат технических наук, доцент), «Экологический мониторинг природных и антропогенно-нарушенных экосистем» (Окрут С.В., кандидат биологических наук, доцент), «Экологическая реконструкция техногенных ландшафтов средствами ландшафтной архитектуры» (Стукало В.А. кандидат сельскохозяйственных наук, доцент), «Сельскохозяйственная биотехнология в растениеводстве и защите растений» (Мазницына Л.В. кандидат биологических наук, доцент), «Химия перспективных и композиционных материалов и технологий» (Шипуля А.Н. кандидат химических наук, доцент).

Ученые факультетов ведут тесное сотрудничество с такими профильными НИИ и аграрными вузами, как ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова», АОС-филиал ФГБНУ ВНИИМК, Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Всероссийский институт растениеводства, ФГБНУ «Почвенный институт имени В.В. Докучаева», ФГБНУ Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко, ФГУ Государственный центр агрохимической службы «Ставропольский», ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»; ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (МГУ), ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, ФГБОУ ВО Донской ГАУ, ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ имени Н.И. Вавилова и др. Совместные исследования и результаты взаимодействия со стратегическими партнерами широко представляются на международных конференциях, проводимых факультетами.

Образовательная деятельность на факультетах осуществляется по пяти направлениям бакалавриата: Агрономия, Землеустройство и кадастры, Продукты питания из растительного сырья, Экология и природопользование и Ландшафтная архитектура. Также реализуется десять магистерских программ: «Ресурсосберегающие технологии в адаптивно-ландшафтном земледелии», «Экологически безопасные технологии защиты растений» «Агрохимические основы управления питанием растений и плодородием почвы», «Селекции и семеноводство сельскохозяйственных культур» (по направлению Агрономия); «Территориальное планирование и землеустройство», «Кадастр и мониторинг земель для устойчивого развития территории» (по направлению Землеустройство и кадастры); «Технология алкогольных, слабоалкогольных и безалкогольных напитков» (по направлению Продукты питания из растительного сырья); «Агроэкологический мониторинг», «Инновационные технологии в сфере ресурсосбережения и экологического контроля» (по направлению Экология и природопользование); «Современный ландшафтный дизайн урбанизированной среды» (по направлению Ландшафтная архитектура).

В напряженном интеллектуальном труде сотрудниками факультетов десятилетиями складывалась стройная и разветвленная система широкой панорамы исследований в области развития аграрного образования. Осуществляемые в последние годы на факультетах институциональные и инновационные преобразования дали импульс развернутым и углубленным исследованиям научных школ, поддержанных новаторскими изысканиями маститых и молодых ученых, подготовкой и защитой докторских и кандидатских диссертаций, направленных на поступательное развитие агропромышленного комплекса Ставропольского края.

И.В. Атанов, А.Н. Есаулко, Е.Б. Дрёпа, Т.С. Айсанов, Е.А. Миронова

doi: 10.24411/0044-3913-2021-10301
УДК 632.937:631.461:631.445.4

Влияние полифункциональных биопрепаратов на микробиоту чернозёма обыкновенного в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья

В. И. ФАИЗОВА, доктор сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: verafaizova@gmail.com)
С. В. ЦХОВРЕБОВ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
В. Я. ЛЫСЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Д. В. КАЛУГИН, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Ставропольский государственный аграрный университет, пер. Зоотехнический, 12, Ставрополь, 355017, Российская федерация

Исследования проводили с целью определения влияния полифункциональных биопрепаратов на численность микроорганизмов различных физиологических групп в черноземе обыкновенном при выращивании кукурузы на зерно в зоне неустойчивого увлажнения. Работу выполняли в 2018–2020 гг. в Ставропольском крае в опыте, заложенном по следующей схеме: без обработки (контроль), использование микробиологических препаратов КБП-стандарт, КБП-инновационный, ПКМ, КМП-92. Изучаемые препараты применяли путем инокуляции семян кукурузы перед посевом, а также обработки вегетирующих растений в фазы 3...4-х листьев и цветения 1 %-ными растворами. Численность почвенных микроорганизмов и содержание элементов питания определяли в фазы 10...11 листев, цветения и восковой спелости кукурузы. Обработка КБП-С, КБП-И, ПКМ и КПМ-92 привела к тому, что в фазе 10...11 листьев количество аэробных азотфиксаторов возросло, по сравнению с контролем, в 2,4, 2,0, 1,3 и 1,9 раза соответственно. В фазе цветения выявленное соотношение численности микроорганизмов между вариантами опыта сохранилось, в фазе восковой спелости применение биопрепаратов не обеспечивало достоверного увеличения численности Azotobacter chroococcum. Количество аммонификаторов в фазе 10...11 листьев в опытных вариантах находилось в пределах от 157 до 176 млн КОЕ/г почвы, что превышало контроль в 1,9...2,1 раза. В фазе цветения сохранилась аналогичная закономерность. В фазе восковой спелости количество аммонификаторов снижалось до 36...51 млн КОЕ/г почвы во всех вариантах при недостоверных различиях между ними. Аналогичные изменения прослеживаются в количестве нитрификаторов и целлюлозолитиков. Минимальная в опыте численность микромицетов отмечена в фазе 10...11 листьев, к фазе цветения она возрастала в 4,7...4,9 раза, а к фазе восковой спелости снижалась до 153...249 тыс. КОЕ/г почвы. Наибольшую в опыте величину этого показателя во все фазы развития отмечали при использовании препарата ПКМ.

Ключевые слова: *микробные полифункциональные препараты, кукуруза на зерно, черноземы обыкновенные, азотфиксаторы, аммонификаторы, нитрификаторы, целлюлозолитики, микромицеты.*

Для цитирования: *Влияние полифункциональных биопрепаратов на микробиоту чернозёма обыкновенного в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья / В. И. Фаизова, С. В. Цховребов, В. Я. Лысенко и др. // Земледелие. 2021. № 3. С. 4–7. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10301.*

В последние годы в связи со снижением разнообразия почвенных микроорганизмов, избыточной химической нагрузкой на агроценозы, упрощением севооборотов, масштабным распространением новых технологий обработки почвы существенно расширяется круг задач, решаемых с использованием современных комплексных полиштаммных биопрепаратов. Наряду с однокомпонентными препаратами, все чаще используют биопрепараты, которые имеют в своем составе несколько видов бактерий, благодаря чему обладают удобрительными, биопротекторными, защитными, ростостимулирующими и другими свойствами [1]. Это важный элемент современных экологически безопасных технологий выращивания высококачественной продукции, применение которого не приводит к ухудшению окружающей среды, положительно влияет на людей и животных, а также экономит материальные ресурсы сельскохозяйственных производителей [2]. По мнению некоторых авторов, в течение длительного периода времени микробные препараты не оказывали значительного влияния на повышение эффективности сельскохозяйственного производства, так как для достижения ожидаемых результатов потребителю необходимо четко соблюдать инструкции по их применению, а производителю конкретизировать рекомендации, учитывающие экологические особенности, вредоносность и фенологию патогена, климатические и почвенные условия региона. На государственном уровне необходимо усовершенствовать систему регистрации биологических препаратов [3].

Микробиота – незаменимая и неотъемлемая составляющая часть почвы, которая способна оказывать комплексное влияние на растения и почву в агроценозах, так как при ее непосредственном участии осуществляются природные процессы биологической азотфиксации, фосфатмобилизации, ростстимуляции, биопротекции, гумусообразования. Бактеризация семян микробными препаратами способствует интродукции в агроценозы агрономически полезных микроорганизмов [4].

Использование микробных препаратов в растениеводстве – обязательное условие улучшения качества сельскохозяйственной продукции и повышения урожайности полевых культур. Биопрепараты служат для корректировки основных процессов жизнедеятельности растений и имеют несомненное преимущество по сравнению с агрохимикатами [5, 6].

Для эффективного применения биопрепаратов в сельскохозяйственном производстве Ставропольского края необходимо разработать научно обоснованные рекомендации по их использованию с подробным объяснением механизмов действия. Они определяются не только видом штамма-продуцента, но и тем, что входит в состав действующего начала препарата (вегетативные микробные клетки, споры, токсические метаболиты или их сочетания).

Степень фиксации атмосферного азота бактериями рода *Azotobacter* зависит от количества углерода, физико-химических свойств почвы, активности распространенных штаммов и других факторов, которые определяются направлением использования сельско-

хозяйственных угодий. Недостаточная аэрация сдерживает их развитие. При дефиците увлажнения большинство клеток микроорганизма погибают. В процессе жизнедеятельности, кроме фиксации азота, бактерии рода *Azotobacter* способны выделять стимуляторы роста и антибиотики, улучшающие развитие растений [3].

Микроорганизмы аммонификаторы обладают высокой ферментативной активностью, влияющей на скорость разложения растительных остатков. С их деятельностью, которая возможна в широком диапазоне температур, влажности, кислотности и аэрации почв, связано накопление нитратного азота в почве, трансформация гумусовых веществ и другие процессы. Существует тесная метабиотическая взаимосвязь между почвенными микроорганизмами, участвующими в процессах аммонификации и нитрификации. Первую фазу нитрификации осуществляют бактерии родов *Nitrosomonas, Nitrosococcus; Nitrosospira, Nitrosolobus* и *Nitrosovibrio*. Вторую фазу нитрификации осуществляют представители родов *Nitrobacter, Nitrospira, Nitrococcus*. Нитрифицирующие микроорганизмы имеют важное значение для почвообразовательных процессов [3].

Разнообразие микрофлоры, способной разлагать целлюлозу в почве, позволяет проводить ее трансформацию в различных условиях: при кислой или щелочной pH, низкой или высокой влажности и температуре. Для большинства микроорганизмов, разлагающих целлюлозу, характерна высокая специфичность по отношению к этому соединению. Микромицеты обладают большей, по сравнению с другими микроорганизмами, устойчивостью к изменяющимся условиям окружающей среды. Многие виды развиваются в широких диапазонах увлажнения, различных температурных режимов [3].

Цель исследований – установление влияния полифункциональных биопрепаратов на численность микроорганизмов различных физиологических групп в черноземе обыкновенном при выращивании кукурузы на зерно в зоне неустойчивого увлажнения.

Работу проводили на черноземе обыкновенном среднемощном малогумусном тяжелосуглинистом на лессовидных суглинках, характеризующемся следующими показателями в пахотном слое: содержание гумуса (по Тюрину в модификации Симакова) – 4,5...4,7 %, сумма поглощенных оснований (по Каппену-Гильковицу) – 28...30 мг-экв./100 г, pH водной вытяжки (потенциометрическим методом) – 8,2...8,3 ед., содержание подвижного фосфора и калия (по Мачигину) – 27...29 мг/кг и 340...360 мг/кг соответственно, подвижной серы (по методу ЦИНАО) – 4...5 мг/кг.

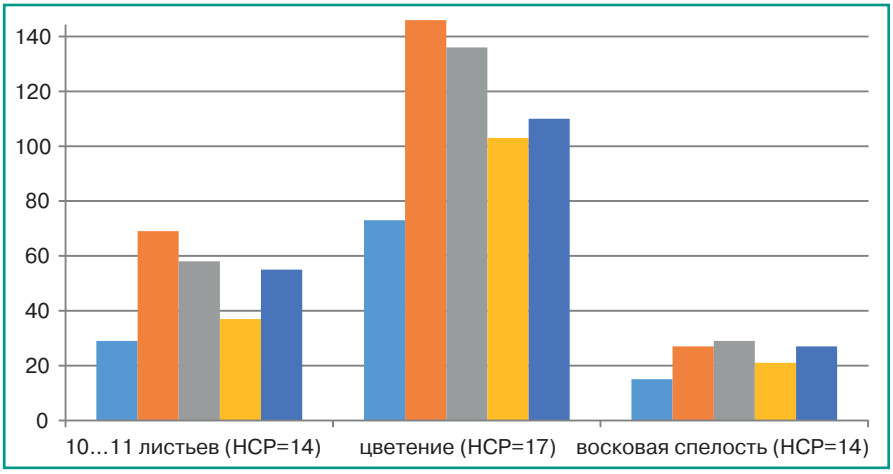


Рис. 1. *Сезонная динамика численности микроорганизмов рода Azotobacter (среднее за 2018–2020 гг), тыс. КОЕ/г почвы: – контроль; – КБП-С; – КБП-И; – ПКМ; – КМП-92.*

Многолетний полевой опыт был заложен в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья в 2018 г. по методике Б. А. Доспехова (1985). Выращивали гибрид кукурузы на зерно Машук 355. Посев проводили широкорядным способом (ширина междурядий 70 см) с нормой высева 55 тыс. всхожих семян на 1 га. Повторность опыта трёхкратная, посевная площадь делянки 36 м^2 (длина – 10,0 м, ширина – 3,6 м), учётная – 30 м^2 (длина – 9,0 м, ширина – 3,3 м). Схема опыта включала следующие варианты: без обработки (контроль), КБП-стандарт (КБП-С), КБП-инновационный (КБП-И), ПКМ, КМП-92.

Полифункциональный препарат КБП-стандарт характеризуется удобрительными свойствами и обеспечивает накопление в почве азота и фосфора; КБП-инновационный обладает удобрительными и биопротекторными свойствами; для полиштаммного микробного комплекса ПКМ заявлены защитные и ростостимулирующие свойства; КМП-92, обладает совокупностью удобрительных и ростостимулирующих свойств (*https://niishk.ru/innovacionnaya-produkciya/mikrobnye-preparaty/mik/*).

Изучаемыми препаратами проводили инокуляцию семян кукурузы перед посевом, а также обработку вегетирующих растений в фазах 3...4-х листьев и цветения. Инокуляцию семян проводили в день посева в условиях, защищенных от прямого попадания ультрафиолетовых лучей (густая тень лесополосы). Обработку проводили вручную – семена высыпали в полиэтиленовый пакет, увлажняли водной суспензией биопрепарата и тщательно перемешивали до ее равномерного распределения на поверхности семян. Опрыскивание посевов проводили с использованием ранцевого опрыскивателя Grand AO-16. Для обработки семян и растений кукурузы использовали 1 %-ные растворы препаратов. Инокуляционная нагрузка составляла 10^6 бактерий на семя.

Почвенные образцы отбирали в фазы 10...11 листьев, цветение и вос-

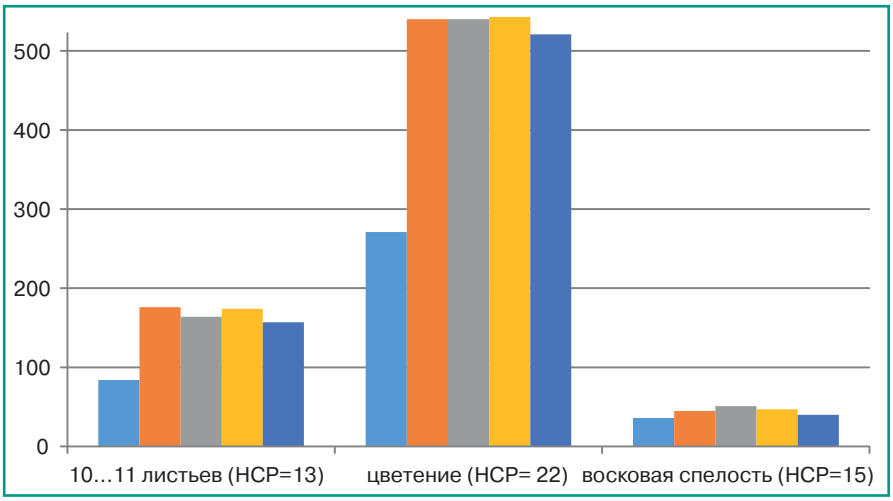


Рис. 2. *Сезонная динамика численности аммонификаторов (среднее за 2018–2020 гг.), млн КОЕ/г почвы: – контроль; – КБП-С; – КБП-И; – ПКМ; – КМП-92.*

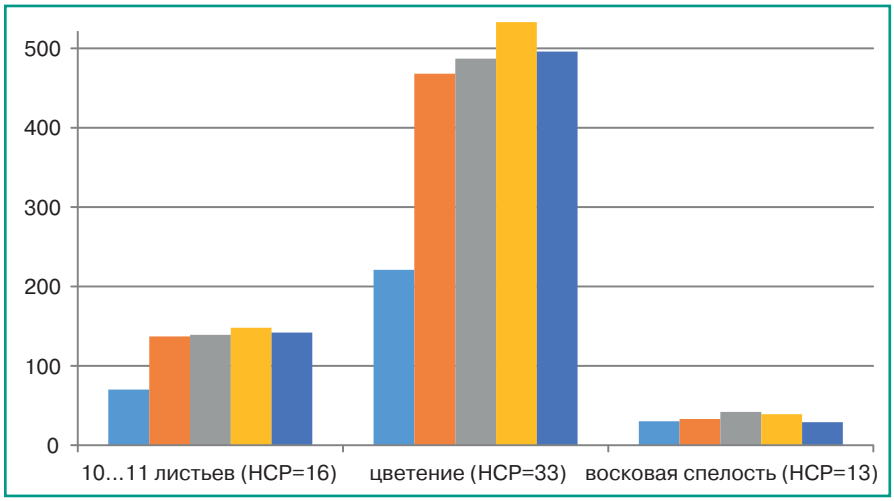


Рис. 3. *Сезонная динамика численности микроорганизмов, использующих минеральные формы азота (среднее за 2018–2020 гг.), млн КОЕ/г почвы: ■ – контроль; ■ – КБП-С; ■ – КБП-И; ■ – ПКМ; ■ – КМП-92.*

ковая спелость из зоны ризосферы растений кукурузы по общепринятой методике (*Методы почвенной микробиологии..., 1991*) с соблюдением принципа одномоментности проведения исследований. Средний почвенный образец формировали из 5...7 точечных проб. Численность микробиоты определяли по методике отдела почвенных микроорганизмов Института микробиологии РАН посредством высева почвенной суспензии на плотные питательные среды: Эшби – для культивирования азотфиксаторов *Azotobacter chroococcum*, мясо-пептонный агар (МПА) – для аммонифицирующих микроорганизмов, крахмало-аммиачный агар (КАА) – для микроорганизмов, использующих минеральные формы азота, среда Чапека-Докса – для культивирования микроскопических грибов, среда Гетчинсона – для культивирования целлюлозоразрушающих микроорганизмов. Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного и корреляционного анализа по Б. А. Доспехову (1985).

Годы проведения исследований были неблагоприятными для выращивания кукурузы на зерно. Сумма осадков в 2018, 2019 и 2020 гг. составляла 362, 338 и 318 мм соответственно, что ниже среднемноголетней нормы на 54...60 %.

При анализе полученных результатов отмечена тенденция увеличения численности азотфиксирующих микроорганизмов от фазы 10...11 листьев к цветению и снижение к восковой спелости (рис. 1). Наименьшее в опыте количество аэробных азотфиксаторов во все фазы исследований отмечали в контроле. Инокуляция семенного материала и обработка вегетирующих растений кукурузы микробными препаратами способствовала увеличению численности аэробных азотфиксаторов. Так, в фазе 10...11 листьев количество микроорганизмов этой физиологической группы в контроле составляло 29 тыс. КОЕ/г, а при использовании КБП-С возрастало в 2,4 раза до 69 тыс. КОЕ/г почвы. Эта величина была наибольшей в опыте.

В вариантах с препаратами КБП-И и КМП-92 увеличение численности азотфиксирующей микрофлоры также было значительным, по отношению к контролю. Обработка ПКМ, который отличается от остальных изучаемых препаратов отсутствием в его составе азотфиксирующих микроорганизмов, не обеспечивала существенного увеличения количества азотфиксаторов в почве.

В фазе цветения кукурузы наибольшее количество азотфиксирующих микроорганизмов (146 тыс. КОЕ/г), превышавшее величину аналогичного показателя в контроле в 2,1 раза, также было отмечено при использовании КБП-С. В вариантах с препаратами ПКМ и КМП-92 она была практически одинаковой и составляла 103...110 тыс. КОЕ/г почвы. В фазе восковой спелости численность аэробных азотфиксаторов сократилась, по сравнению с предыдущим сроком определения, в 4...6 раз, а различия между вариантами были незначительным и недостоверными.

В вариантах с применением микробных препаратов численность аммонифицирующей микробиоты в фазе 10...11 листьев характеризовалась незначительными изменениями и составляла от 157 до 176 млн КОЕ/г почвы (рис. 2). В фазе цветения при использовании биопрепаратов существенных различий по величине этого показателя между вариантами также не наблюдали, но, по сравнению с контролем, они были достоверно выше (в среднем в 1,9...2,0 раза). В отдельные годы (например, в 2020 г.) разница между опытными вариантами и контролем достигала 2,7 раза. В фазе восковой спелости количество микроорганизмов этой группы резко снижалось по всем вариантам до 36...51 млн КОЕ/г почвы при отсутствии достоверных различий между ними.

Использование КБП-С, КБП-И, ПКМ и КМП-92 способствовало увеличению количества микроорганизмов, преобразующих минеральные формы азота, по сравнению с контролем, в фазе 10...11 листьев в 2,0 раза, в фазе цветения – в 2,1...2,4 раза (рис. 3). В фазе восковой спелости численность нитрификаторов во всех вариантах снизилась до 29...42 млн КОЕ/г, различия между ними были существенными.

При изучении целлюлозолитиков в почве находили представителей родов *Cytophaga, Polyangium, Sorangium и Archangium*. В фазе 10...11 листьев численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов в почве в контроле составляла 42 тыс. КОЕ/г (рис. 4). В вариантах с обработкой микробны-

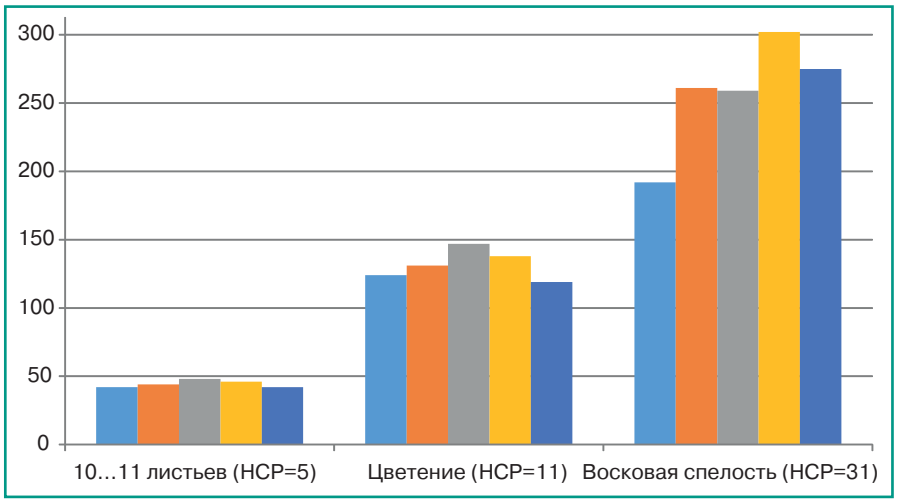


Рис. 4. *Динамика количества целлюлозоразрушающих микроорганизмов (среднее за 2018–2020 гг.), тыс. КОЕ/г почвы: ■ – контроль; ■ – КБП-С; ■ – КБП-И; ■ – ПКМ; ■ – КМП-92.*

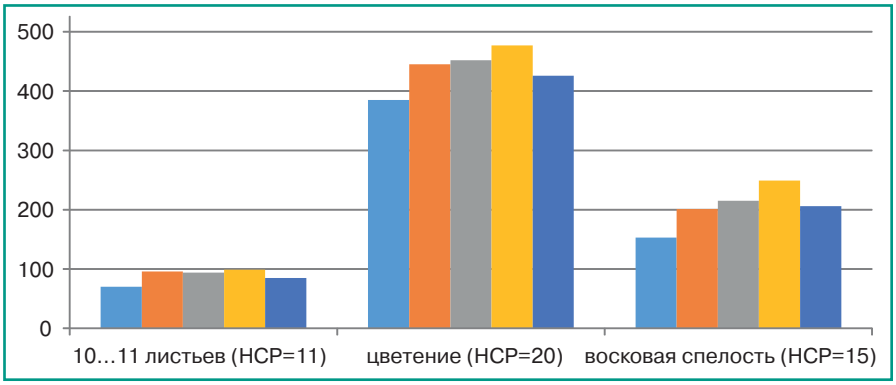


Рис. 5. *Динамика численности микроскопических грибов (среднее за 2018–2020 гг.), тыс. КОЕ/г почвы: ■ – контроль; ■ – КБП-С; ■ – КБП-И; ■ – ПКМ; ■ – КМП-92.*

ми препаратами в этой фазе она изменялась незначительно. В фазе цветения кукурузы в контрольном варианте было выделено 124 тыс. КОЕ/г почвы целлюлозолитиков. Наибольшее в опыте их количество в этот период отмечено при применении КБП-И (147 тыс КОЕ/г), наименьшее – при обработке препаратом КПМ-92 (119 тыс. КОЕ/г). В фазе восковой спелости численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов в контроле составляла 192 тыс. КОЕ/г почвы. Обработка микробными препаратами обеспечивала ее увеличение в 1,3...1,6 раза до 302 тыс. КОЕ/г в варианте с ПКМ.

Минимальное в опыте количество микроскопических грибов в почве отмечали в фазе 10...11 листьев кукурузы в контроле – 70 тыс. КОЕ/г почвы. Применение КБП-С, КБП-И, ПКМ и КМП-92 повышало их численность в 1,2...1,4 раза (рис. 5). В фазе цветения величина этого показателя в контроле составляла 385 тыс. КОЕ/г почвы, а при использовании исследуемых препаратов она возрастала в 1,2...1,3 раза, особенно в варианте с ПКМ. В фазе восковой спелости численность микроскопических грибов в почве снижалась, по сравнению с фазой цветения, в 1,9...2,1 раза. В вариантах с микробными препаратами КБП-С; КБП-И; и КМП-92 она была выше, чем в контроле, в 1,3...1,4 раза, с препаратом ПКМ – в 1,6 раза. Большее влияние ПКМ на развитие микроскопических грибов, по сравнению с другими препаратами, связано с особенностями действия этого препарата, который угнетает фитопатогенные грибы и бактерии и тем самым способствует увеличению разнообразия и численности почвенных сапрофитных микроорганизмов.

Таким образом, применение полифункциональных микробных препаратов способствует повышению численности почвенных микроорганизмов. Наибольшее влияние на увеличение количества бактерий рода *Azotobacter* и аммонификаторов оказали препараты КБП-С и КБП-И, нитрификаторов, целлюлозолитиков и микроскопических грибов – ПКМ. Выявленные различия в действии препаратов были устойчивыми во все годы исследований.

Литература.

1. Березов Т. А. Рекомендации по применению биопрепаратов в семеноводстве кукурузы. Рекомендации. Владикавказ: Изд-во СОГПИ, 2013. 16 с.

2. Technology of the application of microbial preparations on ordinary chernozem soil in the zone of unstable moistening of the Central Ciscaucasia / V. I. Faizova, S. V. Tskhovrebov, V. Y. Lysenko, et al. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/548/7/072030. (дата обращения 11.02.2021). doi: 10.1088/1755-1315/548/7/072030

3. Казеев К. Ш., Колесников С. И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета. 2012. 260 с.

4. Change in microbiological activity under the effect of biological factors of soil fertility in the central forecaucasus chernozems / O. I. Vlasova, V. M. Perederieva, I. A. Volters, et al. // Biology and Medicine. 2015. Vol. 7 No. 5. P. 718–723.

5. Применение микробных препаратов на черноземе обыкновенном в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья / В. И. Фаизова, В. С. Цховребов, В. Я. Лысенко и др. // Земледелие. 2020. № 3. С. 27–29.

6. The Influence of Soil Contamination of The Black Sea Coast of The Caucasus By Heavy Metals and Oil on The Abundance of Azotobacter Genus Bacteria / S. I. Kolesnikov, A. A. Kuzina, K. Sh. Kazeev, et al. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. Vol. 7. No. 6. P. 718–724.

Influence of multifunctional biological products on the microbiota of ordinary chernozem in the zone of unstable humidification of the Central Fore-Caucasus

V. I. Faizova, S. V. Tskhovrebov, V. Ya. Lysenko, D. V. Kalugin
Stavropol State Agrarian University, per. Zootechnicheskiy, 12, Stavropol, 355017, Russian Federation

Abstract. *The studies aimed to determine the effect of polyfunctional biological products on the number of microorganisms of various physiological groups in ordinary chernozem when growing corn grain in the zone of unstable moisture. The work was carried out in 2018–2020 in the Stavropol Territory in the experiment laid out according to the following design: without treatment (control), the use of microbiological preparations KBP-standard, KBP-innovative, PKM, KMP-92. The studied preparations were used for inoculating corn seeds before sowing, as well as processing vegetative plants in the phases of 3–4 leaves and flowering with 1% solution. The population of soil microorganisms and the content of nutrients were determined in phases of 10–11 leaves, flowering and waxy ripeness of corn. Treatment with KBP-S, KBP-I, PKM, and KPM-92 led to the fact that in the phase of 10–11 leaves the population of aerobic nitrogen fixers increased 2.4, 2.0, 1.3 and 1.9 times, respectively, compared with the control. In the flowering phase, the revealed ratio of the population of microorganisms between the variants of the experiment was preserved, in the phase of waxy ripeness, the use of biological products did not provide a significant increase in the population of Azotobacter chroococcum. The population of ammonifiers in the phase of 10–11 leaves in the experimental variants ranged from 157 to 176 million CFU/g, which exceeded the control 1.9–2.1 times. In the flowering phase, there was a similar pattern. In the phase of wax ripeness, the population of ammonifiers decreased to 36–51 million CFU/g of soil in all variants with insignificant differences between them. Similar changes can be noted in the populations of nitrifiers and cellulosolytic bacteria. The minimum population of micromycetes was noted at the phase of 10–11 leaves, by the phase of flowering it increased 4.7–4.9 times, and by the phase of waxy ripeness, it decreased to 153–249 thousand CFU/g of soil. When using PKM preparation, the highest population of micromycetes was noted at all stages of plant development.*

Keywords: *microbial multifunctional preparations; corn grain; ordinary chernozems; nitrogen fixers; ammonifiers; nitrifiers; cellulosolytic bacteria; micromycetes.*

Author Details: *V. I. Faizova, D. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: verafaizova@gmail.com); V. S. Tshovrebov, D. Sc. (Agr.), professor; V. Ya. Lysenko, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.; D. V. Kalugin, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.*

For citation: *Faizova VI, Tskhovrebov SV, Lysenko VYa, et al. [Influence of multifunctional biological products on the microbiota of ordinary chernozem in the zone of unstable humidification of the Central Fore-Caucasus]. Zemledelije. 2021; (3):4-7. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10301.*

В.И. Кирюшину – 80 лет

21 марта 2021 г. исполнилось 80 лет доктору биологических наук, профессору, академику Российской академии наук Валерию Ивановичу Кирюшину.

В.И. Кирюшин начал заниматься научными исследованиями еще будучи студентом Тимирязевской академии, которую он окончил в 1964 г. Его становление в качестве ученого и первые крупные научные достижения пришлись на годы работы во Всесоюзном НИИ зернового хозяйства под руководством выдающегося ученого А.И. Бараева. В институте Валерий Иванович сначала возглавлял лабораторию, затем отдел почвоведения и был одним из ближайших сподвижников А.И. Бараева в разработке и продвижении по стране почвозащитной системы земледелия. В этот период он разработал систему земледелия для солонцовых почв Казахстана, которой предшествовали глубокие теоретические исследования их генезиса и мелиорации.

В 80-х гг., будучи директором Сибирского НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства, В.И. Кирюшин возглавил разработку зональных систем земледелия. Уже тогда в его исследованиях это понятие отличалось конкретизацией экологического адреса, обусловленного определенными ландшафтно-экологическими факторами. Развивая понятийный аппарат систем земледелия, В.И. Кирюшин включил в него, помимо экологических условий, взаимосвязь системы земледелия с социально-экономическими факторами, в том числе рынком, многоукладностью экономики, производственно-ресурсным потенциалом. В начале 90-х гг. он предложил концепцию адаптивно-ландшафтного земледелия, дал ее определение, классификацию и методологию формирования, которая базировалась на моделировании систем земледелия, основанном на материалах многофакторных полевых экспериментов, проводившихся под его руководством в различных природно-сельскохозяйственных провинциях Западной Сибири.

В дальнейшем, в период руководства кафедрой почвоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, В.И. Кирюшин разработал агроэкологическую типизацию земель, систему их агроэкологической оценки, методику почвенно-ландшафтного картографирования и на этой основе – методологию проектирования АЛСЗ. В 1996 г. был создан первый проект АЛСЗ для ОПХ «Михайловское» МСХА имени К.А. Тимирязева, а в 2002 г. совместно с академиком А.Л. Ивановым – первый цифровой проект АЛСЗ для ОПХ Владимирского НИИСХ. Опыт проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий в различных зонах и регионах страны по заказам крупных сельскохозяйственных предприятий, накопленный за два последних десятилетия на кафедре почвоведения МСХА имени К.А. Тимирязева и в Почвенном институте имени В.В. Докучаева, наряду с обобщением теоретических и экспериментальных исследований, лег в основу монографии «Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов».

Научно-исследовательская и инновационная деятельность В.И. Кирюшина тесно сопряжена с подготовкой специалистов различных уровней и, соответственно, с разработкой образовательных программ. Особое внимание Валерий Иванович уделяет подготовке магистров, для которых он разработал программу «Агроэкологическая оценка земель и проектирование агротехнологий» (2008), подготовил учебник «Агрономическое почвоведение» (2010).

На сегодняшний день В.И. Кирюшин автор более 400 научных работ, в том числе 14 монографий – это, по сути, библиотека наставлений для молодых и маститых ученых в сфере ландшафтного земледелия и почвоведения. Его книга «Экологизация земледелия и технологическая политика» (2000) оказала и оказывает большое влияние на мировоззрение современной молодежи, решившей связать свою жизнь и судьбу с аграрной наукой. Монографии Валерия Ивановича отличаются простотой и изяществом повествования, великолепным русским языком и служат образцом высокой научной культуры.

Серия работ академика В.И. Кирюшина «Почвенно-экологическое обеспечение адаптивно-ландшафтного земледелия и природопользования», выдвинутая Почвенным институтом имени В.В. Докучаева на соискание Золотой медали имени В.В. Докучаева, включает 12 монографий и 35 статей в научных изданиях. В этих работах получили развитие заложенные В.В. Докучаевым принципы рационального природопользования и ландшафтно-экологические основы ведения агропроизводства. В них в значительной мере реализована идеология устойчивого развития сельскохозяйственной деятельности, декларированная сессией ООН в Рио-де-Жанейро в 1992 г., а также задача проектирования устойчивых и продуктивных агроландшафтов, поставленная в том же году сессией РАСХН, посвященной научному наследию В.В. Докучаева.

В последние годы Валерий Иванович активно развивает новые подходы к территориальному планированию на ландшафтно-экологической основе и к проектированию сельскохозяйственных ландшафтов. Он разработал классификации экологических и социально-экономических функций ландшафтов, а также методику структурно-функционального анализа ландшафтов с целью ландшафтного планирования и проектирования, представленные в монографии «Экологические основы проектирования сельскохозяйственных ландшафтов» (2018) и «Концепция развития земледелия в Нечерноземье» (2020).

Научная школа В.И. Кирюшина получила широкое признание и успешно развивается его учениками, среди которых 15 докторов наук, в том числе с академическими званиями, и 17 кандидатов наук.

Сейчас Валерий Иванович работает в Почвенном институте им. В.В. Докучаева, в статусе Главного научного сотрудника Федерального исследовательского центра. Он один из основных и непосредственных участников крупных научно-организационных проектов Центра, среди которых Национальные доклады «Глобальный климат и почвенный покров России» (3 тома), работа над «Рекомендациями по развитию агропромышленного комплекса и сельских территорий Нечерноземной зоны Российской Федерации до 2030 года» (2021) и др.

Многогранная научная и педагогическая деятельность В.И. Кирюшина отмечена званием заслуженного деятеля науки РФ, орденом Трудового Красного Знамени и медалями, премией Правительства РФ в области образования за 2013 г., премией им. Д.Н. Прянишникова, премией им. В.Р. Вильямса и многими ведомственными наградами. В феврале 2021 г. В.И. Кирюшин был удостоен Золотой медали им. В.В. Докучаева.

Желаем юбиляру доброго здоровья и дальнейших творческих успехов.

А. Л. Иванову – 65 лет

5 апреля 2021 г. исполнилось 65 лет Андрею Леонидовичу Иванову – доктору биологических наук, профессору, академику РАН.

А.Л. Иванов – крупный ученый в области агрохимии и почвоведения, автор более 360 научных публикаций, в том числе 16 монографий, большого числа учебных пособий и методических документов. Им разработаны принципы и методология интегрированного управления фосфорным режимом почв в агроценозах, созданы и реализованы системы земледелия на ландшафтной основе. Под его руководством решаются фундаментальные проблемы современного земледелия, агрохимии и почвоведения.

Творческую биографию А.Л. Иванова можно условно разделить на три периода (казахстанский, владимирский и московский), различающихся тематикой и масштабами научно-организационной деятельности.

Результаты его первых исследований были опубликованы еще в студенческие годы. Раннее увлечение вопросами применения фосфорных удобрений и их превращения в почвах Казахстана в дальнейшем переросло в разработку крупной проблемы оптимизации биогеохимического цикла фосфора, в основу которой было положено изучение генезиса природных форм этого минерального элемента в почвах различных типов и трансформации фосфатов удобрений в агросистемах. В результате, как дань юношескому научному увлечению, в 2012 г. вышла в свет монография «Агробиогеохимический цикл фосфора».

В 1992 г. А.Л. Иванов начал свою деятельность на посту директора Владимирского НИИ сельского хозяйства (г. Суздаль). Инициативы нового руководителя совпали с программой развития научного земледелия, принятой в 1992 г. на сессии Росседьхозакадемии и ориентированной на решение задач экологизации и адаптивной интенсификации земледелия и конструирования агроландшафтов. Уже в 1996 г. эти подходы получили развитие в виде предложенной Андреем Леонидовичем программы разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия Владимирской области.

В тот же период он предложил системно-экологические подходы к применению минеральных удобрений, которые в дальнейшем реализовались при формировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Благодаря своему организаторскому таланту А.Л. Иванов сумел подключить к новой проблематике опытных специалистов и ученых из различных организаций.

Под руководством Андрея Леонидовича в сотрудничестве с В.И. Кирюшиным была создана первая математическая модель адаптивно-ландшафтного земледелия на примере опытного хозяйства Владимирского НИИСХ, разработана методика проектирования систем земледелия на основе ГИС агроэкологической оценки земель. Обсуждение этих достижений заняло важное место в Программе Съезда Докучаевского общества почвоведов, проведенного в 2000 г. на базе Владимирского НИИСХ по инициативе А.Л. Иванова. Такой интегральный подход к решению земледельческих проблем в контексте исторических и социально-экономических условий – характерная особенность всей последующей его научной деятельности.

С 2001 г. стержнем этой деятельности на посту вице-президента Российской академии сельскохозяйственных наук и академика-секретаря Отделения земледелия стало научное обеспечение экологизации земледелия с одновременной интенсификацией путем создания наукоемких агротехнологий, разработки методологии, проектирования и освоения адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Этот этап был подытожен созданием фундаментальной монографии «Агроэкологическая оценка земель. Проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий» (2005 г.). Ее рекомендации широко апробированы во многих регионах страны при разработке пилотных проектов адаптивно-ландшафтного земледелия и агротехнологий в различных сельскохозяйственных предприятиях. Методология агроэкологической оценки земель и проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия вошла в образовательные программы сельскохозяйственных вузов. За комплекс учебных и учебно-методических изданий А.Л. Иванов был удостоен Премии Правительства РФ в области образования (2013).

Андрей Леонидович уделяет большое внимание проблеме изменения климата, его влияния на почвенный покров и риски земледелия. На эту тему под его редакцией и при непосредственном участии изданы три крупные монографии.

С 2011 г. деятельность А.Л. Иванова в качестве директора Почвенного института им. В.В. Докучаева направлена на развитие и восстановление лучших традиций этого учреждения. За прошедшие годы расширена тематика исследований института, ориентированная на решение крупных научных проблем, возросла его координирующая роль и издательская активность. Под редакцией Андрея Леонидовича вышла в свет трехтомная монография «Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственного назначения» (2013). Под его руководством издан «Единый государственный реестр почвенных ресурсов России», утвержденный и принятый для использования в практической работе Минсельхозом (2014) и Минприроды России (2019).

Почвенный институт, возглавляемый А.Л. Ивановым, совместно с другими научными учреждениями, общественными организациями, исследователями, обладающими не только глубокими профессиональными знаниями, но и активной гражданской позицией, принял участие в разработке рекомендаций «Неотложные меры развития агропромышленного комплекса и сельских территорий Нечерноземной зоны Российской Федерации до 2030 года». Они были одобрены на заседании Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию.

В 2020 г. ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт имени В.В. Докучаева», вошел в состав консорциума участников научного центра мирового уровня (НЦМУ) «Агротехнологии будущего» в рамках национального проекта «Наука».

А.Л. Иванов ведет большую научно-организационную работу. Он член ряда авторитетных международных сообществ, академий, почетный профессор аграрных университетов, вице-президентом Общества почвоведов им. В.В. Докучаева, главный редактор журнала «Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева», член редакционных коллегий ряда других авторитетных научных изданий; член комиссии по присуждению Премий Правительства Российской Федерации в области науки и техники.

Андрей Леонидович – заслуженный деятель науки Российской Федерации (2007), лауреат премии академика В.Р. Вильямса (2015). В 2019 г. А.Л. Иванова наградили Орденом Почета.

Желаем юбиляру доброго здоровья и дальнейших творческих успехов во благо отечественной науки.

doi: 10.24411/0044-3913-2021-10302
УДК 633.11«324»:631.559 (470.630)

Влияние пигментной системы растений различных сортов на продуктивность озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till

А. Н. ЕСАУЛКО, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Е. В. ПИСЬМЕННАЯ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
М. Ю. АЗАРОВА, аспирант (e-mail: azarova778@gmail.com)
Ставропольский государственный аграрный университет,
пер. Зоотехнический, 12, Ставрополь, 355017, Российская Федерация

Исследования проводили в 2018–2020 гг. в засушливой зоне Ставрополья с целью определения влияния пигментной системы растений различных сортов озимой пшеницы на продуктивность. Почва – темно-каштановая. Предшественники (подсолнечник, нут) и сорта озимой пшеницы Зустрич (St.), Багира и Баграт возделывали по технологии No-till. Определение пигментного комплекса выполняли по методике Я. И. Милаевой и Н. П. Примак. Накопление хлорофилла a (C_a) и хлорофилла b (C_b) в растениях по всем сортам и предшественникам с фазы кущения до трубкования увеличивалось в 0,4...1,6 и 1,07...1,2 раза соответственно, с фазы трубкования к колошению – уменьшалось в 0,9...1,06 и 0,6...0,8 раза. В 2018–2020 г. в общем фонде хлорофилла превалировал C_a, соотношение $C_{a/b}$ находилось в 2018 г. в пределах 0,99...2,07, в 2019 г. – 1,01...1,83, в 2020 г. – 1,06...1,84 и варьировало по сортам от 1,00 и до 2,04. Отмечали увеличение содержания каратиноидов ($C_{кар}$) в растениях по всем сортам и предшественникам с фазы кущения до трубкования в 1,7...3,0 раза и уменьшения к фазе колошения в 0,94...2,0 раз. В фазе колошения $C_{кар}$ в 2019 г. и 2020 г. была выше, чем в 2018 г., на 0,74 мг/л. В эти годы структурные и функциональные изменения фотосинтетического аппарата растений, связанные с погодными условиями, отрицательно сказались на продуктивности посевов (по подсолнечнику она снизилась в 1,5 раза, по нуту – в 1,4 раза). Урожайность озимой пшеницы по предшественнику подсолнечник составила 2,78...4,71 т/га, нуту – 3,26...4,35 т/га. Сбор зерна сорта Багира был ниже, чем у стандарта, соответственно на 0,24 т/га и 0,71 т/га.

Ключевые слова: *озимая пшеница (Triticum aestivum L.), хлорофилл, каротиноиды, продуктивность, технология No-till.*

Для цитирования: *Есаулко А. Н., Письменная Е. В., Азарова М. Ю. Влияние пигментной системы растений различных сортов на продуктивность озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till // Земледелие. 2021. № 3. С. 10–15. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10302.*

Указом Президента РФ № 350 от 21.07.2016 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства» определена необходимость разработки и реализации комплекса мер, направленных на создание и освоение до 2026 г. конкурентоспособных отечественных технологий, основанных на новейших достижениях науки и обеспечивающих производство высококачественной сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. В Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации отмечено, что продовольственная безопасность страны – одно из главных направлений обеспечения национальной безопасности, которое должно концентрироваться на природоподобных агротехнологиях (система нулевой обработки почвы или No-till).

В современном аграрном производстве Ставропольского края основная товарная культура – озимая пшеница, занимающая 75 % посевной площади всех зерновых и зернобобовых. Ее урожайность составляет 2,24...3,95 т/га, а около 45 % общего производства приходится на полузасушливые зоны, где из 158 лет наблюдения (1861–2019 гг.) засушливыми оказались 43 %, что определяет высокую природно-климатическую зависимость зернового хозяйства региона. Поэтому климатические изменения – один из основных современных вызовов, который ставит под угрозу не только производство сельскохозяйственной продукции, но и продуктивность возделываемых озимых зерновых [1].

Продукционная способность растений озимой пшеницы напрямую зависит от фотосинтеза [2]. Поэтому регуляция процессов биосинтеза пигментного комплекса в онтогенезе и при адаптации к изменяющимся условиям среды жизненно важна для роста и развития растений [3]. У стрессированных засухой растений зерновых культур изменяется спектральный состав отраженного света, уровень и количественное соотношение защитных веществ вторичного обмена [4, 5, 6]. Снижение соотношения хлорофиллов может свидетельствовать о повышении адаптивного потенциала в условиях стресса и служить показателем устойчивости растений [7].

Цель исследования – определение влияния пигментной системы растений различных сортов на продуктивность озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till, в засушливых условиях Ставрополья.

Работу выполняли в 2018–2020 гг. в стационарном многофакторном опыте, заложенном на территории агропредприятия АО «Агрохлебопродукт». Почвенный покров представлен преимущественно темно-каштановыми карбонатными тяжелосуглинистыми почвами. Почва опытного участка характеризуется низким содержанием гумуса

1. Метеоусловия в период проведения исследований

Показатель	Год	Месяц												Средне-годовые
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Температура, °С	2018	-4,4	-3,6	1,4	9,1	16,3	20,7	24	22,9	17,1	10,1	3,2	-1,9	9,6
Осадки, мм		26	21	26	30	47	64	51	43	34	30	30	26	35,7
Температура, °С	2019	-3,9	-3,1	2,8	10,1	16,1	20,1	21,3	22,4	18,7	10,5	4,9	0,8	10,1
Осадки, мм		16	9	40	28	51	19	142	0	45	40	24	37	37,6
Температура, °С	2020	5,6	1,3	7,5	9,8	18,2	20,2	22,7	24,3	20,1	10,9	5,6	1,1	12,3
Осадки, мм		15,8	9,2	10,0	8,2	17,0	34,6	10	0	0	34	19	15	14,4

(по Тюрину в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26213-91) – 2,61...2,70 %, высоким подвижных соединений фосфора и калия (по Мачигину в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26205-91) – 33,2...37,0 и 364,5...420,3 мг/кг соответственно. Реакция почвенного раствора ($pH_{вод}$) в верхних горизонтах почвы – щелочная в пределах от 7,7 до 7,9 ед.

Предшественники и сорта озимой пшеницы возделывали по технологии No-till.

В засушливой зоне среднегодовая температура воздуха составляла в 2018 г. – 9,6 °С, в 2019 г. – 10,1 °С, в 2020 г. – 14,4 °С. Среднегодовая сумма осадков в 2018 г. – 35,7 мм, 2019 г. – 37,6 мм, 2020 г. – 29,2 мм. В целом за рассматриваемый период осадки имели тенденцию к снижению, а температура – к росту (табл. 1). ГТК составлял 0,5...0,7.

В 2019 г. и 2020 г. отмечали засушливые явления и «захват» растений, вызванный засухой. Количество осадков и влагообеспеченность растений уменьшались во второй половине вегетации озимой пшеницы.

Площадь учетной делянки – 500 м^2. Повторность опыта – 3-х кратная. Технология возделывания предусматривала проведение следующих технологических операций: предпосевная обработка гербицидом (Спрут Экстра) – 2 л/га; внесение предпосевного удобрения (амософос, $N_{12}P_{52}$) – 100 кг/га; посев с нормой 5 млн шт./га; ранневесенняя подкормка (аммиачная селитра, N_{35}) – 100 кг/га; листовая подкормка (КАС, N_{32}) – 100 кг/га; гербицидная обработка (Балерина) – 0,4 л/га; первая фунгицидная обработка (Альтосупер) – 0,5 л/га; вторая фунгицидная обработка (Колосаль Про) – 0,4 л/га; уборка.

В опыте изучали следующие факторы:

сорта озимой пшеницы (фактор А) – Зустрич (st.), Багира, Баграт;

предшественники (фактор В) – подсолнечник и нут;

генеративная фаза развития культуры (фактор С) – кущение, трубкование, колошение.

Содержание хлорофилла и каротиноидов у растений озимой пшеницы определяли по методике Я. И. Милаевой и Н. П. Примак (*Милаева Я. И., Примак И. П. Сравнительное определение количества пигментов в листьях кукурузы н табака ускоренным методом // Селекция и семеноводство. Киев. 1969. Вып. 12. С. 69–72*). Оптическую плотность раствора измеряли на спектрофотометре при двух длинах волн 665 и 649 нм. Количество хлорофилла a и b (C_a и C_b) рассчитывали по уравнению Винтерманса и Де Мотса (*Wintermans J.E.G., De Mots A. Spectrophotometric Characteristics of Chlorophyll a and b and Their Phaeophytins in Ethanol // Biochimica et Biophysica Acta. 1965. Vol. 109. P. 448–453*), концентрацию пигментов группы каротиноидов ($C_{кар}$) – по формуле Веттштейна (*Von Wettstein D. Chlorophyll letale and der sub-mikroskopishe formweschselder plastiden // Experimental cell Research. 1957. Vol. 12. P. 427–430*).

Математическую обработку результатов выполняли методом трехфакторного дисперсионного анализа.

Во все годы исследования от фазы кущения до фазы колошения отмечали уменьшение накопления C_a в 1,25 раза, C_b – в 1,31 раз. По подсолнечнику снижение C_a было менее выражено, чем по нуту (в 1,02 раза), одновременно увеличение C_b по нуту происходило сильнее, чем по подсолнечнику (в 1,17 раза).

В 2018 г. в фазе кущения содержание C_a и C_b у стандарта Зустрич по предшественнику подсолнечник составило 15,24 и 14,97 мг/л, по нуту – 15,96 и 15,41 мг/л соответственно, к фазе колошения величины этих показателей снизились на 14,17 % и 38,81 %; 13,65 % и 38,54 % соответственно (табл. 2). У других испытуемых сортов это уменьшение было выражено меньше и составило по нуту у сорта Багира 23,57 % и 27,52 %, Баграт – 19,48 % и 31,00 %; по подсолнечнику 22,27 % и 24,32 %; 25,42 % и 26,09 % соответственно. Все отмеченные изменения содержания этих пигментов в растениях в разные

2. Влияние различных сортов, возделываемых по технологии No-till, на накопление C_a и C_b и их соотношение в растениях озимой пшеницы (2018 г.), мг/л

Сорт (фактор А)	Вегетативная часть (фактор В)	Фаза развития (фактор С)								
		кущение			трубкование			колошение		
		C_a	C_b	$C_{a/b}$	C_a	C_b	$C_{a/b}$	C_a	C_b	$C_{a/b}$
Предшественник подсолнечник										
Зустрич (St.)	колос	–	–		–	–	–	6,55	3,97	1,65
	листья	15,24	14,97	1,02	15,95	16,04	0,99	15,10	14,53	1,04
	стебли	–	–	–	18,11	13,39	1,75	17,58	8,98	1,96
	растение	15,24	14,97	1,02	17,03	15,06	1,13	13,08	9,16	1,43
Багира	колос	–	–	–	–	–	–	8,91	4,71	1,89
	листья	17,99	9,21	1,95	18,96	9,80	1,93	17,64	8,52	2,07
	стебли	–	–	–	17,14	9,00	1,90	15,35	7,70	1,99
	растение	17,96	9,21	1,95	18,05	9,40	1,92	13,96	6,97	2,00
Баграт	колос	–	–	–	–	–	–	9,14	4,63	1,97
	листья	19,00	9,81	1,94	20,04	11,23	1,78	15,77	8,08	1,96
	стебли	–	–	–	18,71	9,36	1,99	13,60	7,04	1,94
	растение	19,00	9,81	1,94	19,37	10,29	1,88	14,17	7,25	1,95
среднее		17,4	11,33	1,64	18,15	11,58	1,64	13,74	7,79	1,79
$НСР_{05}$ фактор А =0,3; $НСР_{05}$ фактор В = 0,9; $НСР_{05}$ фактор С = 0,6										
$НСР_{05}$ взаимодействие АВ = 0,01; $НСР_{05}$ взаимодействие ВС = 0,03; $НСР_{05}$ взаимодействие АС = 0,06										
Предшественник нут										
Зустрич (St.)	колос	–	–	–	–	–	–	7,18	4,00	1,79
	листья	15,96	15,41	1,04	15,71	16,58	1,01	15,76	15,04	1,05
	стебли	–	–	–	18,99	14,55	1,99	18,41	9,38	1,96
	растение	15,96	15,41	1,04	17,35	15,56	1,11	13,78	9,47	1,46
Багира	колос	–	–	–	–	–	–	8,65	4,10	2,11
	листья	18,54	9,81	1,89	19,71	10,24	1,92	15,06	7,68	2,01
	стебли	–	–	–	17,37	9,15	1,89	13,62	7,26	1,92
	растение	18,54	9,81	1,89	18,59	9,99	1,86	14,17	7,11	1,99
Баграт	колос	–	–	–	–	–	–	9,74	5,80	1,68
	листья	18,93	10,4	1,82	20,63	12,03	1,71	16,02	8,23	1,84
	стебли	–	–	–	18,34	9,81	1,87	15,32	7,51	1,96
	растение	18,93	10,4	1,82	19,49	10,92	1,78	15,06	7,98	1,89
среднее		17,81	11,87	1,58	18,48	12,16	1,58	14,34	8,19	1,78
$НСР_{05}$ фактор А = 0,2; $НСР_{05}$ фактор В = 0,4; $НСР_{05}$ фактор С = 0,4										
$НСР_{05}$ взаимодействие АВ = 0,06; $НСР_{05}$ взаимодействие ВС = 0,03; $НСР_{05}$ взаимодействие АС = 0,1										

3. Влияние различных сортов, возделываемых по технологии No-till, на накопление C_a и C_b и их соотношение в растениях озимой пшеницы (2019 г.), мг/л

Сорт (фактор А)	Вегетативная часть (фактор В)	Фаза развития (фактор С)								
		кущение			трубкование			колошение		
		C_a	C_b	$C_{a/b}$	C_a	C_b	$C_{a/b}$	C_a	C_b	$C_{a/b}$
Предшественник – подсолнечник										
Зустрич (St.)	колос	–	–	–	–	–	–	9,48	5,73	1,62
	листья	17,15	16,98	1,01	18,95	18,23	1,11	16,02	15,54	1,03
	стебли	–	–	–	17,90	16,31	1,45	18,01	11,95	1,51
	растение	17,15	16,98	1,01	18,42	17,27	1,26	14,84	11,07	1,34
Багира	колос	–	–	–	–	–	–	8,93	5,96	1,49
	листья	12,14	11,25	1,08	20,54	13,27	1,55	15,97	10,11	1,68
	стебли	–	–	–	18,01	11,69	1,54	11,46	6,42	1,64
	растение	12,14	11,25	1,08	19,28	12,48	1,55	13,12	8,49	1,47
Баграт	колос	–	–	–	–	–	–	9,15	6,84	1,34
	листья	19,83	12,48	1,59	21,10	14,56	1,45	18,88	12,28	1,46
	стебли	–	–	–	19,83	12,13	1,63	6,05	9,84	1,02
	растение	19,83	12,48	1,59	20,46	13,34	1,53	12,96	9,72	1,33
среднее		16,37	13,57	1,23	19,39	14,36	1,45	13,64	9,76	1,38
$НСР_{05}$ фактор А = 0,14; $НСР_{05}$ фактор В = 0,5; $НСР_{05}$ фактор С = 0,5										
$НСР_{05}$ взаимодействие АВ = 0,3; $НСР_{05}$ взаимодействие ВС = 0,1; $НСР_{05}$ взаимодействие АС = 0,14										
Предшественник – нут										
Зустрич (St.)	колос	–	–	–	–	–	–	8,94	6,64	1,35
	листья	16,23	16,18	1,00	20,59	19,23	1,07	17,86	16,33	1,09
	стебли	–	–	–	16,47	10,46	1,57	17,63	12,54	1,41
	растение	16,23	16,18	1,00	18,53	16,85	1,09	14,47	11,50	1,26
Багира	колос	–	–	–	–	–	–	9,23	7,16	1,29
	листья	19,03	10,56	1,83	20,59	12,41	1,39	16,99	13,25	1,28
	стебли	–	–	–	18,17	10,28	1,77	14,15	12,62	1,36
	растение	19,03	10,56	1,83	19,38	11,34	1,71	15,12	13,01	1,16
Баграт	колос	–	–	–	–	–	–	9,65	7,84	1,23
	листья	20,06	12,30	1,63	21,56	13,14	1,64	18,87	14,01	1,29
	стебли	–	–	–	19,23	13,46	1,42	10,26	11,00	1,02
	растение	20,06	12,30	1,63	20,39	13,30	1,53	14,59	12,25	1,19
среднее		18,44	13,01	1,49	19,43	13,83	1,44	14,73	12,25	1,20
$НСР_{05}$ фактор А = 0,05; $НСР_{05}$ фактор В = 0,12; $НСР_{05}$ фактор С = 0,3										
$НСР_{05}$ взаимодействие АВ = 0,2; $НСР_{05}$ взаимодействие ВС = 0,07; $НСР_{05}$ взаимодействие АС = 0,09										

фазы вегетации были статистически значимы на уровне $p \leq 0,05$.

С фазы кущения до фазы трубкования концентрация C_a и C_b в растениях увеличивалась на 4,03 % и 2,32 % соответственно, что, прежде всего, связано с водным стрессом и угнетением фотосинтетической функции. Значительный рост величины этого показателя отмечали у всех сортов по всем предшественникам. Он варьировал для C_a от 17,40 мг/л до 18,48 мг/л, для C_b – от 11,33 мг/л до 12,16 мг/л. Самое высокое увеличение содержания этих пигментов с фазы кущения до фазы трубкования наблюдали у всех сортов по предшественнику подсолнечник (Зустрич – на 1,74 % и 0,6 %, Багира – на 0,5 % и 2,06 %, Баграт – на 1,94 % и 4,89 % соответственно).

В этом году динамика изменения содержания C_a и C_b в листьях и стеблях от фазы кущения до фазы колошения имела ту же направленность, что и для всего растения. Уменьшение содержания в листьях C_a и C_b по предшественнику подсолнечник у сорта Зустрич составляло 0,92 % и 2,93 %, Багира – 1,94 % и 7,49 %, Баграт – 1,70 % и 1,76 % соответственно, по нуту –1,25 % и 2,4 %; 1,87 % и 2,17 %; 2,04 % и 2,37 %.

Соотношение C_a к C_b уменьшалось от фазы кущения до трубкования по подсолнечнику – у стандарта на 2,94 %, сорта Багира – на 1,53 %, Баграт – на 3,09 % и увеличивалось к фазе колошения – на 2,65 %, 0,04 % и 3,72 % соответственно, по нуту изменения происходили в аналогичном направлении – у сорта Зустрич на 6,7 % и 3,15 %, Багира – на 1,58 % и 6,98 % и Баграт – на 2,19 % и 6,17 % соответственно.

В общем фонде хлорофилла превалировал C_a, соотношения $C_{a/b}$ находилось в пределах 0,99…2,07. По данным некоторых исследователей [8], которые совпадают с нашими результатами, в фазе колошения пшеницы на долю колосьев приходится в среднем 30 % фотосинтеза целого растения, на более поздних этапах развития величина этого показателя может достигать 50…60 %. Роль фотосинтеза колоса повышается в условиях засухи и недостаточного снабжения минеральным питанием.

Наши данные подтверждают сведения других авторов [9] о вкладе нелистовых хлорофиллоносных органов в общую продуктивность фотосинтеза. За период вегетации озимой пшеницы он составлял 31…38 %. Участие нелистовых зеленых органов в формировании урожая возрастало в неблагоприятных условиях, особенно при засухе. При водном дефиците их роль возрастает, так как эти органы меньше перегреваются.

Поскольку метеоусловия 2019 и 2020 гг. имели схожие характеристики, рассмотрим их в комплексе (табл. 3 и 4). На фоне засухи содержание C_a и C_b при посеве по подсолнечнику в среднем в фазе кущения составляло 16,61 и 13,59 мг/л, в фазе трубкования – 19,49 и 14,58 мг/л, колошения – 13,61 и 9,72 мг/л соответственно; по нуту – 18,82 и 13,05 мг/л; 19,77 и 13,79 мг/л; 14,43 и 12,02 мг/л соответственно.

С фазы кущения до фазы трубкования концентрация C_a и C_b в растениях увеличивалась в 2019 г. по подсолнечнику на 18,44 % и 5,82 %, по нуту – на 5,36 и 6,30 %, в 2020 г. – на 16,32 и 8,66 %; 4,73 и 4,88 % соответственно. С фазы трубкования до фазы колошения содержание C_a и C_b в растениях в 2019 г. уменьшалось по подсолнечнику на 29,65 и 32,03 %, по нуту – на 24,18 и 11,42 %, в 2020 г. – на 30,71 и 34,52 %; 29,77 и 14,25 % соответственно. Наибольшие величины этих показателей отмечены у всех сортов по подсолнечнику.

В 2019 г. с фазы кущения до фазы колошения в листьях происходило уменьшение концентрации C_a и C_b по подсолнечнику у сорта Зустрич соответственно на 6,58 и 8,48 %, Багира – на 3,15 и 10,13 %, Баграт – на 4,79 и 1,60 %, по нуту – на 10,04 и 0,92 %; 10,71 и 15,47 %; 5,93 и 13,90 %. В 2020 г. наблюдали схожую динамику.

За исследуемый период соотношение C_a к C_b уменьшалось с фазы кущения до трубкования по подсолнечнику у сорта Зустрич в 2019 г. на 24,75 %, в

4. Влияние различных сортов, возделываемых по технологии No-till, на накопление C_a и C_b и их соотношение в растениях озимой пшеницы (2020 г.), мг/л

Сорт (фактор А)	Вегетативная часть (фактор В)	Фаза развития (фактор С)								
		кущение			трубкование			колошение		
		C_a	C_b	$C_{a/b}$	C_a	C_b	$C_{a/b}$	C_a	C_b	$C_{a/b}$
Предшественник – подсолнечник										
Зустрич	колос	–	–	–	–	–	–	9,59	6,01	1,59
(St.)	листья	18,11	16,99	1,06	18,98	18,34	1,03	16,25	16,00	1,02
	стебли	–	–	–	18,27	16,49	1,11	18,19	11,98	1,52
	растение	18,11	16,99	1,06	18,63	17,42	1,07	14,67	11,33	1,38
Багира	колос	–	–	–	–	–	–	9,03	6,17	1, 46
	листья	12,42	11,34	1,09	20,59	14,18	1,45	17,31	8,48	2,04
	стебли	–	–	–	18,37	11,96	1,54	15,15	7,42	2,04
	растение	12,42	11,34	1,09	19,48	13,07	1,49	13,83	7,35	1,84
Баграт	колос	–	–	–	–	–	–	10,15	7,14	1,42
	листья	20,01	12,54	1, 60	21,29	15,01	1,41	19,64	12,99	1,51
	стебли	–	–	–	20,11	12,79	1,57	16,95	10,58	0,65
	растение	20,01	12,54	1,60	20,70	13,90	1,49	12,24	10,24	1,19
среднее		16,85	13,62	1,25	19,60	14,80	1,35	13,58	9,69	1,47
$НСР_{05}$ фактор А = 0,09 $НСР_{05}$ фактор В = 0,4; $НСР_{05}$ фактор С = 0,8										
$НСР_{05}$ взаимодействие АВ = 0,03; $НСР_{05}$ взаимодействие ВС = 0,04; $НСР_{05}$ взаимодействие АС = 0,01										
Предшественник – нут										
Зустрич	колос	–	–	–	–	–	–	9,17	7,14	1,28
(St.)	листья	17,45	14,76	1,18	21,91	19,54	1,12	18,53	16,81	1,10
	стебли	–	–	–	16,72	10,93	1,53	17,95	13,17	1,36
	растение	17,45	14,76	1,18	19,32	15,24	1,33	15,22	12,37	1,25
Багира	колос	–	–	–	–	–	–	9,49	7,57	1,25
	листья	19,72	10,81	1,82	21,18	13,14	1,61	17,43	13,92	1,25
	стебли	–	–	–	18,63	10,62	1,75	14,15	13,48	1,04
	растение	19,72	10,81	1,82	19,91	11,88	1,68	13,69	11,65	1,18
Баграт	колос	–	–	–	–	–	–	10,14	8,10	1,25
	листья	20,47	13,75	1,48	22,41	14,68	1,53	19,62	14,37	1,36
	стебли	–	–	–	19,85	13,57	1,46	10,73	11,56	0,92
	растение	20,47	13,75	1,48	21,13	14,12	1,49	13,49	11,34	1,17
среднее		19,21	13,11	1,49	20,12	13,75	1,50	14,13	11,79	1,20
$НСР_{05}$ фактор А = 0,3; $НСР_{05}$ фактор В = 0,2; $НСР_{05}$ фактор С = 0,5										
$НСР_{05}$ взаимодействие АВ = 0,16; $НСР_{05}$ взаимодействие ВС = 0,06; $НСР_{05}$ взаимодействие АС = 0,15										

2020 г. на 20,94 %, Багира – на 43,51 и 36,69 %, Баграт – на 23,77 и 16,87 % соответственно. К фазе колошения отмечали рост величин этих показателей – у сорта Зустрич в 2019 г. на 6,34 %, в 2020 г. – на 12,71 %, Багира – на 5,16 и 7,69 %, Баграт – на 13,07 и 10,67 %. При посеве по нуту увеличение у сорта Зустрич составило 15,59 и 16,01 %, Багира – 32,83 и 29,76 %, Баграт – 22,22 и 21,47 % соответственно.

В 2019 и 2020 гг. накопление C_a и C_b по всем сортам от фазы трубкования к колошению уменьшалось. Изменение соотношения $C_{a/b}$ в засушливых условиях при снижении уровня основного фотосинтетического пигмента (C_a) сопровождалось увеличением синтеза вспомогательного пигмента (C_b), что было адаптивной реакцией ассимиляционного аппарата растения на стрессовое воздействие. В общем фонде хлорофилла превалировал C_a, соотношения $C_{a/b}$ находилось в пределах 1,01…1,84.

Снижение содержания хлорофилла в растениях связно как со старением, так и с влиянием стрессовых факторов. При воздействии высокой температуры и водном дефиците происходит нарушение баланса между поглощением и использованием световой энергии в фотосинтезе. Это ведет к фотоингибированию и фотодеструкции фотосинтетического аппарата [10, 11, 12]. Оптимальной температурой окружающей среды для роста вегетативных органов озимой пшеницы считают 22…25 °С [13, 14]. При температуре 28 °С рост листьев замедляется и к 38 °С прекращается [15, 16, 17].

Каротиноиды ($C_{кар}$) – структурные компоненты фотосинтетических мембран хлоропластов [18]. Они активно участвуют в процессе фотосинтеза и защищают хлорофилл от воздействия экстремальных условий среды, обеспечивая устойчивость хлорофилл-белкового комплекса растений [19, 20, 21].

В 2018 г. в фазе кущения концентрация каротиноидов у стандарта Зустрич по подсолнечнику составила 0,36 мг/л, в 2019 г. – 0,91 мг/л, в 2020 г. – 1,15 мг/л, по нуту – 0,70 мг/л, 0,97 мг/л и 1,16 мг/л соответственно, к фазе колошения величины этого показателя по подсолнечнику увеличились в 3,6 раза, 2,2 раза и 1,7 раза; по нуту – в 2,5 раза, 2,4 раза и 1,9 раза соответственно. У остальных сортов это снижение было выражено меньше и составило по подсолнечнику у сорта Багира 1,8 раза, 1,4 раза и 1,3 раза соответственно, Баграт – в 1,7 раза, 1,5 раза и 1,1 раза; по нуту снижение по сортам находилось на уровне 1,4…1,5 раза и 1,6…1,7 раза. Все указанные изменения были значимыми на уровне $p \leq 0,05$.

В результате исследований выявлено, что в листьях всех сортов по всем предшественникам от фазы кущения до фазы трубкования шло увеличение концентрации каротиноидов при посеве по подсолнечнику – у Зустрич в 2018 г. – в 5,9 раз, в 2019 г. – 3,3 раза, в 2020 г. – 3,0 раза; Багира – в 2,6, 2,4 и 1,9 раза соответственно; Баграт – в 2,7, 2,3 и 1,6 раза соответственно. При посеве по предшественнику нут рост величин этих показателей составил у стандарта – в 3,3, 2,8 и 2,5 раза; Багира – в 3,0, 3,4 и 3,0 раза, Баграт – в 2,7, 2,5 и 2,4 раза соответственно. С фазы трубкования до колошения, наоборот, шло уменьшение накопления каротиноидов, которое незначительно варьировало по сортам и предшественникам в 0,6…1,1 раза (табл. 5). В целом, их концентрация в нелистовых органах была в 1,7…1,9 раза меньше, чем в листовых пластинках.

В засушливых условиях 2019 и 2020 гг. содержание хлорофилла в листьях коррелировало с концентрацией каротиноидов, так как количественные изменения пигментной системы – чувствительный показатель физиологического состояния растений и их фотосинтетического аппарата. В фазе колошения концентрация каротиноидов в эти годы была выше, чем в 2018 г., на 0,75 и 0,74 мг/л соответственно. Это отражает направленность адаптивных реакций растений при воздействии неблагоприятных факторов среды. По подсолнечнику и нуту у сортов Баграт и Зустрич наблюдали меньшее снижение

5. Влияние различных сортов, возделываемых по технологии No-till, на концентрацию каротиноидов, мг/л

Сорт (фактор А)	Вегетативная часть растения (фактор В)	2018 г.			2019 г.			2020 г.		
		фаза развития (фактор С)								
		кущение	трубкование	колошение	кущение	трубкование	колошение	кущение	трубкование	колошение
Предшественник – подсолнечник										
Зустрич (St.)	колос	–	–	1,49	–	–	2,19	–	–	2,93
	листья	0,36	2,36	2,13	0,91	2,61	2,04	1,15	2,70	2,48
	стебли	–	0,67	0,34	–	1,37	1,00	–	1,54	1,26
	растение	0,36	1,51	1,32	0,91	1,99	2,07	1,15	2,12	2,06
Багира	колос	–	–	1,90	–	–	1,69	–	–	2,04
	листья	0,19	3,01	2,41	1,16	3,97	2,80	1,94	4,72	3,71
	стебли	–	0,91	0,18	–	1,45	0,46	–	2,21	1,13
	растение	0,19	1,96	1,49	1,16	2,71	1,65	1,94	3,46	2,29
Баграт	колос	–	–	2,15	–	–	2,73	–	–	3,51
	листья	1,01	3,24	2,81	1,54	3,68	3,62	2,39	4,58	4,02
	стебли	–	1,27	0,25	–	2,15	0,59	–	2,90	0,72
	растение	1,01	2,25	1,74	1,54	2,91	2,31	2,39	3,74	2,75
среднее		0,52	1,91	1,52	1,20	2,54	2,01	1,83	3,11	2,37
$НСР_{05}$ фактор А = 0,4; $НСР_{05}$ фактор В = 0,1; $НСР_{05}$ фактор С = 0,5										
$НСР_{05}$ взаимодействие АВ = 0,17; $НСР_{05}$ взаимодействие ВС = 0,03; $НСР_{05}$ взаимодействие АС = 0,4										
Предшественник – нут										
Зустрич (St.)	колос	–	–	1,87	–	–	2,83	–	–	3,05
	листья	0,70	2,37	2,71	0,97	2,81	3,12	1,16	2,99	3,24
	стебли	–	1,24	0,85	–	1,56	1,24	–	1,71	1,39
	растение	0,70	1,81	1,81	0,97	2,18	2,39	1,16	2,35	2,26
Багира	колос	–	–	1,55	–	–	1,85	–	–	1,93
	листья	1,00	3,05	2,58	1,15	3,97	3,01	1,34	4,02	3,15
	стебли	–	1,28	0,23	–	1,46	0,32	–	1,37	0,59
	растение	1,00	2,17	1,45	1,15	2,71	1,72	1,34	2,69	1,89
Баграт	колос	–	–	2,00	–	–	2,86	–	–	2,93
	листья	1,35	3,75	3,84	1,48	3,79	3,90	1,59	3,86	4,01
	стебли	–	1,96	1,00	–	3,04	0,79	–	3,18	0,86
	растение	1,35	2,85	2,28	1,48	3,41	2,51	1,59	3,52	2,60
среднее		1,02	2,28	1,85	1,20	2,8	2,21	1,36	2,85	2,25
$НСР_{05}$ фактор А =0,3; $НСР_{05}$ фактор В = 0,2; $НСР_{05}$ фактор С = 0,4; $НСР_{05}$ фактор АВС = 0,3										
$НСР_{05}$ взаимодействие АВ = 0,18; $НСР_{05}$ взаимодействие ВС = 0,19; $НСР_{05}$ взаимодействие АС = 0,12										

концентрации каротиноидов с фазы трубкования до колошения, чем у сорта Багира, что, вероятно, связано с их повышенной стрессоустойчивостью. Возможно, в этот период возрастали затраты пластических веществ на поддержание и развитие вегетативных органов растений сорта Багира, что отразилось на их вкладе в формирование хозяйственно-ценной продукции.

Структурные и функциональные нарушения фотосинтетического аппарата, вызванные погодными условиями, отрицательно сказались на продуктивности растений (3,01…4,35 т/га). Урожайность озимой пшеницы при посеве по подсолнечнику составляла 2,78…4,71 т/га, по нуту – 3,26…4,35 т/га [1]. Сорт Баграт при посеве по подсолнечнику превзошел стандарт по сбору зерна на 12,6 %, по нуту – на 7,9 %, сорт Багира по обоим предшественникам был хуже контроля (табл. 6).

Таким образом, накопление C_a и C_b в растениях по всем сортам и предшественникам с фазы кущения до трубкования увеличивалось, а с фазы трубкования к колошению уменьшалось. С 2018 г. по 2020 г. в общем фонде хлорофилла превалировал C_a, соотношение $C_{a/b}$ в 2018 г. находилось в пределах 1,06…2,04, в 2019 г. – 0,99…2,07, в 2020 г. – 1,06…1,84.

Содержания каротиноидов в растениях по всем сортам и предшественникам возрастало с фазы кущения до трубкования и уменьшалось к фазе колошения. В 2019 г. и 2020 г. в фазе колошения концентрация каротиноидов была выше, чем в 2018 г., в среднем на 0,74 мг/л, что отражает направленность адаптивных реакций растений под воздействием засушливых явлений.

Почвенная засуха 2019 г. и особенно 2020 г. привела к формированию щуплого зерна, а высокие температуры – к его «захвату». Поэтому наибольшую продуктивность культуры отмечали в 2018 г. – на 1,49 т/га выше, чем в худшем 2020 г., что мы связываем с метеоусловиями периодов вегетации.

6. Продуктивность различных сортов озимой пшеницы, возделываемых по технологии No-till, т/га

Сорт (фактор А)	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее
предшественник – подсолнечник (фактор В)				
Зустрич (St.)	4,38	4,08	2,94	1,5
Багира	4,43	3,77	2,78	1,6
Баграт	4,71	4,36	3,31	1,4
среднее	4,50	4,07	3,01	1,5
предшественник – нут (фактор В)				
Зустрич (St.)	4,59	4,35	3,28	1,4
Багира	4,51	4,01	2,96	1,5
Баграт	4,95	4,69	3,54	1,4
среднее	4,68	4,35	3,26	1,4
2018 г.	$НСР_{05}$ фактор А = 0,6; $НСР_{05}$ фактор В = 0,8; $НСР_{05}$ взаимодействие АВ = 0,7			
2019 г.	$НСР_{05}$ фактор А = 0,7; $НСР_{05}$ фактор В = 0,8; $НСР_{05}$ взаимодействие АВ = 0,9			
2020 г.	$НСР_{05}$ фактор А = 0,9; $НСР_{05}$ фактор В = 1,1; $НСР_{05}$ взаимодействие АВ = 1,0			
Среднее:	$НСР_{05}$ фактор А = 0,7; $НСР_{05}$ фактор В = 0,9; $НСР_{05}$ взаимодействие АВ = 0,8			

Литература.

1. Влияние предшественников озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till, на динамику показателей почвенного плодородия и урожайность в условиях засушливой зоны Ставрополья / М. Ю. Азарова, Е. В. Письменная, В. А. Стукало и др. // Земледелие. 2020. № 3. С. 33–36.

2. Wise R. W., Kenneth Hoober J. The Structure and Function of Plastids // in The Diversity of Plastid Form and Function. Springer. Printed in The Netherlands, 2006. P. 3–26.

3. Сравнительный анализ показателей фотосинтеза и продуктивности у гибридов F2 озимой ржи / И. В. Шимко, И. В. Кульминская, Л. Н. Калитухо и др. // Физиология растений. 2009. Т. 56. № 1. С. 139–146.

4. Sairam R. K., Tyagi A. Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants // Current science. 2004. Vol. 86. No. 3. P. 407–421.

5. Исследований линий овса, различающихся по генам фотопериодической

чувствительности / В. А. Кошкин, И. Г. Лоскутов, И. А. Косарева и др. // Российская сельскохозяйственная наука. 2016. № 5. С. 10–13.

6. Пономарев С. Н., Пономарева М. Л. Фотосинтетические особенности сортов озимой ржи с различным контролем короткостебельности // Земледелие. 2017. № 7. С. 36–40.

7. Тарчевский И. А. Метаболизм растений при стрессе. Казань: Фэн, 2001. 448 с.

8. Бобков С. В., Бычков И. А. Содержание фотосинтетических пигментов и активность ферментов окислительного стресса у диких образцов гороха // Земледелие. 2018. № 4. С. 2–33.

9. Беденко В. П., Коломейченко В. В. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность агрофитоценозов озимой пшеницы // Сельскохозяйственная биология. 2005. №1. С. 59–64.

10. Оценка действия углекислого газа, выделяющегося при запашке соломы зерновых культур с Humicola fuscoatra, на фотосинтетические процессы и продуктивность сахарной свеклы / И. В. Черепухина, Н. В. Безлер, И. И. Васенев и др. // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 6. С. 34–37.

11. Петрова Л. Н., Ерошенко Ф. В., Ерошенко А. А. Продуктивность озимой пшеницы в различных почвенно-климатических зонах Северного Кавказа // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 12. С. 80–84.

12. Vass I., Aro E.-M. Photoinhibition of photosynthetic electron transport // Primary processes in photosynthesis, basic principles and apparatus / Ed. by G. Renger. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 2007. P. 393–425.

13. Ерошенко Ф. В., Ерошенко А. А., Сторчак И. Г. Эффективность поздних некорневых азотных подкормок озимой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 8. С. 32–35.

14. Снигирева О. М., Ведерников Ю. Е., Баталова Г. А. Формирование фотосинтетического аппарата яровой пшеницы сорта Баженка под влиянием регуляторов роста // Земледелие. 2020. № 6. С. 7–10.

15. Лисицын Е. М. Вариабельность относительного содержания пигментов в нелистовых органах озимой ржи в условиях эдафического стресса // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 6. С. 29–31.

16. Регуляция скорости роста листьев пшеницы при быстром повышении температур / Р. Г. Фархутдинов, С. В. Веселова, С. В. Веселова и др. // Физиология растений. 2003. Т. 50. № 2. С. 275–279.

17. Physiological response of three wheat cultivars to high shoot and root temperatures during early growth stages / I. S. A. Tahir, N. Nakata, T. Yamaguchi, et al. // Plant Prod. Sci. 2009. Vol. 12 (4). P. 409–419.

18. Басарыгина Е. М., Лицингер О. Ю., Путилова Т. А. Разработка методов оценки инновационных технологий в растениеводстве защищенного грунта // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 11. С. 75–77.

19. Ладыгин В. Г., Ширшикова Г. Н. Современные представления о функциональной роли каротиноидов в хлоропластах эукариот // Журнал общей биологии. 2006. Т. 67. № 3. С. 163–189.

20. Лебедева Т. С., Сытник К. М. Пигменты растительною мира. Киев: Наукова думка,1986. 88 с.

21. Ерошенко Ф. В., Петрова Л. Н. Фотосинтез колоса и качество зерна озимой пшеницы // Земледелие. 2011. № 1. С. 43–45.

Influence of the pigment system of plants of various winter wheat varieties on their productivity when cultivated using *no-till* technology

A. N. Esaulko, E. V. Pis'mennaya, M. Yu. Azarova
Stavropol State Agrarian University, per. Zootekhnicheskii, 12, Stavropol', 355017, Russian Federation

Abstract. *The studies were carried out in 2018–2020 in the arid zone of the Stavropol Territory to determine the effect of the pigment system of plants of various varieties of winter wheat on their productivity. The soil was dark chestnut. The forecrops (sunflower, chickpea) and winter wheat varieties Zustrich (St.), Bagira, and Bagrat were cultivated using no-till technology. We determined the pigment complex according to the method of Milaeva and Primak. The accumulation of chlorophyll a (Ca) and chlorophyll b (Cb) in plants for all varieties and forecrops from the tillering phase to booting increased 0.4–1.6 and 1.07–1.2 times, respectively, from the booting to earing phase it decreased 0.9–1.06 and 0.6–0.8 times. In 2018–2020, Ca prevailed in the total chlorophyll pool. The Ca/b ratio was in the range of 0.99–2.07 in 2018, 1.01–1.83 in 2019, 1.06–1.84 in 2020. This ratio varied from 1.00 to 2.04 over the varieties. There was an increase in the content of carotenoids (Ccar) in plants for all varieties and forecrops from the tillering phase to booting by 1.7–3.0 times and a decrease by 0.94–2.0 times by the heading phase. In the heading phase, the Ccar in 2019 and 2020 was higher than in 2018, by 0.74 mg/L. During these years, structural and functional changes in the photosynthetic apparatus of plants associated with weather conditions adversely affected the productivity of crops (for sunflower it decreased 1.5 times, for chickpea – 1.4 times). The yield of winter wheat for the forecrop of sunflower was 2.78–4.71 t/ha, chickpea – 3.26–4.35 t/ha. The grain harvest of Bagira variety was lower than that of the standard, by 0.24 t/ha and 0.71 t/ha, respectively.*

Keywords: *winter wheat (Triticum aestivum L.); chlorophyll; carotenoids; productivity; no-till technology.*

Author Details: *A. N. Esaulko, D. Sc. (Agr.), prof.; E. V. Pis'mennaya, D. Sc. (Agr.), prof.; M. Yu. Azarova, post-graduate student (e-mail: azarova778@gmail.com).*

For citation: *Esaulko AN, Pis'mennaya EV, Azarova MYu, et al. [Influence of the pigment system of plants of various winter wheat varieties on their productivity when cultivated using no-till technology]. Zemledelie. 2021;(3):10-5. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10302.*

doi: 10.24411/0044-3913-2021-10303
УДК 631.58.631.445.4(470:630)

Эффективность применения технологии No-till на чернозёмах обыкновенных Ставропольского края

В. С. ЦХОВРЕБОВ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (e-mail: tshovrebov@mail.ru)
А. Б. ТЕТЕНИЩЕВ, аспирант
В. И. ФАИЗОВА, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
В. Я. ЛЫСЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
А. А. НОВИКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Ставропольский государственный аграрный университет, пер. Зоотехнический 12, Ставрополь, 355000, Российская федерация

Исследования проводили с целью выявления эффективности технологии No-till на чернозёмах обыкновенных карбонатных мощных малогумусных среднесуглинистых. Работу выполняли в 2018–2020 гг. в Ставропольском крае. Стационарный полевой опыт в севообороте горох – озимая пшеница – подсолнечник – зерновое сорго предусматривал изучение следующих технологий обработки почвы: вспашка на глубину 22…25 см (традиционная); дискование на 10…12 см (минимальная); без обработки (No-till). Условия 2018–2019 сельскохозяйственного года были засушливыми, 2019–2020 г. – очень засушливыми. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы при посеве в 2019 г. классифицировались как удовлетворительные на всех культурах (91…130 мм), в 2020 г. – удовлетворительные на горохе и озимой пшенице, неудовлетворительные на подсолнечнике (71…88 мм), плохие на сорго (36…47 мм). Самые низкие в опыте запасы влаги в почве отмечены по вспашке (36…98 мм), в варианте с No-till они были выше на 9…19 мм. В фазе цветения эта закономерность сохранялась по всем культурам, а запасы влаги в 2019 г. оценивались как неудовлетворительные, в 2020 г. – критические. Полевая всхожесть семян увеличивалась от вспашки к минимальной обработке и No-till. Самая низкая урожайность гороха и озимой пшеницы отмечена по вспашке в 2020 г. – 1,31 т/га и 3,0 т/га соответственно, подсолнечника – в оба

года по минимальной технологии (1,54 и 1,13 т/га). Самый высокий сбор основной продукции всех культур наблюдали в варианте с No-till. У гороха он был выше, чем по вспашке, на 0,11…0,31 т/га, озимой пшеницы – на 0,26…0,74 т/га, подсолнечника – на 0,15…0,21 т/га. Зерновое сорго в вариантах с традиционной и минимальной технологиями в 2020 г. не сформировало урожая из-за засухи, а при использовании No-till сбор зерна культуры составил 0,63 т/га. Наиболее высокое в опыте качество зерна озимой пшеницы отмечали при традиционной обработке почвы.

Ключевые слова: *чернозём, вспашка, минимальная обработка, No-till, продуктивная влага, урожайность.*

Для цитирования: *Эффективность применения технологии No-till на чернозёмах обыкновенных Ставропольского края / В. С. Цховребов, А. Б. Тетенищев, В. И. Фаизова и др. // Земледелие. 2021. № 3. С. 15–19. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10303.*

Главная преграда для формирования стабильных и высоких урожаев озимой пшеницы в Ставропольском крае и многих других регионах – недостаток влаги [1, 2, 3]. Любая обработка почвы приводит к частичному иссушению пахотного слоя, а ее минимизация – к сокращению механического воздействия на почву и сохранению влаги [4, 5].

Несмотря на то, что сейчас по нулевой технологии во всем мире возделывают культуры на площади более 100 млн га, в России ее применяют менее чем на 1 % пашни. Среди основных преимуществ нулевой технологии называют сокращение эрозии, сохранение и накопление влаги, накопление азота и органического вещества, улучшение физического состояния почвы [6].

В то же время при переходе на нулевую технологию появляется много проблем, без решения которых ее эффективное использование невозможно [7]. Некоторые ученые, сомневаясь в целесообразности применения No-till во всех почвенно-климатических зонах, советуют переходить на прямой посев не на всей площади, а на части полей, чтобы избежать ошибок [8]. Механический перенос готовой технологии, успешно развивающейся в одних условиях, в других регионах может привести к провалу [9]. Нужно внимательно изучить и адаптировать ее к различным почвенно-климатическим условиям [10].

Ставропольский край характеризуется разнообразием почвенного покрова, который сформирован, преимущественно, на лёссовидных отложениях. При этом наибольшая доля (около 20 %) приходится на чернозёмы обыкновенные карбонатные. Они характеризуются относительно благоприятными физико-химическими свойствами и богатством минералогического состава, что определяет достаточно высокий уровень плодородия. Основные сельскохозяйственные культуры, выращиваемые на этих почвах, – зерновые (пшеница, ячмень, овёс), зернобобовые (горох) и пропашные (кукуруза, подсолнечник) [11, 12].

Цель работы – выявить эффективность применения технологии No-till на чернозёмах обыкновенных карбонатных среднемощных малогумусных среднесуглинистых в условиях Ставропольского края.

Исследования проводили в 2018–2020 гг. в стационарном полевом опыте в СХП «Хлебороб» Петровского района Ставропольского края. Изучали следующие технологии основной обработки почвы: вспашка на глубину 22…25 см плугом ПН-3-35 (традиционная); обработка дисковым орудием БДТ-3,0 на глубину 10…12 см (минимальная); без обработки почвы (No-till). Опыт закладывали в зернопропашном севообороте со следующим чередованием культур: горох – озимая пшеница – подсолнечник – зерновое сорго. Общая площадь делянок составляла 480 м^2 (ширина 12 м, длина 40 м), учётная – 280 м^2. Повторность трехкратная, размещение делянок рендомизированное.

Перед вспашкой проводили лущение на глубину до 10…12 см. После вспашки осуществляли остальные необходимые технологические операции (дискование, прикатывание, культивации и др.), сроки и кратность которых определялись состоянием почвы и выращиваемой культурой в соответствии с зональными рекомендациями. Минимальная технология обработки почвы предусматривала аналогичные операции.

В варианте с No-till после уборки культуры по мере появления сорняков проводили обработку гербицидом сплошного действия Торнадо 500 (2 л/га) с нормой расхода рабочей жидкости 80 л/га. Под яровые культуры весной проводили повторное опрыскивание за 12…14 дней до посева.

Посев осуществляли посевным комплексом John Deere 1890. Семена гороха сорта Саламанка заделывали на глубину 4…5 см в первой декаде марта нормой 1,3 млн всхожих семян на 1 га. Удобрения при посеве не вносили. Озимую пшеницу сорта Алексеич высевали нормой 4,5 млн всхожих семян на 1 га с одновременным внесением аммофоса 60 кг/га (N_7P_{31}). Весной проводили подкормку растений озимой пшеницы аммиачной селитрой в дозе 100 кг/га (N_{34}). Гибрид подсолнечника Бакарди высевали нормой 60 тыс. всхожих семян на 1 га, зернового сорго Аляска – 200 тыс. всхожих семян на 1 га, обе культуры с одновременным внесением аммофоса в дозе 60 кг/га (N_7P_{31}).

Отбор почвенных образцов для определения запасов продуктивной влаги проводили при посеве, в фазе цветения и во время уборки урожая. Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом, содержание клейковины – отмыванием из теста вручную, содержание белка – по методу Кьельдаля, стекловидность – с использованием диафаноскопа, натуру зерна – с использованием пурки. Уборку осуществляли прямым комбайнированием с измельчением и равномерным распределением растительных остатков на поверхности делянки комбайном Case 6130.

Почва опытного участка характеризовалась близкими к оптимальным физическими свойствами: плотность – 1,20...1,33 г/см^3, пористость – 54...58 %, коэффициент структурности – 1,5...2,4. Содержание органического вещества в пахотном слое почвы составляло 3,8...4,0 %, емкость катионного обмена – 23...25 мг-экв./100 г, pH водной суспензии – 8,2 ед., содержание подвижного фосфора и калия (по Мачигину) – соответственно 24...27 и 310...320 мг/кг, подвижной серы – 4,5…5,0 мг/кг. Содержание бора классифицировалось как высокое, марганца и меди – среднее, цинка, кобальта и молибдена – низкое. Опытный участок расположен в зоне перехода от чернозёмов южных к обыкновенным.

Климат территории характеризуется жарким засушливым летом, неустойчивой, малоснежной, с частыми оттепелями зимой. Нарастание температур весной происходит быстро, что приводит к высыханию почвы за короткий промежуток времени. Активная вегетация растений после перехода среднесуточной температуры воздуха через +10 °С начинается в первой половине апреля и продолжается 180…190 дней, продолжительность безморозного периода составляет 175…185 дней. В целом условия зоны характеризуются неустойчивым увлажнением с ГТК=0,9...1,1, суммой осадков 380...420 мм в год и суммой активных температур 3000...3200 °С.

По метеоусловиям 2019 и 2020 гг. были несколько различны. Конец 2018 г. и 2019 сельскохозяйственный год охарактеризовались недостаточным увлажнением, близким к засушливому. Осадков выпало на 20...25 % меньше климатической нормы. Наибольший дефицит влаги отмечали летом. Конец 2019 г. и весь 2020 г. были очень засушливыми, с не характерными для зоны чернозёмных почв условиями. Осадков выпало 60…65 % от нормы, при этом в ноябре, декабре, марте, апреле, августе и сентябре они отсутствовали или находились в преде-

лах 1...5 мм, что негативно сказалось на развитии сельскохозяйственных культур. В целом по Ставропольскому краю в 2020 г. собрали самый низкий за последние 20 лет урожай.

В 2019 г. запасы продуктивной влаги в почве при посеве практически под всеми культурами оценивались как удовлетворительные (табл. 1). Исключение составлял вариант с озимой пшеницей по No-till, где они были хорошими, и с сорго по вспашке, где они были неудовлетворительными. В 2020 г. удовлетворительные запасы влаги отмечены только под горохом и озимой пшеницей. Под подсолнечником они оценивались как неудовлетворительные (менее 90 мм), а при посеве сорго – как очень плохие или критические (менее 60 мм). Самые низкие величины этого показателя везде отмечали по вспашке. Установлено некоторое увеличение влагозапасов по минимальной обработке и более значительное по No-till. Так, под горохом в 2020 г. разница в содержании продуктивной влаги в слое 0...100 см между вариантами со вспашкой и No-till составляла 14 мм, под озимой пшеницей – 19 мм, под подсолнечником – 17 мм, под сорго – 9 мм.

В фазе цветения выявленные закономерности сохранялись по всем культурам, но запасы продуктивной влаги в 2019 г. по вспашке и минимальной обработке оценивались как неудовлетворительные. По технологии без основной обработки почвы величина этого показателя находилась в пределах удовлетворительных значений.

В 2020 г. содержание продуктивной влаги под всеми культурами, особенно сорго, оценивалось как плохое. Тем не менее, по нулевой технологии они были выше, чем по минимальной, и еще больше, по сравнению со вспашкой. Разница между традиционной обработкой почвы и No-till в посевах гороха составила – 10 мм; озимой пшеницы – 13 мм; подсолнечника – 9 мм, сорго – 11 мм. Следовательно, отсутствие основной обработки почвы способствует большему накоплению влаги, по сравнению со вспашкой и минимальной обработкой, как при посеве, так и в фазе цветения культур. Определённые различия в запасах влаги между культурами севооборота объясняются разными календарными сроками посева, цветения и уборки.

Во время уборки в 2019 г. запасы продуктивной влаги после выращивания гороха, озимой пшеницы и зернового сорго оценивались как плохие (60...90 мм), по подсолнечнику как очень плохие или критические (менее 60 мм). Тем не менее, значительной разницы между изучаемыми технологиями не обнаружено. Еще более критическими запасы продуктивной влаги были в уборочный период 2020 г. Особенно острый ее дефицит отмечен под зерновым сорго.

1. Влияние технологии обработки на содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм

Культура	Технология	Сроки отбора					
		посев		цветение		уборка	
		2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.
Горох	традиционная	124	98	82	38	63	47
	минимальная	128	100	93	42	68	54
	No-till	130	112	101	48	69	56
	$НСР_{05}$	5	6	7	4	4	4
Озимая пшеница	традиционная	105	76	77	36	68	35
	минимальная	136	83	84	41	72	33
	No-till	141	95	97	49	71	38
	$НСР_{05}$	6	5	6	5	6	4
Подсолнечник	традиционная	97	71	83	45	56	22
	минимальная	102	76	85	47	58	24
	No-till	113	88	94	54	59	24
	$НСР_{05}$	5	5	4	4	3	2
Зерновое сорго	традиционная	82	36	78	24	63	23
	минимальная	91	38	88	25	65	22
	No-till	98	47	92	35	66	28
	$НСР_{05}$	5	3	4	3	3	2

Достоверных различий в количестве всходов гороха между вариантами опыта не выявлено (табл. 2). Наибольшая в опыте полевая всхожесть отмечена по вспашке – 90 %. При этом на фоне No-till всходы появились только на 16-й день, или на 5 дней позже, чем по вспашке, и на 4 дня, по сравнению с минимальной обработкой.

У озимой пшеницы меньше всего взошедших растений отмечали по вспашке – 386 шт./м^2, что ниже, чем по No-till на 39 шт./м^2, и не существенно меньше, в сравнении с вариантом минимальной обработки. Появление всходов пшеницы в варианте без обработки почвы произошло на 4 дня раньше, чем в других вариантах. Выявленные на обеих культурах различия можно объяснить разницей в содержании доступной влаги.

При этом из-за неудовлетворительных запасов продуктивной влаги в почве под подсолнечником и критических под сорго значительной разницы во всхожести семян культур между вариантами опыта не обнаружено. Можно лишь отметить тенденцию появление всходов по No-till на несколько дней раньше, чем по вспашке и минимальной обработке. Следовательно, нулевая технология (без обработки почвы) способствует сокращению потерь влаги из верхних слоев почвы, что обеспечивает лучшую всхожесть выращиваемых культур.

В 2019 г. наименьшая в опыте урожайность гороха отмечена по вспашке – 1,52 т/га (табл. 3). При минимальной основной обработке почвы наблюдали незначительное, но достоверное повышение величины этого показателя. Наибольший ее рост отмечен в варианте с No-till – до 1,83 т/га, или на 0,31 т/га, по сравнению со вспашкой. В 2020 г. наименьшая в опыте урожайность гороха (1,31 т/га) также выявлена по вспашке. На фоне минимальной основной обработки почвы величина этого показателя возросла на 0,11 т/га, что однако оставалось в пределах ошибки эксперимента. В варианте с No-till технологией урожайность культуры увеличилась на 0,71 т/га и достоверно превышала величину этого показателя на фоне вспашки и минимальной обработки почвы.

2. Влияние технологии обработки почвы на полевую всхожесть семян

Культура	Технология	Количество всходов, шт./м^2	Полевая всхожесть, %	Период от посева до появления всходов, дней
Горох	традиционная	117	90,0	11
	минимальная	110	84,6	12
	No-till	115	88,5	16
	$НСР_{05}$	8		
Озимая пшеница	традиционная	386	85,8	16
	минимальная	394	87,5	16
	No-till	425	94,4	12
	$НСР_{05}$	16		
Подсолнечник	традиционная	5,8	96,7	9
	минимальная	5,9	98,3	10
	No-till	5,8	96,7	14
	$НСР_{05}$	0,4		
Зерновое сорго	традиционная	17,0	85,6	10
	минимальная	18,0	90,2	10
	No-till	18,5	95,4	13
	$НСР_{05}$	1,8		

3. Влияние технологии возделывания на урожайность полевых культур, т/га

Технология	Культура							
	горох		озимая пшеница		подсолнечник		зерновое сорго	
	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.
Традиционная	1,52	1,31	4,31	3,00	1,58	1,21	3,15	0
Минимальная	1,63	1,42	4,22	3,42	1,54	1,13	3,33	0
No-till	1,83	2,02	4,57	3,74	1,79	1,36	3,81	0,63
$НСР_{05}$	0,10	0,12	0,21	0,17	0,10	0,10	0,14	

При значительном дефиците влаги озимая пшеница сформировала относительно неплохой для зоны исследований урожай. Это, вероятно, обусловлено влиянием такого хорошего предшественника, как горох. Урожайность культуры по вспашке в относительно более благоприятном по увлажнению 2019 г. составляла 4,31 т/га. При минимальной обработке почвы она недостоверно снижалась на 0,09 т/га, а по технологии No-till – возросла до 4,57 т/га, что больше, чем по традиционной и минимальной обработке почвы, на 0,26 и 0,35 т/га соответственно.

В 2020 г. урожайность озимой пшеницы была меньше, чем в 2019 г., из-за более низкого увлажнения почвы. Наименьшей она была в варианте со вспашкой и составила 3,00 т/га. При минимальной обработке сбор зерна возрастал на 0,42 т/га, а при нулевой технологии – на 0,74 т/га.

Наименьший сбор маслосемян подсолнечника отмечали в варианте с минимальной обработкой. В 2019 величина этого показателя составляла 1,54 т/га, в 2020 г. – 1,13 т/га, хотя достоверной разницы со вспашкой не наблюдали. Это не согласуется с запасами продуктивной влаги, которые по минимальной технологии, хотя и незначительно, но превышали таковые по вспашке. Однако следует учитывать, что корневая система подсолнечника обладает достаточной мощностью и охватывает верхний полутораметровый слой почвы. Применение нулевой технологии в различные годы достоверно увеличивало урожайность маслосемян, по сравнению со вспашкой, на 0,15…0,21 т/га. В целом величина этого показателя в оба года была низкой для исследуемой почвенно-климатической зоны. Это объясняется их засушливостью.

Урожайность сорго в 2019 г. при вспашке (контроль) составила 3,15 т/га. По минимальной технологии она достоверно увеличивалась на 0,18 т/га, а в варианте с No-till – на 0,66 т/га, что согласуется с содержанием продуктивной влаги в почве.

В 2020 г. на фоне традиционной и минимальной технологий обработки почвы зерновое сорго из-за почвенной и атмосферной засухи не сформировало соцветия и не дало урожая. Такого не наблюдали в последние 30 лет. В варианте с No-till величина этого показателя составила 0,63 т/га. Это свидетельствует о ее преимуществе в очень засушливых условиях. Хотя разница в содержании продуктивной влаги была не очень большой, по сравнению с другими вариантами, и ее запасы классифицировались как неудовлетворительные, тем не менее это обеспечило формирование хоть какого-то урожая, чего не было в вариантах со вспашкой и минимальной обработкой.

Несмотря на засуху, в оба года формировалось качественное зерно озимой пшеницы. Особенно неожиданным стало максимальное в опыте содержание белка (14,1%) и клейковины (28,7%) в варианте со вспашкой, в котором оно соответствовало 2-му классу качества. По минимальной технологии количество белка достоверно снижалось на 0,7 %, по No-till – на 1,1 %, клейковины – соответственно на 2,7 и 3,0 %. В этих вариантах зерно соответствовало 3-му классу. Натура зерна варьировала в пределах 735…740 г/л, по результатам математической обработки разница была недостоверной. Также не обнаружено различий между вариантами и по стекловидности зерна.

Таким образом, применение в засушливые и крайне засушливые по увлажнению годы технологий с минимальной обработкой и No-till приводит к увеличению запасов продуктивной влаги в почве (в среднем на всех культурах в 2019 г. при посеве – на 12…19 мм, цветении – на 8…16 мм, во время уборки – на 3…4 мм; в 2020 г. при посеве – на 4…16 мм, цветении – на 3…11 мм, во время уборки достоверных различий не обнаружено), по сравнению со вспашкой, полевой всхожести (озимой пшеницы – на 1,7…9,6 %); урожайности гороха (в 2019 г. – на 0,11…0,29 т/га, в 2020 г. – на 0,09…0,71 т/га), озимой пшеницы (по No-till – на 0,26 т/га), сорго (в 2019 г. – на 0,18…0,66 т/га). В 2020 г. урожайность сорго по No-till составила 0,63 т/га, тогда как в остальных вариантах растения урожай не сформировали. Урожайность подсолнечника в оба года исследований увеличивалась только по No-till, а между вариантами со вспашкой и минимальной обработкой почвы не различалась. Наиболее высокое качество зерна озимой пшеницы отмечали по технологии, предусматривающей вспашку. В целом в засушливые годы урожайность культур зернопропашного севооборота по технологии No-till была существенно выше, чем при традиционной и минимальной основной обработке почвы.

4. Влияние технологии обработки почвы на качество зерна озимой пшеницы (среднее за 2019–2020 гг.)

Технология	Содержание белка, %	Клейковина, %	Натура, г/л	Стекловидность, %
Традиционная	14,1	28,7	740	49
Минимальная	13,4	26,0	737	50
No-till	12,9	25,7	735	49
$НСР_{05}$	0,27	0,44	6,8	3,3

Литература.

1. Слюсарев В. Н. Онищенко Л. М., Швец Т. В. Почвенно-экологическая оценка чернозема выщелоченного Западного Предкавказья // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. 2013. № 89. С. 960–972.

2. Динамика показателей почвенного плодородия при возделывании сельскохозяйственных культур по технологии No-till в условиях Ставропольского края / А. Н. Есаулко, С. А. Коростылёв, М. С. Сигида и др. // Агрохимический вестник, 2018. № 4. С. 58–62.

3. Changes in the content of organic matter in black soils of Central Ciscaucasia caused by their agricultural use / V. S. Tshovrebov, V. I. Faizova, D. V. Kalugin, et al. // Biosciences BiotechNology Research Asia. 2016. 13 (1). P. 231–236.

4. Цховребов В.С., Есаулко А.Н., Новиков А.А. Современные проблемы плодородия почв Ставрополья // Агрохимический вестник. 2017. № 4. С. 3–8.

5. Дорожко Г. Р. Путь к прямому посеву // Аграрный консультант. 2011. № 1. С. 24–27.

6. Дей С. Опыт Канады // Ресурсосберегающее земледелие. 2012. № 2 (14). С. 7–12.

7. Небавский В. С., Чернявская С. Н. «No-till» vs «классика» // Аграрный консультант. 2011. № 1. С. 16–20.

8. 8. Гассен Д., Гассен Ф. Прямой посев: путь к успеху начинается с первого верного шага // Ресурсосберегающее земледелие. 2012. № 4 (16). С. 7–11.

9. Турин Е. Н. Преимущества и недостатки системы земледелия прямого посева в мире (обзор) // Таврический вестник аграрной науки. 2020. № 2 (22). С. 150–168.

10. Дридигер В. К. Технология прямого посева в Аргентине // Земледелие. 2013. № 1. С. 21–25.

11. Влияние длительного применения прямого сева на основные агрофизические факторы плодородия почвы и урожайность озимой пшеницы в условиях засушливой зоны / Г. Р. Дорожко, О. И. Власова, О. Г. Шабалдас и др. // Земледелие. 2017. № 7. С. 7–9.

12. Есаулко А. Н., Ожередова А. Ю., Громова Н. В. Оптимизация питания сортов озимой пшеницы путём внесения расчетных доз минеральных удобрений на планируемый уровень урожайности // Агрохимический вестник. 2018. № 4. С. 3–7.

Efficiency of no-till technology in ordinary chernozems of the Stavropol Territory

V. S. Tshovrebov, A. B. Tetenishev, V. I. Faizova, V. Ya. Lysenko, A. A. Novikov
Stavropol State Agrarian University, per. Zootechnicheskiy, 12, Stavropol, 355017, Russian Federation

Abstract. *The research aimed to reveal the efficiency of no-till technology in ordinary carbonate thick low-humus medium loamy chernozems. The work was carried out in 2018–2020 in the Stavropol Territory. A stationary field experiment in the crop rotation of pea, winter wheat, sunflower, and grain sorghum provided for the study of the following tillage technologies: ploughing to the depth of 22–25 cm (traditional); disking by 10–12 cm (minimum); without cultivation (no-till). The conditions of the 2018–2019 agricultural year were dry, in 2019–2020 it was very dry. The reserves of productive moisture in a meter layer of soil during sowing in 2019 were classified as satisfactory for all crops (91–130 mm), in 2020 they were satisfactory for pea and winter wheat, unsatisfactory for sunflower (71–88 mm), poor for sorghum (36–47 mm). The lowest moisture reserves in the soil in the experiment were noted for ploughing (36–98 mm), in the no-till variant they were higher by 9–19 mm. In the flowering phase, this pattern persisted for all crops, and moisture reserves in 2019 were assessed as unsatisfactory, and in 2020 they were critical. Field germination of seeds increased from ploughing to minimal tillage and no-till. The lowest yield of pea and winter wheat was noted for ploughing in 2020: 1.31 t/ha and 3.0 t/ha, respectively, of sunflower – in both years at the minimum technology (1.54 t/ha and 1.13 t/ha). The highest yield of the main product of all crops was observed in the variant with no-till. For pea, it was higher than for ploughing, by 0.11–0.31 t/ha, for winter wheat – by 0.26–0.74 t/ha, for sunflower – by 0.15–0.21 t/ha. Grain sorghum in the treatments of traditional and minimum technologies did not form a crop in 2020 due to drought, and when using no-till, the harvest was 0.63 t/ha. The highest quality of winter wheat grain in the experiment was noted for traditional tillage.*

Keywords: *chernozem; ploughing; minimal tillage; no-till; productive moisture; productivity.*

Author Details: *V. S. Tshovrebov, (e-mail: tshovrebov@mail.ru); A. B. Tetenishev, post graduate student; V. I. Faizova, D. Sc. (Agr.), prof.; V. Ya. Lysenko, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.; A. A. Novikov, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.*

For citation: *Tshovrebov VS, Tetenishev AB, Faizova VI, et al. [Efficiency of no-till technology in ordinary chernozems of the Stavropol Territory]. Zemledelije. 2021; (3):15-9. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10303.*

doi: 10.24411/0044-3913-2021-10304
УДК: 633.11 «324»:631.84:631.445.51

Оптимизация азотного питания озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till на темно-каштановых почвах

А. Н. ЕСАУЛКО, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Д. А. МЕЛЬНИКОВ, аспирант (e-mail: melnikov.dmi2017@yandex.ru)
А. Ю. ОЖЕРЕДОВА, старший преподаватель
Е. В. ГОЛОСНОЙ, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Ставропольский государственный аграрный университет, пер. Зоотехнический, 12, Ставрополь, 355017, Российская Федерация

Работу проводили в 2018–2020 гг. с целью определения влияния способов и сроков внесения жидких азотных удобрений (КАС) на содержание в 0...20 см слое темно-каштановых почв аммонийного и нитратного азота, урожайность и качество зерна озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till в засушливой зоне Ставропольского края. Изучали способы внесения КАС (фактор А) – опрыскивание AMAZONE UX 4200 Super, внутрипочвенное внесение Duport Liquilazer; сроки внесения (фактор В) – без удобрений, кущение осенью (N_{32}), кущение весной (N_{64}), осенью и весной (N_{96}). Внесение азотных удобрений повышало содержание в почве аммонийного азота на 1,3...4,1 мг/кг, нитратного – на 1,7...7,5 мг/кг, относительно контроля. За вегетацию пшеницы наибольшее содержание аммонийного (26,8 мг/кг) и нитратного (22,5 мг/кг) азота в почве обеспечило внутрипочвенное совместное внесение КАС осенью (N_{32}) и весной (N_{64}) с использованием Duport Liquilazer. В зависимости от способов и сроков использования азотных удобрений урожайность озимой пшеницы увеличилась, относительно контроля, на 0,03...1,16 т/га. Осеннее внесение КАС (N_{32}) не оказало существенного влияния на урожайность культуры. В опыте все способы и сроки внесения КАС увеличивали содержание клейковины в зерне, по сравнению с контролем, на 0,8...7,8 %, белка – на 2,3...2,9 %. Максимальное в опыте содержание белка и клейковины в зерне обеспечило внутрипочвенное внесение КАС осенью (N_{32}) и весной (N_{64}) с использованием Duport Liquilazer. Качество продукции в контроле соответствовало IV классу, в удобренных вариантах – III классу. При возделывании озимой пшеницы на темно-каштановых почвах по технологии No-till наиболее рентабельным в опыте оказалось внутрипочвенное внесение КАС в фазы осеннего (N_{32}) и весеннего кущения (N_{64}) растений культуры с использованием Duport Liquilazer (144 %).

Ключевые слова: *озимая пшеница (Triticum aestivum L.), сроки и способы внесения КАС, формы азота в почве, технология No-till, урожайность, качество зерна.*

Для цитирования: *Оптимизация азотного питания озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till на темно-каштановых почвах / А. Н. Есаулко, Д. А. Мельников, А. Ю. Ожередова и др. // Земледелие. 2021. № 3. С. 19–22. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10304.*

Для обеспечения устойчивости почвенного покрова, сохранения и накопления органического вещества в почве, стабилизации урожайности и снижения себестоимости продукции многие ученые и практики рекомендуют возделывание сельскохозяйственных культур по технологии No-till [1]. В последние годы она стала основным трендом ресурсосбережения, площадь посевов с ее использованием только в Ставропольском крае увеличилась в 5 раз, достигнув 250...275 тыс. га, а в России – более 3 млн га. Переход на эту технологию, помимо приведенных преимуществ, способствует экономии материальных и трудовых ресурсов, повышению рентабельности производства [2].

На основании анализа результатов проведенных исследований, производственных опытов и статистических данных исследователями определены зоны освоения технологии No-till: установлены типы, подтипы почвы, благоприятные для ее использования [3]. В частности, установлена резкая дифференциация плодородия между слоями почвы 0...10 и 10...20 см на фоне нулевой технологии, по сравнению с традиционной. Для достижения продуктивности, соответствующей почвенно-климатическим условиям зоны, дозы внесения минеральных удобрений при использовании технологии No-till должны быть выше на 30...35 % [4].

Озимая пшеница с 1 т основной продукции выносит около 35 кг азота, 10 кг фосфора и 20 кг калия,

1. Влияние способов и сроков внесения КАС на содержание аммонийного азота в темно-каштановой почве под озимой пшеницей (среднее за 2018–2020 гг.), мг/кг

Способ внесения (фактор А)	Срок внесения (фактор В)	Фаза развития растений (фактор С)					Среднее по фактору	
		кущение (осень)	кущение (весна)	выход в трубку	колошение	полная спелость	А, $НСР_{05}$=0,7	В, $НСР_{05}$=0,7
Опрыскивание (AMAZONE UX 4200 Super)	контроль	18,6	19,0	16,1	13,6	11,5	17,1	15,8
	N_{32}(осень)	19,7	20,0	17,0	13,0	10,5		16,4
	N_{64} (весна)	18,3	23,2	20,0	16,5	13,7		19,0
	$N_{32}+N_{64}$	20,0	25,7	21,6	18,7	15,1		20,9
Внутрипочвенное внесение (Duport Liquilazer)	контроль	18,4	18,9	16,3	13,5	11,9	18,4	
	N_{32}(осень)	20,4	20,5	17,5	14,0	11,2		
	N_{64}(весна)	18,8	25,3	21,5	17,7	14,6		
	$N_{32}+N_{64}$	20,7	26,8	22,7	20,6	17,3		
Среднее по С ($НСР_{05}$ = 0,8)		19,4	22,4	19,1	16,0	13,2	$НСР_{05}$ =1,8	

поэтому одним из важных элементов технологии ее возделывания можно считать азотные подкормки. Азотные удобрения выступают мощным фактором повышения урожайности, обеспечивающим от 30 до 60 % прибавки урожая [5], и улучшения качества зерна озимой пшеницы [6, 7]. При освоении технологии No-till многие авторы особое внимание обращают на содержания азота в почве, поскольку растения озимой пшеницы не эффективно используют азотные удобрения, внесенные поверхностно [8].

Эффективность азотных удобрений при технологии No-till зависит от ряда факторов, в том числе почвенно-климатических условий, применяемых элементов технологии возделывания, выбора вида удобрения, дозы, срока и способа его внесения, а также особенностей питания конкретного сорта [9].

Цель исследований – определение влияния сроков и способов внесения жидких азотных удобрений (КАС) на урожайность и качество зерна озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till в засушливой зоне Ставропольского края.

Работу проводили в 2018–2020 гг. на землепользовании КФХ Водопьянов С. С., которое расположено в засушливой зоне Ставропольского края. Почвенный покров опытного участка представлен тёмно-каштановыми почвами. На момент проведения исследований почва характеризовалась высоким содержанием нитратного азота (16...30 мг/кг), низким – подвижного фосфора (16...21 мг/кг) и органического вещества (3,3...3,9 %), средним и повышенным – подвижного калия (260...369 мг/кг), а также имела слабощелочную реакцию почвенного раствора (8,03...8,10 ед.).

Органическое вещество в почве определяли по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91), подвижные соединения фосфора и калия – по Мачигину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205–91), нитратный азот – ионометрическим методом (ГОСТ 26951-86), реакцию почвенного раствора – потенциометрически в водной суспензии (ГОСТ 26423–85).

Схема опыта предполагала изучение следующих вариантов:

способ внесения КАС (фактор А) – опрыскивание AMAZONE UX 4200 Super, заделка в почву Duport Liquilazer;

сроки внесения КАС (фактор В) – без удобрений (контроль), в фазе кущения осенью (N_{32}), в фазе кущения весной (N_{62}), совместное внесение осенью и весной (N_{96}).

Делянки размещали методом организованных повторений, повторность опыта 3-х кратная. Ширина – 24 м, длина – 500 м, общая площадь – 12000 м^2. Предшественник – подсолнечник. Сорт озимой пшеницы – Гром. Анализы и учеты осуществляли по общепринятым методикам. Расчет экономической эффективности производства зерна озимой пшеницы представлен в ценах 2020 г.

Годы проведения эксперимента характеризовались повышенным температурным режимом: разница с климатической нормой в 2018–2019 сельскохозяйственном году составляла 1,7 °С, в 2019–2020 сельскохозяйственном году – 2,1 °С. Оба года оказались острозасушливыми – в 2018–2019 сельскохозяйственном году количество осадков (393 мм) было ниже нормы на 113,5 мм, а в 2019–2020 г. – на 196,3 мм.

Уменьшение эффективности использования растениями азотных удобрений, вносимых поверхностно на фоне технологии No-till связанно с тем, что они остаются на поверхности до тех пор, пока не перейдут в растворимую форму. При внесении на почву, покрытую мульчирующим слоем растительных остатков, потери аммиака увеличиваются. Для их снижения необходимо тщательно подходить к выбору формы и способа внесения удобрения. В наших исследованиях по способам внесения наибольший в опыте положительный достоверный прирост (1,3 мг/кг) содержания аммонийного азота в почве отмечен при заделке КАС в почву с использованием Duport Liquilazer (табл. 1).

При осеннем внесении КАС (N_{32}) происходило несущественное увеличение среднего содержания аммонийного азота (на 0,6 мг/кг), относительно контроля, в слое почвы 0...20 см, при весеннем (N_{64}) и со-

2. Влияние способов и сроков внесения КАС на содержание нитратного азота в темно-каштановой почве под озимой пшеницей (среднее за 2018–2020 гг.), мг/кг

Способ внесения (фактор А)	Срок внесения (фактор В)	Фаза развития растений (фактор С)					Среднее по фактору	
		кущение (осень)	кущение (весна)	выход в трубку	колошение	полная спелость	А ($НСР_{05}$=0,6)	В ($НСР_{05}$=0,6)
Опрыскивание (AMAZONE UX 4200 Super)	контроль	7,4	10,9	10,1	6,2	5,3	10,7	8,0
	N_{32}(осень)	11,1	12,5	10,2	5,9	4,5		9,6
	N_{64}(весна)	7,0	17,0	16,2	10,5	8,1		13,1
	$N_{32}+N_{64}$	11,3	18,7	18,1	12,3	10,0		15,5
Внутрипочвенное внесение (Duport Liquilazer)	контроль	7,2	10,7	10,4	6,3	5,1	12,4	
	N_{32}(осень)	12,9	13,5	12,0	6,8	6,3		
	N_{64}(весна)	6,7	21,1	19,0	14,2	11,4		
	$N_{32}+N_{64}$	12,9	22,5	20,7	15,3	12,7		
Среднее по С ($НСР_{05}$ =0,8)		9,6	15,9	14,6	9,7	7,9	$НСР_{05}$ =1,2	

3. Влияние способов и сроков внесения КАС на урожайность озимой пшеницы при возделывании по технологии No-till (среднее за 2019–2020 гг.), т/га

Способ внесения (фактор А)	Сроки внесения (фактор В)				Среднее по А ($НСР_{05}$ = 0,12)
	контроль	N_{32} (осень)	N_{64} (весна)	$N_{32}+N_{64}$	
Опрыскивание (AMAZONE UX 4200 Super)	3,05	3,18	3,56	3,78	3,39
Внутрипочвенное внесение (Duport Liquilazer)	3,08	3,35	3,89	4,21	3,63
Среднее по В ($НСР_{05}$ = 0,22)	3,07	3,27	3,73	4,00	$НСР_{05}$ = 0,26

вместном (N_{32} + N_{64}) использовании КАС установлен достоверный рост средней величины этого показателя на 3,2 и 4,1 мг/кг соответственно.

На протяжении всего периода вегетации озимой пшеницы наибольшее количество аммонийного азота в почве отмечено в варианте с внутрипочвенным внесением КАС (N_{32}+ N_{64}) Duport Liquilazer. Максимальное в среднем по опыту содержание аммонийного азота отмечено в фазе весеннего кущения – 22,4 мг/кг почвы, что связано с условиями увлажнения и со схемой внесения удобрений.

Мульча и оставленная стерня уменьшали испарение, что на фоне повышенных температур в годы проведения исследований, обеспечивало сохранение влаги в почве. Накопление нитратного азота в почве определялось фазой развития растений озимой пшеницы, способом и сроком внесения КАС.

Микроклимат на поверхности почвы менее благоприятен для разложения растительных остатков, чем внутри, в первую очередь из-за более высоких запасов продуктивной влаги. В результате режим нитратного азота в слое почвы 0...20 см в значительной степени определял способ использования КАС (табл. 2). Так, наибольший положительный достоверный прирост (1,7 мг/кг) среднего содержания нитратного азота в почве отмечен при внутрипочвенном внесении. При этом существенное увеличение величины этого показателя, по сравнению с неудобренным контролем, отмечено во всех вариантах опыта: при осеннем сроке – на 1,6 мг/кг, при весеннем – на 5,1 мг/кг, при двукратном внесении – на 7,5 мг/кг.

В период весеннего кущения установлено максимальное в опыте среднее содержание нитратного азота в слое почвы 0...20 см, что объясняется более благоприятными условиями увлажнения и схемой внесения удобрений. В последующие сроки отбора происходило достоверное снижение его концентрации с достижением минимальных в опыте величин к фазе полной спелости.

Изучаемые приемы в совокупности с условиями увлажнения в годы проведения экспериментов оказали определенное влияние не только на содержание подвижного азота в почве, но и на продуктивность озимой пшеницы.

Более благоприятным по распределению осадков был 2018–2019 сельскохозяйственный год, в который в контроле урожайность достигла 3,05 т/га, что оказалось на 0,31 т/га выше, чем в 2019–2020 сельскохозяйственном году. Внутрипочвенное внесении карбамидно-аммиачной смеси с использованием Duport Liquilazer существенно увеличило средний сбор зерна с единицы площади, по сравнению с опрыскиванием AMAZONE UX 4200 Super, на 0,24 т/га (табл. 3).

Внесение осенью КАС (N_{32}) не оказало достоверного влияния на урожайность озимой пшеницы. Существенную прибавку контролю отмечали при использовании КАС (N_{64}) в фазе весеннего кущения (+0,66 т/га) и совместном внесении КАС в фазы осеннего и весеннего кущения (+0,93 т/га). Самый высокий сбор зерна культуры в анализируемый период времени (2019–2020 гг.) наблюдали в варианте с внутрипочвенным внесением карбамидно-аммиачной смеси двукратно (осень + весна) – 4,21 т/га.

Способ внесения карбамидно-аммиачной смеси оказывал влияние на качество зерна. При ее заделке в почву содержание клейковины в зерне достоверно повышалось, по сравнению с опрыскиванием, на 0,9 %, содержание белка несущественно возрастало на 0,4 %, а показатель ИДК достоверно снижался на 7,3 ед. (табл. 4).

Внесение карбамидно-аммиачной смеси во все изучаемые сроки повышало показатели качества зерна озимой пшеницы, по сравнению с контролем. В нем существенно возрастало содержание клейковины на 1,0, 4,9 и 7,2 %, а величина показателя ИДК снижалась на 22,7, 19,5 и 22,7 ед. Достоверное повышение содержания белка, по сравнению с контролем, произошло только в вариантах с использованием азотного удобрения весной (N_{64}), а также осенью и весной (N_{32}+N_{64}) – на 1,8 и 2,6 %.

Наибольшие в опыте прибыль (29,4...42,27 тыс. руб./га) и уровень рентабельности (122...144 %) отмечали при заделке КАС в фазы осеннего и весеннего кущения озимой пшеницы в почву, что выше, чем при внесении КАС опрыскиванием, на 1,9...7,7 тыс. руб./га и 5...22 % соответственно.

Максимальные в опыте величины показателей экономической эффективности обеспечило внутрипочвенное внесение КАС в фазы осеннего (N_{32}) и весеннего кущения (N_{64}) растений озимой пшеницы с использованием Duport Liquilazer: урожайность составила 4,21 т/га, прибыль – 42,27 тыс. га/га, уровень рентабельности – 144 %.

4. Влияние способов и сроков внесения КАС на качество зерна озимой пшеницы

Способ внесения (фактор А)	Срок внесения (фактор В)	Клейковина, %	Показатель ИДК, ед.	Белок, %
Опрыскивание (AMAZONE UX 4200 Super)	контроль	17,3	88,0	10,9
	N_{32}(осень)	18,1	64,5	11,5
	N_{64}(весна)	21,3	65,0	12,4
	$N_{32}+N_{64}$	23,8	66,0	13,2
Внутрипочвенное внесение (Duport Liquilazer)	контроль	17,3	79,0	10,9
	N_{32}(осень)	18,5	57,0	11,9
	N_{64}(весна)	23,2	63,0	12,9
	$N_{32}+N_{64}$	25,1	55,5	13,8
$НСР_{05\ фактор\ А}$		0,8	2,6	0,5
$НСР_{05\ фактор\ В}$		0,9	3,4	0,9
$НСР_{05\ взаимодействие\ АВ}$		1,6	5,2	1,1

5. Экономическая эффективность производства зерна озимой пшеницы в зависимости от способов и сроков внесения КАС (среднее за 2019–2020 гг.)

Показатель	Способ внесения							
	опрыскивание (AMAZONE UX 4200 Super)				внутрипочвенное внесение (Duport Liquilazer)			
	контроль	N_{32} (осень)	N_{64} (весна)	$N_{32}+N_{64}$	контроль	N_{32} (осень)	N_{64} (весна)	$N_{32}+N_{64}$
Урожайность, т/га	3,05	3,18	3,56	3,78	3,08	3,35	3,89	4,21
Цена выращенного зерна, тыс. руб./т	15,00	16,00	16,00	17,00	15,00	16,00	17,00	17,00
Денежная выручка, руб./га	45,75	50,88	56,96	64,26	46,2	53,6	66,13	71,57
Затраты труда:								
на 1 га, чел.-ч.	12	12,4	12,8	13,2	12,1	12,8	13	13,6
на 1 т, чел.-ч.	3,93	3,90	3,60	3,49	3,93	3,82	3,341	3,23
Производственные затраты, тыс. руб./га	21,50	23,40	25,90	28,30	21,7	24,2	27,3	29,3
Себестоимость, тыс. руб./т	7,05	7,36	7,28	7,49	7,04	7,22	7,02	6,96
Прибыль, тыс. руб./га	24,25	27,48	31,06	35,96	24,5	29,4	38,83	42,27
Уровень рентабельности, %	113	117	120	127	113	122	142	144

Таким образом, при изучении влияния сроков и способов внесения КАС на продуктивность озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till в засушливой зоне Ставропольского края установлено, что заделка жидких азотных удобрений (КАС) в почву с использованием Duport Liquilazer способствовало существенному увеличению содержание нитратного и аммонийного азота в слое 0...20 см темно-каштановой почвы, по сравнению с внесением КАС опрыскивателем AMAZONE UX 4200 Super.

Использование КАС (N_{32}) осенью не оказало существенного влияния на содержание подвижного азота, урожайность и качество зерна озимой пшеницы. Применение КАС в фазе весеннего кущения (N_{32}) и двукратное внесение КАС в фазы осеннего (N_{34}) и весеннего (N_{64}) кущения достоверно повышало сбор зерна культуры, по сравнению с контролем, на 0,51...0,81 т/га и 0,73...1,18 т/га, содержание белка – на 1,8...2,6 % соответственно.

Максимальные в опыте урожайность и качество зерна, а также показатели экономической эффективности обеспечило внутрипочвенное внесение КАС в фазы осеннего (N_{32}) и весеннего кущения (N_{64}) растений озимой пшеницы с использованием Duport Liquilazer: урожайность составила 4,21 т/га, прибыль – 42,27 тыс. руб./га, уровень рентабельности – 144 %.

Литература.

1. Влияние предшественников озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till, на динамику показателей почвенного плодородия и урожайность в условиях засушливой зоны Ставрополья / М. Ю. Азарова, Е. В. Письменная, В. А. Стукало и др. // Земледелие. 2020. № 3. С. 33–36.

2. Дридигер В. К., Гаджиумаров Р. Г. Возделывание сельскохозяйственных культур по технологии прямого посева в крайне засушливой зоне Ставропольского края // Аграрный вестник Урала. 2020. № 9 (200). С. 9–16.

3. Эффективность применения технологии прямого посева при возделывании полевых культур в засушливой зоне Центрального Предкавказья / И. А. Вольтерс, О. И. Власова, В. М. Передериева и др. // Земледелие. 2020. № 3. С. 14–18.

4. Чекаев Н. П., Кузнецов А. Ю. Технология No-till – путь к реальным результатам // Продовольственная политика и безопасность. 2015. Т. 2. № 1. С. 7–18.

5. Эффективность применения жидких и твердых азотных минеральных удобрений в ранневесеннюю подкормку посевов озимой пшеницы / А. Н. Есаулко, Г. А. Гарибджанян, Е. В. Голосной и др. // Земледелие. 2020. № 3. С. 38–40.

6. Шеуджен А. Х., Громова Л. И., Пастернак Я. Е. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы, возделываемой после подсолнечника // Плодородие. 2015. № 1 (82). С. 4–7.

7. Завалин А. А., Соколов О. А. Азот и качество зерна пшеницы // Плодородие. 2018. № 1 (100). С. 14–17.

8. Менькина Е. А. Влияние технологии No-till на активность микроорганизмов, трансформирующих соединения азота, в чернозёме обыкновенном Центрального Предкавказья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 3 (77). С. 24–27.

9. Шаповалова Н. Н., Годунова Е. И., Воропаева А. А. Эффективность азотной подкормки озимой пшеницы в технологии без обработки почвы в условиях неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 6 (80). С. 69–74.

Optimization of nitrogen nutrition of winter wheat cultivated using no-till technology on dark chestnut soils

A. N. Esaulko, D.A. Melnikov, A. Yu. Ozheredova, E. V. Golosnoi
Stavropol State Agrarian University, per. Zootekhnicheskii, 12, Stavropol', 355017, Russian Federation

Abstract. *The experiment was performed in 2018-2020 to determine the effect of methods and timing of liquid nitrogen fertilizers (KAS) application on the content of ammonium and nitrate nitrogen in the 0–20 cm layer of dark brown soil, yield and quality of winter wheat grown by no-till technology in the arid zone of the Stavropol Territory. We examined the methods of KAS applying (factor A) – spraying by AMAZONE UX 4200 Super, intra-soil application by Duport liquilazer – and application dates (factor B): tillering phase in autumn (N32), tillering phase in spring (N64), tillering phases in autumn and spring (N96). The application of nitrogen fertilizers increased the content of ammonium nitrogen in the soil by 1.3–4.1 mg/kg, nitrate nitrogen – by 1.7–7.5 mg/kg, relative to the control. During the growing season of wheat, the highest content of ammonium (26.8 mg/kg) and nitrate (22.5 mg/kg) nitrogen in the soil was provided by intra-soil joint application of KAS in autumn (N32) and spring (N64) using Duport Liquilazer. Depending on the methods and terms of using nitrogen fertilizers, the yield of winter wheat increased, relative to the control, by 0.03–1.16 t/ha. Autumn application of KAS (N32) did not have a significant effect on the crop yield. In the experiment, all methods and terms of KAS application increased the gluten content in the grain, in comparison with the control, by 0.8–7.8%, protein – by 2.3–2.9%. The maximum protein and gluten content in the grain in the experiment was provided by the intra-soil application of KAS in autumn (N32) and spring (N64) using Duport Liquilazer. The quality of the products in the control corresponded to the IV class, in the fertilized versions – to the III class. When cultivating winter wheat on dark chestnut soils using no-till technology, the most profitable in the experiment was the intra-soil introduction of KAS in the autumn (N32) and spring (N64) tillering phases of winter wheat plants using Duport liquilazer (144%).*

Keywords: *winter wheat (Triticum aestivum L.); terms and methods of KAS application; forms of nitrogen in the soil; no-till technology; yield; grain quality.*

Author Details: *A. N. Esaulko, D. Sc. (Agr.), prof.; D.A. Melnikov, post graduate student (e-mail: melnikov.dmi2017@yandex.ru); A. Yu. Ozheredova, senior lecture; E. V. Golosnoi, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.*

For citation: *Esaulko AN, Melnikov DA, Ozheredova AYu, et al. [Optimization of nitrogen nutrition of winter wheat cultivated using no-till technology on dark chestnut soils]. Zemledelije. 2021;(3):19-22. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10304.*

doi: 10.24411/0044-3913-2021-10305
УДК 633.11”324”;631.8470.63

Роль стимулятора роста и микроудобрений в формировании продуктивности озимой пшеницы в засушливых условиях

Е. Б. ДРЁПА, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: drepa-elena@mail.ru)
Р. Н. ПШЕНИЧНЫЙ, аспирант
М. В. ПОНОМАРЕНКО, кандидат экономических наук, доцент
Л. В. ТРУБАЧЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Л. Н. ПЕТРОВА, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Ставропольский государственный аграрный университет,
пер. Зоотехнический, 12,
Ставрополь, 355017, Российская Федерация

Исследования проводили с целью оценки влияния совместного применения рост стимулирующих препаратов и микроудобрений в различные фазы вегетации на продуктивность озимой пшеницы (сорт Идиллия). Работу выполняли в 2018–2020 гг. в засушливой зоне Ставропольского края. Схема опыта включала следующие варианты: 1) обработка семян ВЛ-77 (0,5 л/т) + Оракул Семена (1,0 л/т) и опрыскивание посевов в фазе весеннего кущения ВЛ-77(0,5 л/га) + Оракул Мультикомплекс (1,0 л/га); 2) семена – ВЛ-77 (0,5 л/га) + Оракул Семена (1,0 л/га), посевы – ВЛ-77 (0,5 л/га) + Оракул Мультикомплекс (1,0 л/га) в фазе весеннего кущения и ВЛ-77 (0,5 л/га) + Оракул Сера актив (1,0 л/га) в фазе флаг-листа; контроль – Доспех-3, кс (0,4 л/т). Наибольшая урожайность (4,68 т/га) отмечена в варианте при протравливании семян ВЛ 77 + Оракул Семена в сочетании с обработкой в фазе весеннего кущения ВЛ 77 + Оракул Мультикомплекс в наиболее благоприятном 2019 г. Это было на 0,10...0,29 т/га выше контроля и варианта с обработкой семян и двукратным опрыскиванием посевов. Вторая обработка вегетирующих растений в фазе флаг листа препаратами ВЛ 77 + Оракул Сера Актив увеличивала продолжительность межфазного периода колошение–налив зерна, что не позволило растениям уйти от действия суховеев. Это снизило массу 1000 зерен на 2,2 г, относительно варианта с обработкой семян и вегетирующих растений в фазе весеннего кущения, что привело к снижению урожайности на 2,3 %. В контроле в среднем за 3 года урожайность составила 3,4 т/га. Применение рост стимулирующих препаратов и комплекса микроудобрений повышало ее на 4,6...5,1 %. Уровень рентабельности при этом увеличился с 66,1 до 89,5 %.

Ключевые слова: *озимая пшеница (Triticum), рост стимулирующие препараты, микроудобрения, урожайность.*

Для цитирования: *Роль стимулятора роста и микроудобрений в формировании продуктивности озимой пшеницы в засушливых условиях / Е. Б. Дрёпа, Р. Н. Пшеничный, М. В. Пономаренко и др. // Земледелие. 2021. № 3. С. 23–26. doi:10.24411/0044-3913-2021-10305.*

Озимая пшеница в Ставропольском крае – одна из важнейшей продовольственных и экономически выгодных культур, площадь посевов которой в крае ежегодно составляет 1,2...1,6 млн га [1]. Для формирования высоких и устойчивых урожаев озимой пшеницы важно контролировать состояние посевов культуры, а также с помощью соответствующих агротехнических мероприятий и комплекса доступных средств химизации управлять ее ростом и развитием для снижения отрицательного и усиления положительного действия факторов жизнедеятельности [2]. Накоплению высоких и стабильных урожаев качественного зерна озимой пшеницы способствует оптимизация обеспечения растений основными минеральными элементами в комплексе с рост стимулирующими препаратами и микроудобрениями, которые активизируют процессы жизнедеятельности растений, укрепляют защитные свойства, повышают устойчивость к неблагоприятным условиям выращивания [3].

При возделывании озимой пшеницы в Ставропольском крае число хозяйств, применяющих стимуляторы роста в совокупности с микроудобрениями, постоянно растет. Однако разнообразие стимулирующих препаратов и микроудобрений, поступающих на рынок, затрудняет их выбор. В связи с этим возникает необходимость изучения эффективности препаратов нового поколения применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям [1, 4].

В состав растений входит более 60 химических элементов. Основную роль среди них играют азот, фосфор, калий, сера, железо, кальций и магний. Кроме того, для формирования высокой урожайности растения необходимо обеспечить такими микроэлементами, как бор, марганец, молибден, цинк, медь [5]. Микроэлементы оказывают положительное влияние на полевую всхожесть, рост и развитие растений озимой пшеницы, а также на их устойчивости к неблагоприятным факторам среды (засуха, похолодание, поражение болезнями, вредителями и др.), способствуют улучшению условий питания, увеличивают темпы роста и развития растений, что положительно влияет на урожайность и качество продукции [6].

Цель исследования – оценка влияния совместного применения рост стимулирующих препаратов и микроудобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях засушливой зоны Ставропольского края.

Исследования проводили в 2017–2020 гг. в засушливой зоне Ставропольского края в Буденновском районе на базе Прикумской опытно-селекционной станции по методике государственного испытания сельскохозяйственных культур. Почва опытного участка – каштановая, карбонатная, легкосуглинистая с содержанием гумуса (по ГОСТ 26213-91) – 1,7 %; подвижного фосфора и калия (по ГОСТ 26205-91) – 20,0...23,0 и 350...400 мг/кг соответственно; $pH_{водн.}$ (по ГОСТ 26423-85) – 8,2 ед. (слабощелочная).

Экспериментальный участок расположен в засушливой зоне. В годы проведения опытов метеоусловия различались как по сумме осадков, так и по температурному режиму, что позволило более объективно оценить изучаемые биопрепараты.

В зоне проведения исследований среднемноголетняя сумма осадков в течении вегетационного периода составляет 350...355 мм осадков. В исследуемый период их выпало 200...225 мм, что на 145...170 мм меньше нормы. Дополнительно условия увлажнения осложняла неравномерность распределения осадков по периодам развития.

Осенью 2017/18 сельскохозяйственного года выпало 53,8 мм, 2018/19 г. – 78 мм, 2019/20 г. – 59,4 мм, что практически в 2 раза меньше средней многолетней нормы (120 мм). Выпадавшие в 2017/18 г. осадки распределялись не равномерно, что сказалось на появлении всходов. Но благодаря длительности теплого (15...17 ^{0}C) периода растениям озимой пшеницы в зиму ушли в фазе трех-четырех побегов. Аналогичная ситуация сложилась в 2019/20 г. В посевной период 2018/19 г. выпало всего лишь 11,0 мм осадков. Это на 65 мм меньше средней многолетней нормы, что негативно отразилось на всхожести.

1. Схема опыта

Вариант	Срок применения		
	обработка семян (ОС)	фаза весеннего кущения ($ОР_1$)	фаза флаг-листа ($ОР_2$)
1	Контроль	–	–
2	ВЛ 77 (0,5 л/т) + Оракул Семена (1 л/т)	ВЛ 77 (0,5 л/т) +Оракул Мультикомплекс (1 л/га).	–
3	ВЛ 77 (0,5 л/т) + Оракул Семена (1 л/т)	ВЛ 77 (0,5 л/га) + Оракул Мультикомплекс (1 л/га)	ВЛ 77 (0,5 л/га) + Оракул Сера Актив (1 л/га)

Зимы в годы исследований были достаточно мягкими, но в апреле 2020 г. наблюдали возвратные заморозки с температурой до -13 ^{0}С, что пагубно сказалось на развитии растений. Выпавшие за три весенних месяца 30 мм осадков привели к тому, что на растениях озимой пшеницы отмечали развитие только одного главного побега, что стало причиной низкой урожайности. В конце мая–начале июня среднесуточная температура была на 4...5 ^{0}С выше многолетней. Высокий температурный режим, отсутствие осадков и суховейные явления сказались на размерах и качестве урожая.

В опыте высевали районированный сорт озимой мягкой пшеницы Идиллия нормой 4,0 млн всхожих семян на 1 га. Посев проводили элитными семенами сеялкой СЗ-3,6 в оптимальные для зоны сроки (третья декада сентября – первая декада октября).

Учётная площадь делянки – 200 м^2, повторность – четырёхкратная. Под предпосевную обработку во всех вариантах вносили аммофос ($N_{10}P_{50}$) нормой 100 кг/га в физической массе. В фазе кущения проводили азотную подкормку аммиачной селитрой (N_{30}) нормой 100 кг/га в физической массе. Перед посевом во всех вариантах семена протравливали препаратом Доспех-3, КС с нормой расхода 0,4 л/т.

В первой декаде апреля в период весеннего кущения посевы во всех вариантах опрыскивали гербицидами. После этого проводили обработку препаратами согласно схеме опыта.

Фазу флаг-листа во все годы исследований отмечали во 2...3 декаде мая. В этот период проводили опрыскивание против септориоза и фузариоза колоса фунгицидом Фалькон, КЭ с нормой расхода 0,6 л/га. Перед этим осуществляли обработку ростостимулирующим препаратом и препаратом, содержащим серу, согласно схеме опыта.

Схема опыта предусматривала три варианта применения препаратов в различные сроки вегетации озимой пшеницы (табл. 1).

ВЛ 77 – комплексный природно-синтетический препарат контактно-системного действия для обработки семян и вегетирующих растений, стимулирующий рост и развитие растений и улучшающий способности растений адаптироваться к условиям окружающей среды, повышающий урожайность и качество зерна (*https://dolagro.ru/catalogue/catalogue-plant-growth-stimulants/*);

Оракул Семена – комплексное жидкое микроудобрение для обработки семян полевых культур с целью улучшения их укоренения (*https://dolagro.ru/catalogue/catalogue-microfertilizers/oracle-semena/*);

Оракул Мультикомплекс – комплексное универсальное жидкое микроудобрение для внекорневой подкормки полевых культур (*https://dolagro.ru/catalogue/catalogue-microfertilizers/oracle-multicomplex-16/*);

Оракул сера актив – высокоэффективное серное микроудобрение для внекорневой подкормки полевых культур, увеличивающее содержание белка и клейковины в зерне (*https://dolagro.ru/catalogue/catalogue-microfertilizers/oracul-sera-activ/*).

Учеты и наблюдения проводили в основные фазы роста растений озимой пшеницы – перед уходом в зиму, в фазах весеннего кущения, флаг листа и полной спелости. Полную спелость отмечали в третьей декаде июня поскольку условия в период роста и развития растений были острозасушливыми, а отсутствие влаги способствовало высыханию растений на корню.

Фенологические наблюдения, определение структуры и учет урожая проводили по методике государственного сортоиспытания (*Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2: Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / подгот. М. А. Федин и др. М.: Б. и., 1989. 194 с.*). Технологическое качество зерна определяли по ГОСТ Р52554-2006; стекловидность зерна – по ГОСТ 10987; содержание белка и клейковины, ИДК – по ГОСТ 13586.1. Математическую обработку осуществляли методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (*М.: Альянс, 2011*).

Появление всходов и количество взошедших растений определяло содержанием продуктивной влаги в посевном слое. В 2017 и 2019 гг. в метровом слое находилось 65...70 мм влаги, в посевном – 9...10 мм. Это позволило всходам появиться на 10...15 сутки и уйти в зиму в фазе 2...3 боковых побегов. Осень 2018 г. характеризовалась как острозасушливая, недобор осадков за сентябрь–октябрь составили 65,5 мм, в сравнении со среднемноголетней нормой. Из-за пересушенного верхнего слоя почвы всходы появились лишь в феврале.

Энергия прорастания семян в вариантах с их обработкой стимулятором роста ВЛ-77 и комплексом микроудобрений Оракул Семена в среднем за 3 года исследований была на 3...8 % выше, чем в контроле, что связано с интенсивным ростом корневой системы.

Ряд авторов указывают на прямую зависимость между линейными показателями роста растений и урожайностью озимой пшеницы [6]. В среднем за 3 года обработка семян регулятором роста ВЛ-77 и комплексом микроудобрений Оракул семена положительно сказалась на биометрических показателях растений.

Так, масса растений в фазе весеннего кущения в среднем за 2018–2020 гг. в контроле составила 11,7 г, а после предпосевной обработки ВЛ-77 и Оракул Семена величина этого показателя увеличивалась на 23,5...24,3 %. Применяемые вместе с протравителем Доспех-3 препараты способствовали росту величины высоты растений в этот период, относительно контроля, на 17,3 % (табл. 2). Количество побегов в контроле и опытных вариантах различалось незначительно.

Наименьшую массу 10 растений, высоту и количество стеблей отмечали в 2018/19 сельскохозяйственном году поскольку всходы из-за недостатка продуктивной влаги в почве осенью появились лишь в феврале. Применяемые препараты способствовали увеличению массы 10 растений, по сравнению с контролем,

2. Биометрические показатели озимой пшеницы в фазе весеннего кущения

Вариант	Масса 10 растений, г			Высота растений, см			Количество стеблей, шт.		
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Контроль (фон)	13,1	10,0	12,4	17,2	14,8	16,9	3,2	1,0	2,9
Фон + ОС* + $ОР_1$**	16,5	13,4	14,3	19,4	16,7	20,0	3,8	1,2	3,2
Фон + ОС* + $ОР_1$**+ $ОР_2$***	16,0	14,0	14,7	21.4	15,9	19,7	3,7	1,1	3,4
$НСР_{05}$	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

*(здесь и далее во всех таблицах) *ОС – обработка семян; **$ОР_1$ – обработка растений в фазе кущения; ***$ОР_2$ – обработка растений в фазе флаг-листа.*

Фото: почвенный вредитель проволочник (личинка жуков-щелкунов) *Agriotes spp.* в многократном увеличении

NEW*

«Нокдаун-эффект» в защите от почвенных и наземных вредителей

Бомбарда, КС

130 г/л тиаметоксама + 90 г/л имидаклоприда + 60 г/л фипронила

Первый 3-х компонентный инсектицидный протравитель для обработки семян зерновых культур и клубней картофеля

- Мощный «нокдаун-эффект» для личинок всех возрастов и имаго почвообитающих и наземных вредителей
- Продолжительная защита прикорневой зоны и надземной части всходов
- Высочайшая эффективность при высокой численности вредителей и в любых почвенно-климатических условиях
- Оптимизация числа инсектицидных обработок по вегетации

www.betaren.ru

ЩЕЛКОВО АГРОХИМ

*новый российский продукт

Реклама

Фото: обыкновенный паутинный клещ (*Tetranychus urticae*), сканирующая микрофотография

NEW*

Абсолютная защита от клещей

Акардо, ККР

250 г/л спиродиклофена

Акарицид нового химического класса - кетоенолов - в НАНОформуляции

- Высокая эффективность против всех стадий развития клещей, включая имаго самок
- Активное воздействие на устойчивые популяции
- Уничтожение клещей на нижней стороне листа за счет трансламинарной активности
- Быстродействие и эффективное сокращение численности клещей при любых погодных условиях
- Высокое побочное действие против щитовок, медяниц, цикадок

Культуры применения: яблоня, виноград и соя

www.betaren.ru

ЩЕЛКОВО АГРОХИМ

** новый российский продукт*

Реклама

Фото: яблонный цветоед
Anthonomus pomorum

Избавит сад от вредителей

Тейя, КС

480 г/л тиаклоприда

Высокоэффективный системный инсектицид для защиты яблоневых садов от сосущих и грызущих вредителей

- Острая контактно-кишечная токсичность для цветоедов, листоверток, плодожорки, щитовок и других вредителей
- Мощный эффект от одной обработки
- Длительный защитный период – до 30 дней
- Короткий период ожидания – 10 дней
- Низкая токсичность для насекомых-опылителей и полезной энтомофауны
- Эффективный компонент антирезистентной программы защиты сада

www.betaren.ru

ЩЕЛКОВО АГРОХИМ

Реклама

Фото:
кристаллы сахара
в многократном увеличении

Соединяем выраженный лечебный эффект и мощное профилактическое действие

Винтаж, МЭ

+ 65 г/л дифеноконазола
25 г/л флутриафола

Системный фунгицид с защитным и куративным действием для борьбы с болезнями сахарной свеклы и других культур

- Инновационная формуляция в виде микроэмульсии для быстрого проникновения действующих веществ к месту локализации инфекции и моментального действия на патогены
- Специально подобранное сочетание действующих веществ для усиления начальной фунгицидной активности и продления периода защитного действия
- Мощное профилактическое и лечебное действие
- Разрешена авиаобработка

Культуры применения: свекла сахарная, соя, горох, рис

www.betaren.ru

ЩЕЛКОВО АГРОХИМ

Реклама

3. Биометрические показатели растений озимой пшеницы в фазе флаг-листа

Вариант	Масса 10 растений, г			Высота растений, см			Коэффициент кущения		
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Контроль	71,4	80,2	62,5	40,6	44,6	39,5	2,8	3,2	1,0
Фон + ОС* + $ОР_1$**	92,3	99,1	73,4	43,9	48,2	42,9	3,1	3,8	1,1
Фон + ОС* + $ОР_1$**+ $ОР_2$***	91,6	98,8	74,0	44,1	47,8	43,5	3,0	3,7	1,1
$НСР_{05}$	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1

на 3,4...4,0 г, высоты растений – на 1,1...1,9 см.

Результаты учета биометрических показателей растений в фазе флаг листа свидетельствуют, что весной 2020 г. масса растений была ниже, чем в 2018 и 2019 гг. Разница в контроле в эти годы достигала 12,5...22,1 % (0,89...1,77 г). В вариантах с применением в фазе кущения ВЛ-77+Оракул Мультикомплекс масса растений в 2018 и 2019 гг. была выше, чем в 2020 г., на 20,0...26,0 % (табл. 3). В среднем за 3 года применение в фазе кущения препаратов ВЛ-77+Оракул Мультикомплекс повышало массу 10 растений на 23,5 %. Высота растений по годам значительно не различалась, поскольку высокий температурный режим весной способствовал быстрому переходу от одной фазы к другой, что вызывало замедление роста растений. В опытных вариантах величина этого показателя была больше, чем в контроле, на 3,2...4,0 см, а в среднем за 3 года – на 8,4 %. Коэффициент кустистости в 2020 г. оказался гораздо ниже, чем в предыдущие годы, он был равен 1,0...1,1, тогда как в 2018 г. достигал 2,8...3,1, в 2019 г. – 3,2...3,8. Это связано со сложившимися в 2020 г. острозасушливыми условиями и возвратными заморозками в весенний период, после чего у растений озимой пшеницы отмечали сброс боковых побегов.

Оценивая урожайность по годам, следует отметить, что наиболее благоприятным оказался 2019 г., когда во всех вариантах опыта она превышала 4,0 т/га. Применение рост стимулирующих препаратов и микроудобрений обеспечило значительную прибавку к контролю на уровне 4,3...6,6 %. Наибольшей (0,29 т/га) она была в варианте с использованием ВЛ-77 + Оракул Семена при предпосевной обработке и ВЛ-77 + Оракул Мультикомплекс в период возобновления весенней вегетации. Обработка в фазе флаг листа препаратами ВЛ-77 и Оракул Сера Актив, в сочетании с выпавшими в мае 56 мм осадков способствовали интенсификации метаболизма растений озимой пшеницы. Это привело к увеличению продолжительности вегетационного периода на 5 дней и не позволило растениям уйти от суховейных явлений, что способствовало формированию более щуплого зерна, в связи с чем урожайность составила 4,58 т/га. Она была достоверно выше, чем в контроле, на 0,19 т/га, но несущественно ниже, по сравнению с вариантом, в котором в период вегетации проводили только обработку препаратами ВЛ-77+Оракул Мультикомплекс (табл. 4).

4. Урожайность озимой пшеницы в зависимости применения рост стимулирующих препаратов и микроудобрений, т/га

Вариант	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Средняя
Контроль	3,55	4,39	2,46	3,47
Фон+ ОС*+ $ОР_1$**	3,73	4,68	2,48	3,63
Фон+ ОС* + $ОР_1$**+$ОР_2$***	3,84	4,58	2,52	3,65
$НСР_{05}$	0,13	0,15	0,10	0,12

В менее благоприятном 2018 г. в варианте с обработкой семян и двукратным опрыскиванием в период вегетации превышение урожайности, относительно контроля, составило 0,29 т/га. Прибавка к варианту с одной обработкой (0,11 т/га) была недостоверной. Вегетационный период 2020 г. оказался наименее урожайным, что связано с остро засушливыми условиями с сентября по июль и возвратными весенними заморозками, которые повредили конус нарастания на IV...V этапах органогенеза, когда происходила интенсивная дифференциация колоса на отдельные колосовые бугорки.

В среднем за 3 года исследований прибавка от предпосевной обработки препаратами ВЛ-77 и Оракул семена в сочетании с опрыскиванием посевов в фазе весеннего кущения ВЛ-77 и Оракул Мультикомплекс, относительно контроля, составила 0,18 т/га. Дополнительное применение ВЛ-77 и Оракул Сера Актив в фазе флаг листа не обеспечивало значительной прибавки, по сравнению с обработкой посевов в фазе весеннего кущения препаратами ВЛ-77 и Оракул Мультикомплекс.

Наибольшее количество продуктивных стеблей озимой пшеницы в среднем за 3 года сформировалось в варианте с трехкратным использованием изучаемых препаратов – 414 шт./м^2. Это на 8,5 % выше, чем в контроле, и на 1,2 %, по сравнению с вариантом с двукратным применением.

Наибольшее число зерен в колосе (35,9...38,3 шт.) и масса 1000 зерен (39,4...40,2 г) отмечены в 2019 г., что выше, чем в 2018 г. (соответственно вариантам), на 1,3...7,0 %, по сравнению с 2020 г. – на 15,3...21,2 %. Самые высокие величины этих показателей отмечали при обработке семян в сочетании с опрыскиванием посевов в фазе весеннего кущения. Они превышали контроль в 2018 г. на 9,0 %, 2019 г. – на 6,3 %, 2020 г. – на 11,0 %.

В среднем за 3 года число продуктивных стеблей увеличилось с 373 шт./м^2 в контроле до 410...413 шт./м^2 в экспериментальных вариантах, количество зерен в колосе – с 32,5 шт. до 35,6...35,8 шт.; масса 1000 зерен – с 38,2 г до 38,6...39,2 г (табл. 5).

Самая низкая масса 1000 зерен отмечена в 2020 г., который был крайне засушливым. Величина этого показателя в 2018 и 2019 гг. оказалась выше, чем в 2020 г. (соответственно вариантам), на 1,5...3,2 г и 1,6...2,6 г соответственно.

Содержание белка – главный показатель качества зерна озимой пшеницы. Его величина зависит от количества азота, поглощенного растением. Если благодаря подкормке создаются условия для поступления в растения большего количества азота, чем нужно для формирования урожая, то одновременно с увеличением урожайности происходит повышение содержания азота в вегетативных органах, что способствует накоплению белка в зерне [7, 8].

5. Влияние рост стимулирующих препаратов и микроудобрений на элементы структуры урожая озимой пшеницы

Вариант	Количество продуктивных стеблей, шт./м^2				Количество зерен в колосе, шт.				Масса 1000 зерен, г			
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее	2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее	2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее
Контроль	384,0	400,0	335,0	373,0	33,4	35,9	28,3	32,5	38,4	39,4	36,8	38,2
Фон + ОС* + $ОР_1$**	416,0	428,0	386,0	410,0	36,7	38,3	31,8	35,6	39,5	40,2	38,0	39,2
Фон + ОС* + $ОР_1$**+ $ОР_2$***	421,0	426,0	392,0	413,0	37,4	37,9	32,1	35,8	40,2	38,6	37,0	38,6
$НСР_{05}$	1,6	2,0	1,3		0,1	0,1	0,1		0,1	0,1	0,1	

6. Влияние рост стимулирующих препаратов и микроудобрений на качество зерна озимой пшеницы

Вариант	Количество клейковины, %			Натура зерна, г/л			ИДК, ед.		
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Контроль	17,0	20,9	11,2	775,0	818,0	729,0	60,0	62,0	85,0
Фон + ОС* + $ОР_1$**	18,6	21,4	12,0	779,0	821,0	737,0	68,0	55,0	90,0
Фон + ОС* + $ОР_1$**+ $ОР_2$***	18,8	20,4	12,2	774,0	824,0	736,0	71,0	75,0	100,0
$НСР_{05}$	0,1	0,2	0,2	2,1	2,9	1,8	0,4	0,5	0,3

Обработка посевов озимой пшеницы в фазе колошения комплексом микроудобрений Оракул Сера актив и стимулятором роста ВЛ-77 способствовали увеличению содержания белка в зерне пшеницы озимой до 14,1 %. Совместное применение макро- и микроудобрений влияло на азотное питание растений, тем самым увеличивая сбор белка.

Наибольшее содержание клейковины за годы исследований отмечено в благоприятном 2019 г. – 20,4...21,4 % в зависимости от варианта. Самым низким (11,2...12,2 %) оно было в наиболее неблагоприятном 2020 г. Между вариантами с обработкой в 2018 и 2020 гг. значительных различий не установлено, что дает право сделать вывод о том, что препараты ВЛ-77+Оракул Сера Актив не оказали положительного влияния на формирование качества зерна.

В 2018 и 2019 гг. во всех вариантах опыта показатель ИДК составлял от 55,0 до 75,0 ед., что соответствует первой группе качества клейковины. В 2020 г. (85,0...100,0) – только II класса (табл. 6).

Результаты анализа экономической эффективности свидетельствуют о том, что применение препаратов повышало затраты, в сравнении с контролем, в среднем на 10,0...12,0 тыс. руб./т. Самую высокую рентабельность производства озимой пшеницы в обоих вариантах с применением препаратов отмечали в 2019 г., она составила 76,1...77,5 %, что на 4,7...6,1 % выше контроля. Аналогичную картину отмечали в 2018 и 2020 гг., с разницей в производственных затратах, которые напрямую зависели от цен на удобрения, средства защиты и цен на реализацию зерна.

Экономический эффект от применения рост стимулирующих препаратов и микроудобрений, в сравнении с контролем, находился на уровне 2,0...3,0 тыс. руб./га. В среднем за три года уровень рентабельности их применения варьировал от 66,1 до 89,6 %.

Таким образом, в среднем за 3 года наилучшей схемой использования рост стимулирующих препаратов и микроудобрений оказалось сочетание предпосевной обработки ВЛ-77+Оракул Семена с опрыскиванием в фазе весеннего кущения ВЛ-77+Оракул Мультикомплекс, в фазе флаг листа – ВЛ-77+Оркул Сера Актив, которое обеспечило достоверную прибавку к контролю 0,18 т/га. При этом уровень рентабельности с учетом производственных затрат составил 89,6 %, или выше контроля на 5,9 %.

Применение изучаемых препаратов оказало положительно влияние на формирование таких качественных показателей, как содержание клейковины, которое увеличилось, по сравнению с контролем, на 1,5...1,8 %.

Литература.

1. Пшеничный Р. Н., Дрёпа Е. Б. Влияние современных минеральных удобрений и стимуляторов на продуктивность озимой пшеницы // Келлеровские чтения: материалы Национальной (с международным участием) научно-практической конференции, посвященной 145-летию со дня рождения академика, заслуженного деятеля науки РФ Б.А. Келлера и 130-летию со дня рождения профессора Б.М. Козо-Полянского. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2020. 343 с.

2. Снигирева О. М., Ведерников Ю. Е., Баталова Г. А. Формирование фотосинтетического аппарата яровой пшеницы сорта Баженка под влиянием регуляторов роста // Российская ссельскохозяйственная наука. 2020. № 6. С. 7–11.

3. Сухоруков А. Ф., Сухоруков А. А. Адаптивный потенциал исходного материала озимой пшеницы в Среднем Поволжье // Российская сельскохозяйственная наука. 2019. № 2. С. 3–7.

4. Бельтюков Л. П., Гриценко А. А. Применение микроудобрений под зерновые культуры на Дону. Зерноград: ВНИПТИМЭСХ, 1993. 226 с.

5. Ковтун В. И., Самофалова Н. Е.Селекция озимой мягкой пшеницы на Юге России. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2006. 480 с.

6. Краснова Л. И., Ковешников Е. Д. Реализация зерновой продуктивности озимой пшеницы в условиях Южного Урала // Зерновое хозяйство России. 2003. № 1. С. 11–13.

7. Мелешкина Е. П. Нужно ли нам качество зерна // Хлебопродукты. 2016. №7. С. 10–13.

8. Дубовик Д. В., Чуян О. Г. Качество сельскохозяйственных культур в зависимости от агротехнических приемов и климатических условий // Земледелие. 2018. № 2. С. 9–13.

Role of growth stimulators and microfertilizers in the formation of productivity of winter wheat under drought conditions

E. B. Drepa, R. N. Pshenichnyi, M. V. Ponomarenko, L. V. Trubacheva, L. N. Petrova
Stavropol State Agrarian University, per. Zootekhnicheskii, 12, Stavropol', 355017, Russian Federation

Abstract. *The studies aimed to assess the effect of the combined use of growth stimulators and micronutrients in different phases of vegetation on the productivity of winter wheat (Idyllia variety). The work was carried out in 2018–2020 in the arid zone of the Stavropol Territory. The experimental design included two options. The first one included seed treatment by VL-77 (0.5 L/t) + Oracle Seeds (1.0 L/t) and spraying crops in the spring tillering phase by VL-77 (0.5 L/ha) + Oracle Multicomplex (1.0 L/ha). The second option included the treatment of seeds by VL-77 (0.5 L/ha) + Oracle Seeds (1.0 L/ha), the treatment of crops by VL-77 (0.5 L/ha) + Oracle Multicomplex (1.0 L/ha)) in the phase of spring tillering and by VL-77 (0.5 L/ha) + Oracle Sulphur Active (1.0 L/ha) in the flag-leaf phase. The control was Dospekh-3, SC (0.4 L/t). The highest yield (4.68 t/ha) was noted in the variant with seed dressing by VL 77 + Oracle Seeds in combination with processing in the spring tillering phase by VL 77 + Oracle Multicomplex in the most favourable 2019. It was higher by 0.10–0.29 t/ha than in the control and the option with seed treatment and double spraying of crops. The second treatment of vegetative plants in the flag leaf phase with VL 77 + Oracle Sulpher Active increased the duration of the heading – grain filling interphase period, which did not allow the plants to escape from the action of dry winds. This reduced the weight of 1000 grains by 2.2 g, relative to the first option, which led to a decrease in yield by 2.3%. In the control, on average over 3 years, the yield was 3.4 t/ha. The use of growth stimulators and the complex of micronutrients increased it by 4.6–5.1%. At the same time, the level of profitability increased from 66.1 to 89.5%.*

Keywords: *winter wheat (Triticum); growth stimulators; micronutrient fertilizers; productivity.*

Author Details: *E. B. Drepa, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: Drepa-elena@mail.ru); R. N. Pshenichnyi, post graduate student; M. V. Ponomarenko, Cand. Sc. (Econ.), assoc. prof.; L. V. Trubacheva, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.; L. N. Petrova, D. Sc. (Agr.), prof.*

For citation: *Drepa EB, Pshenichnyi RN., Ponomarenko MV, et al. [Role of growth stimulators and microfertilizers in the formation of productivity of winter wheat under drought conditions]. Zemledelie. 2021;(3):23-6. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10305.*

doi: 10.24411/0044-3913-2021-10306
УДК631.87:633

Действие биопрепаратов на рост и развитие сельскохозяйственных культур

Г. М. БРЕСКИНА, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
Н. А. ЧУЯН, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
Т. И. ПАНКОВА, кандидат биологических наук, научный сотрудник
Курский федеральный аграрный научный центр, ул. Карла Маркса, 70 б, Курск, 305021, Российская Федерация

Исследования проводили с целью изучения влияния применения биопрепаратов (отдельно и в сочетании с внесением азотных удобрений) при использовании побочной продукции предшествующей культуры в качестве удобрения на рост и развитие гречихи и кормовых бобов в зерновом звене севооборота. Работу выполняли в 2018–2020 гг. в Курской области на черноземе типичном слабоэродированном тяжелосуглинистом в звене севооборота ячмень – гречиха – кормовые бобы. Схема опыта включала следующие варианты: измельченные растительные остатки (контроль); измельченные растительные остатки + азотные удобрения; измельченные растительные остатки + биопрепараты; измельченные растительные остатки + биопрепараты + азотные удобрения. Биопрепараты применяли по следующей схеме: обработка семян Грибофит – 2 л/т, Имуназот – 3 л/т + обработка растительных остатков перед заделкой, обработка почвы перед посевом, обработка посевов 2 раза в течение вегетации – соответственно по 5 л/га и 3 л/га. Азотные удобрения вносили из расчета 10 кг д.в. N на 1 т соломы зерновых культур. Выживаемость гречихи при использовании азотных удобрений и биопрепаратов, как отдельно, так и совместно, повысилась, по отношению к контролю, в среднем по опыту на 6 %, кормовых бобов – на 24 %, масса растений – соответственно в 1,5 раза и 1,6 раза. Наибольший стимулирующий эффект отмечен при совместном использовании биопрепаратов и азотных удобрений, при котором продуктивность звена зернового севооборота возрастала, по отношению к контролю, на 1,06 тыс. зерн. ед./га.

Ключевые слова: *гречиха (Fagopyrum esculentum Moench), кормовые бобы (Vici afaba L.), биопрепараты, азотные удобрения, растительные остатки, выживаемость, фитомасса, высота растений, продуктивность.*

Для цитирования*: Брескина Г. М., Чуян Н. А., Панкова Т. И. Действие биопрепаратов на рост и развитие сельскохозяйственных культур // Земледелие. 2021. №3. С. 27–30. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10306.*

Одно из основополагающих условия развития современного аграрного производства – освоение экологически безопасных и экономически обоснованных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, обеспечивающих повышение урожайности и качества растениеводческой продукции с одновременным увеличением экологической безопасности окружающей среды [1].

В связи с этим в последние годы отмечают повышенный интерес к приемам биологизации земледелия с использованием биологических средств защиты растений, регуляторов роста, побочной продукции культур в качестве органического удобрения и микробиологических препаратов широкого спектра действия [2, 3, 4].

Наряду с определенными положительными результатами, свидетельствующими об эффективности биопрепаратов, применяемых для ускорения разложения соломы [5, 6], экспериментальные данные некоторых исследователей [7, 8] свидетельствуют об отсутствии стабильного устойчивого положительного эффекта.

Эффективность биопрепаратов определяется не только увеличением скорости разложения послеуборочных растительных остатков [9], которая повышает биологическую активность почвы, но и улучшением водного, воздушного и питательного почвенных режимов – основных факторов формирования качественного урожая сельскохозяйственных культур [10, 11].

Использование микробиологических препаратов приводит к усилению роста и развития растений, способствует более полному раскрытию потенциала сорта [12, 13]. Инокуляция биопрепаратами семян сельскохозяйственных культур позволяет задействовать дополнительное количество биологического азота, что способствует повышению их урожайности [14] и качества [15], обеспечивает стимулирующее и защитное действие [16, 17].

Обработка биопрепаратами растительных остатков способствует увеличению продуктивности зерновых культур. Однако эффективность этого приема значительно ниже, чем использования азотных удобрений. Так как активность биологических препаратов зависит от почвенно-климатических условий, то сложно раскрыть их потенциал без дополнительного ресурса, включающего внесение органических и минеральных удобрений [18, 19].

Цель исследований – изучить влияние применения биопрепаратов (отдельно и в сочетании с внесением азотных удобрений) при использовании побочной продукции предшествующей культуры в качестве удобрения на рост и развитие гречихи и кормовых бобов в зерновом звене севооборота.

Работу проводили в 2018–2020 гг. на опытном поле ФГБНУ «Курский ФАНЦ», расположенном в с. Панино Медвенского района Курской области, в звене севооборота ячмень – гречиха – кормовые бобы. Влияние приемов биологизации на рост и развитие гречихи сорта Деметра и кормовых бобов сорта Стрелецкие изучали в четырех вариантах научно-производственного опыта. После уборки предшествующих культур всю побочную продукцию (измельченные растительные остатки) использовали в качестве удобрения путем поверхностной заделки в почву.

Схема опыта включала следующие варианты:

измельченные растительные остатки (контроль);

измельченные растительные остатки + азотные удобрения;

измельченные растительные остатки + биопрепараты;

измельченные растительные остатки + биопрепараты + азотные удобрения.

Биопрепараты применяли по следующей схеме: обработка семян Грибофит – 2 л/т, Имуназот – 3 л/т + обработка растительных остатков перед заделкой, обработка почвы перед посевом, обработка посевов 2 раза в течение вегетации – соответственно по 5 л/га и 3 л/га. Азотные удобрения вносили из расчета 10 кг д.в. N на 1 т соломы зерновых культур.

Опыты закладывали в соответствии с общепринятыми методиками (*Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов А.М. Практикум по земледелию. М.: Агропромиздат, 1987. 383 с.*) в трехкратной повторности, культуры выращивали по рекомендуемым технологиям в условиях ЦЧР.

Грибофит – это экологически безопасный биофунгицид, ростостимулятор, фосфатмобилизатор. Препарат содержит споры и мицелий гриба Trichoderma, а также биологически активные вещества (антибиотики, ферменты, витамины, фитогормоны), продуцируемые грибом в процессе производственного культивирования. Имуназот – биологический препарат на основе ризосферных бактерий Pseudomonas, фосфатмобилизатор контактного и системного действия. Он обладает ростстимулирующей активностью, повышает всхожесть и энергию прорастания, способствует усиленному развитию корневой системы растений [20].

Обработку почвы и побочной продукции культур биопрепаратами проводили опрыскивателем ОП-2000/24. Внесение аммиачной селитры осуществляли навесным разбрасывателем РН-0,8 перед заделкой пожнивно-корневых остатков. Измельченные растительные остатки заделывали в почву дисковой бороной на глубину 10…12 см. Через 40 дней после этого проводили основную отвальную обработку почвы под зерновые культуры на глубину 20…22 см.

Урожайность культур определяли при уборке комбайном Sampo-500 с площади 600 м^2 (50×12 м), а также вручную с метровых учетных площадок в трехкратной повторности (*Доспехов Б.А. и др., М., 1987*). Анализ роста и развития гречихи и кормовых бобов проводили по методике государственного сортоиспытания (*Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под общ. ред. М.А. Федина. М.: Колос, 1985. 258 с.*). Показатели полевой всхожести и выживаемости определяли по Боме Н. А. и др. [21].

Почва опытного поля – чернозем типичный слабоэродированный тяжелосуглинистый на карбонатном лессовидном суглинке. При закладке эксперимента содержание гумуса (по Тюрину) в пахотном слое составляло 4,98±0,15 %, подвижных форм фосфора и калия (по Чирикову) 8,8…12,0 мг/кг и 9,7…11,2мг/кг соответственно, общего азота (по Кьельдалю) – 0,22…0,23 %, обменного аммония (по методу ЦИНАО, ГОСТ 26487-85) – 10,9…13,2 мг/кг, нитратного азота (по Гранвальд-Ляжу) – 4,8…5,1 мг/кг почвы. Реакция почвенной среды нейтральная или близкая к нейтральной (pH$_{сол}$ – 6,3…6,5 ед.).

Агрометеорологические условия в период вегетации культур характеризовались неустойчивыми влагообеспеченностью и температурным режимом. Так, в 2018 г. температура воздуха весной составляла 8,2…9,0˚С, что близко к многолетним значениям, количество осадков было незначительным – 21…40 мм (26…49 % от нормы). В течение летнего периода отмечали резкое повышение температуры на 5,8 °С, по сравнению со среднемноголетней. Выпадение осадков в этот период было неравномерным – в июле их сумма составила 228 %, а в августе 6 % от климатической нормы. Среднемесячная температура весной 2019 г. была выше обычной на 2…3 °С, количество осадков составило 65 мм, или 83 % от сезонной нормы. В целом за летний период сумма осадков находилась на уровне 100…150 мм, или 50…65 % от среднемноголетнего количества при повышенном температурном режиме. Наблюдали почвенную засуху. Весна 2020 г. была холоднее обычного. Среднемесячная температура в апреле и мае отклонялась от нормы на -0,6…-2,6˚С. Сумма осадков в апреле составила 59 %, в мае – 183 % от нормы. Температура июня, августа и сентября соответствовала среднемноголетней. Осадков в июне и июле выпало больше обычного, август был сухой (20 % от нормы).

Экспериментальные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа с использованием программных средств Microsoft office EXCEL 2010.

Всходы гречихи появлялись через 7 дней после посева. Использование только биопрепаратов способствовало увеличению их числа в этой фазе, по отношению к контролю, на 19 %, в фазе полных всходов – на 5 %. В варианте с применением сочетания азотных удобрений и биопрепаратов через неделю после посева на 1 м^2 насчитывалось 215 растений, что превышало контроль на 28 %, в фазе полных всходов различия были не значимы. Выживаемость гречихи была относительно высокой и варьировала от 81,4 % в контроле до 85,8 % (НСР$_{05}$=1,97 %) при использовании только биопрепаратов и 87,2 % в варианте с применением Грибофита, Имуназота и азотных удобрений (табл. 1).

Всходы кормовых бобов появлялись через 14 дней после посева. В фазе полных всходов при использовании только биопрепаратов число растений на 1 м^2 было больше, чем в контроле, на 16 шт. (29 %), при дополнительном внесении азотных удобрений – на 33 шт. (60 %). В варианте с применением только минеральных удобрений всходов было больше, чем в контроле, на 24 шт./м^2 (44 %).

Использование биопрепаратов при возделывании кормовых бобов увеличивало выживаемость, по сравнению с контролем, на 16,7 %. Дополнительное внесение минерального азота повышало ее только на 14,6 %. Однако разница между этими вариантами недостоверна (см. табл. 1).

Выживаемость кормовых бобов была несколько ниже, чем у гречихи, что может быть связано с различиями метеорологических условий вегетационных периодов. Возможно в результате конкуренции за влагу в посевах кормовых бобов происходил «сброс» не только отдельных элементов растений, но и их полная гибель [22].

Интенсивное развитие вегетативной и корневой системы в фазе бутонизации обеспечивает улучшение формирования регенеративных органов растений, что, как следствие, приводит к росту урожайности культур [23].

1. Влияние биопрепаратов и азотных удобрений на рост и выживаемость культур в звене зернового севооборота (среднее за 2019–2020 гг.)

Вариант	Число растений, шт./м^2			Выживаемость, %
	в начале всходов	в фазе полных всходов	продуктивных к уборке	
Гречиха				
Измельченные растительные остатки (контроль)	168	220	179	81,4
Измельченные растительные остатки + азотное удобрение	188	230	199	86,5
Измельченные растительные остатки + биопрепараты	200	233	200	85,8
Измельченные растительные остатки + азотное удобрение + биопрепараты	215	226	197	87,2
НСР$_{05}$	3	4	2	1,9
Кормовые бобы				
Измельченные растительные остатки (контроль)	31	55	35	63,6
Измельченные растительные остатки + азотное удобрение	46	79	59	74,5
Измельченные растительные остатки + биопрепараты	51	71	58	80,3
Измельченные растительные остатки + азотное удобрение + биопрепараты	53	88	68	78,2
НСР$_{05}$	2	2	1	2,2

2. Влияние биопрепаратов и азотных удобрений на биомассу растений в период бутонизации (среднее за 2018–2020 гг.), г/м²

Вариант	Надземная	Корневой системы	Общая
Гречиха			
Измельченные растительные остатки (контроль)	504,0	218,4	722,4
Измельченные растительные остатки + азотное удобрение	770,8	338,4	1109,2
Измельченные растительные остатки + биопрепараты	760,0	300,0	1060,0
Измельченные растительные остатки + азотное удобрение + биопрепараты	838,5	322,5	1161,0
$НСР_{05}$	64,4	20,1	47,8
Кормовые бобы			
Измельченные растительные остатки (контроль)	372,3	61,9	434,2
Измельченные растительные остатки + азотное удобрение	648,2	92,9	741,1
Измельченные растительные остатки + биопрепараты	536,7	89,6	626,3
Измельченные растительные остатки + азотное удобрение + биопрепараты	681,3	105,4	786,7
$НСР_{05}$	26,9	6,99	34,9

Применение биопрепаратов и удобрений положительно повлияло на формирование наземной фитомассы и массы корней гречихи в фазе бутонизации. Самую высокую прибавку надземной фитомассы и общей массы растений, по сравнению с контролем, отмечали при их совместном использовании – соответственно 334,5 г/м² (67 %) и 438,6 г/м² (60 %).

Заделка азотных удобрений с растительными остатками гречихи положительно влияла на формирование надземной фитомассы и корней кормовых бобов в фазе бутонизации. Величины этих показателей были выше, чем в контроле, на 74 %, и 50 % соответственно. Использование биопрепаратов оказывало меньшее воздействие на рост и развитие культуры. Так, общая масса растений кормовых бобов в этом варианте была значимо ($НСР_{05}$ = 34,9 г/м²) ниже, чем при совместном использовании удобрений и биопрепаратов, на 160,4 г/м², по сравнению с внесением удобрений отдельно, на 114,8 г/м². Наиболее интенсивно развивались кормовые бобы в варианте с применением биопрепаратов и азотных удобрений, в котором общая масса растения была на 80 % выше, чем в контроле.

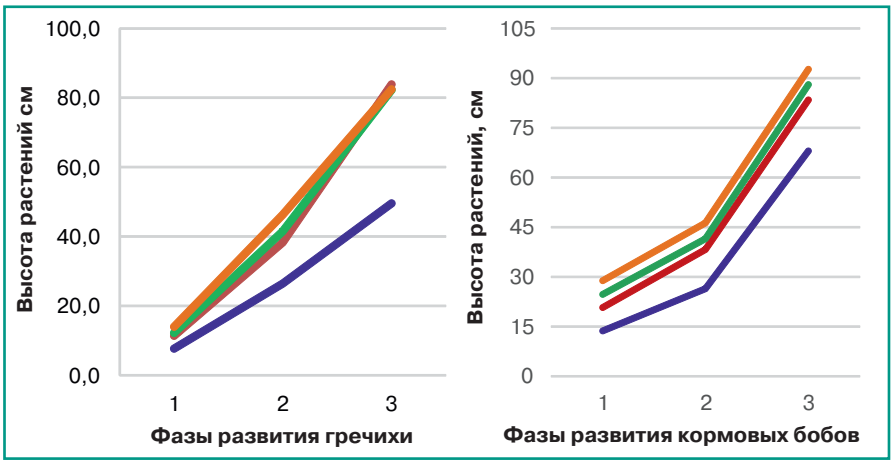


Рисунок. *Динамика роста растений (2019–2020 гг.) при использовании биопрепаратов и азотных удобрений по фазам развития культуры: 1 – появления 2-го настоящего листа, 2 – бутонизации, 3 –уборка ($НСР_{05}$ гречиха = 5,8 см, $НСР_{05}$ кормовые бобы = 2,4 см): ▬ – контроль; ▬ – азотное удобрение; ▬ – биопрепараты; ▬ – биопрепараты + азотное удобрение.*

Использование азотных удобрений и биопрепаратов по отдельности оказывало равнозначное влияние на рост и развитие наземной части гречихи. При этом общая масса растений в варианте с удобрениями была значимо выше, чем с биопрепаратами, на 49,2 г/м² ($НСР_{05}$ = 47,8 г/м²). Такое увеличение общей массы растения связано с более интенсивным развитием корневой системы при внесении азотных удобрений (табл. 2).

Независимо от срока учета изучаемые приемы стимулировали рост основного стебля гречихи. В фазе бутонизации высота растений в контроле составляла 26,4 см, что ниже, чем в остальных вариантах, в среднем на 17,6 см. К периоду уборки средняя высота растения в экспериментальных вариантах находилась на одном уровне и была выше контроля на 65 % (см. рисунок).

Аналогичную картину при несколько больших различиях между опытными вариантами наблюдали в посевах кормовых бобов. Так, в фазе появления 2-го настоящего листа средняя высота кормовых бобов при использовании изучаемых средств составляла 24,8 см, что выше контроля на 11,1 см. К концу вегетации высота растений кормовых бобов в вариантах с азотными удобрений, биопрепаратами и их совместным использованием превышала величину этого показателя в контроле на 15,4, 20,1 и 24,7 см соответственно.

Усиление роста и развития гречихи и кормовых бобов под влиянием изучаемых препаратов и удобрений привело к увеличению продуктивности зернового звена севооборота. Применение изучаемых биопрепаратов повышало ее, по сравнению с контролем, на 0,49 тыс. зерн. ед./га до 2,45 тыс. зерн. ед./га. Однако величина этого показателя была достоверно ($НСР_{05}$ = 0,14 тыс. зерн. ед./га) ниже, чем в варианте с внесением только азотных удобрений, на 0,48 тыс. зерн. ед./га (табл. 3). Наиболее эффективным оказалось совместное использование биопрепаратов и азотных удобрений, на фоне которого продуктивность звена севооборота составляла 3,02 тыс. зерн. ед./га.

Таким образом, обработка биопрепаратами Грибофит и Имуназот семян перед посевом в дозах 2 л/т и 3 л/т соответственно, а также растительных

3. Влияние биопрепаратов и азотных удобрений на продуктивность звена зернового севооборота

Вариант	Урожайность, т/га		Продуктивность звена, тыс. зерн. ед./га
	гречиха	кормовые бобы	
Измельченные растительные остатки (контроль)	1,39	0,90	1,96
Измельченные растительные остатки + азотное удобрение	2,03	1,38	2,93
Измельченные растительные остатки + биопрепараты	1,48	1,31	2,45
Измельченные растительные остатки + азотное удобрение + биопрепараты	1,68	1,73	3,02
$НСР_{05}$	0,04	0,38	0,14

остатков перед заделкой, почвы перед посевом и вегетирующих растений (2 раза) – по 5 л/га и 3 л/га, как совместно с азотными удобрениями, так и отдельно, положительно сказалась на развитии растения гречихи и кормовых бобов. Выживаемость гречихи в опытных вариантах повысилась, по отношению к контролю, в среднем на 6 %, кормовых бобов – на 24 %, общая масса растений – соответственно на 54 % и 63 %.

Наибольший стимулирующий эффект, отмеченный в варианте с совместным использованием биопрепаратов и азотных удобрений, проявлялся, начиная с ранних этапов онтогенеза гречихи и кормовых бобов, и сохранялся на протяжении всего периода исследования, что способствовало увеличению продуктивности звена зернового севооборота, по отношению к контролю, на 1,06 тыс. зерн. ед./га.

Литература

1. Kabata A. Trace elements in soils and plants. 4th ed. London-N.Y.: CRC. Press Tailor and Francis group Boca Raton, 2011. 534 p.

2. Effects of pre-sowing seed treatments with micronutrients on growth parameters of Raya / M. Arshad Ullah, M. Sarfraz, M. Sadig, et al. // Asian Journal of Plant Sciences. 2012. No. 1 (1). P. 22–23.

3. Рябчинская Т. А., Зимина Т. В. Средства, регулирующие рост и развитие растений в агротехнологиях современного растениеводства // Агрохимия. 2017. № 12. С. 56–61.

4. Биологическое обоснование использования белкового стимулятора роста для повышения урожайности пшеницы и оценка качества зерна методами микрофокусной рентгенографии и оптического анализа / Л. Е. Колесников, И. И. Кременевская, Н. С. Прияткин и др. // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 3. С. 21–27.

5. Русакова И. В. Биопрепараты для разложения растительных остатков в агроэкосистемах // Juvenis scientia. 2018. №9. С. 4–9.

6. Петров В. Б., Чеботарь В. К. Управление деструкцией и гумификацией пожнивных остатков зерновых культур с использованием микробиологического препарата Экстрасол // Сельскохозяйственная биология. 2012. №3. С. 103–108.

7. Establishment of microbial inocula on decomposing wheat straw in soil of different water contents / N. Magan, P. Hand, I. A. Kirkwood, et al. // Soil Biology and Biochemistry. 1989. Vol.21. Iss.1. P. 15–22.

8. Schwtinsderg-Mickan M. S., Muller T. Impact of effective microorganisms and other biofertilizers on soil microbial characteristics, organic – matter decomposition, and plant growth // Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 2009. Vol. 172. Iss. 5. P. 704–712.

9. Kim B., Nam K., Choi Y. Effect of pretreatment solutions and anaerobis digestion of lignoceellulosic biomass in rice straw // Biochemical Engineering Journal. 2018. Vol. 140. P. 108–114.

10. Survival and performance of two cellulose – degrading microbial systems inoculated into wheat straw-amended soil / P. Li, D. D. Zhang, X. J. Wang, et al. // J. Microbiol. Biotechnol. 2012. Vol. 22. P. 126–132.

11. Изменение агрохимических показателей чернозема типичного при различных приемах обработки и использовании средств химизации и биологизации / Х. А. Хусайнов, М. Ш. Абасов, А. В. Тунтаев и др. // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 6. С. 30–33.

12. Изменение видового состава микрофлоры ризосферы и филлосферы сахарной свеклы под влиянием биопрепаратов на основе эндофитных бактерий и их метаболитов / Л. И. Пусенкова, Е. Ю. Ильясова, О. В. Ласточкина и др. // Почвоведение. 2016. № 10. С. 1205–1213.

13. Приемы повышения эффективности применения биологических препаратов в растениеводстве / Г. Н. Агиева, Л. С. Нижегородцева, Р. Ж. К. Диабанкана и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. № 4 (60). С. 5–9.

14. Алферов А.А., Чернова Л.С. Влияние азотных удобрений и биопрепаратов на продуктивность и качество зерна яровой пшеницы // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 3. С. 32–35.

15. Соболева О.М., Кондратенко Е.П., Сухих А.С. Повышение биологической ценности зерна ячменя при диазотрофной бактеризации // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 12. С. 98–101.

16. Гвоздева М.С., Волкова Г.В. Оценка эффективности биологических протравителей против семенной и почвенной инфекции на озимой пшенице // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 7. С. 43–48.

17. Сырмолот О.В., Байделюк Е.С., Кочева Н.С. Применение биопрепаратов и стимуляторов роста при возделывании сои в Приморском крае // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 8. С. 70–74.

18. Зайцева К.Г. Продуктивность ярового ячменя в зависимости от вида применяемых удобрений и биопрепарата Бисолбифит // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. № 4 (60). С. 38–41.

19. Русакова И. В., Московкин В. В. Микробная деградация соломы под влиянием биопрепарата Багс и приемы повышения эффективности его применения на разных типах почв // Агрохимия. 2016. №8. С. 56–61.

20. Брескина Г. М., Чуян Н. А. Влияние приемов биологизации на урожайность сельскохозяйственных культур // Земледелие. 2020. №3. С. 30–33. doi:10.24411/0044-3913-2020-10308.

21. Современные технологии изучения и сохранения генетических ресурсов. Часть II. Полевые методы исследования культурных растений: учебно-методическое пособие / Н. А. Боме, К. П. Королев, Н. В. Тетянников и др. Тюмень: Изд-во Тюменский государственный университет, 2018. 46 с.

22. Шашкаров Л. Г., Малов Н. П. Густота всходов, полевая всхожесть и выживаемость растений яровой пшеницы в зависимости от сорта // Вестник Казанского ГАУ. 2018. №3 (50). С. 65–68. doi:10.12737/article_5bcf556e27c338.79719264.

23. Корзун О. С. Зависимость формирования урожайности гречихи от применения гуминовых регуляторов роста // Вестник Белорусской государственной академии. 2018. № 4. С. 86–89.

Effect of biological preparations on the growth and development of crops

G. M. Breskina, N. A. Chuyan, T. I. Pankova
Kursk Federal Agricultural Scientific Center, ul.KarlaMarksa, 70b, Kursk, 305021, Russian Federation

Abstract. *The experiment determined the effect of biological preparations (separate application and combined application with nitrogen fertilizers) when using the by-products of the forecrop as fertilizer on the growth and development of buckwheat and forage beans in the grain link of crop rotation. The work was carried out in 2018–2020 in the Kursk region, on typical weakly eroded heavy loamy chernozem in the crop rotation link: barley - buckwheat - forage beans. The experimental design included the following options: crushed plant residues (control); crushed plant residues + nitrogen fertilizers; crushed plant residues + biological preparations; crushed plant residues + biological preparations + nitrogen fertilizer. Biological preparations were used according to the following scheme: seed treatment by Gribofit, 2 L/t, Imunazot, 3 L/t in combination with treatment of plant residues before embedding, soil treatment before sowing, treatment of crops twice during the growing season – by 5 L/ha and 3 L/ha, respectively. Nitrogen fertilizers were applied at the rate of 10 kg of nitrogen per 1 ton of grain straw. The survival rate of buckwheat when using nitrogen fertilizers and biological preparations, both separately and in combination, increased on average by 6%, of forage beans – by 24% in relation to the control. The weight of plants grew 1.5 times and 1.6 times, respectively. The greatest stimulating effect was noted with the combined use of biological products and nitrogen fertilizers, in which the productivity of the grain crop rotation link increased, in relation to the control, by 1,060 cereal units/ha.*

Keywords: *buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench); forage beans (Vicia faba L.); biological preparations; nitrogen fertilizers; plant residues; survival rate; phytomass; plant height; productivity.*

Author details: *G. M. Breskina, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow (e-mail: breskina-galina@yandex.ru); N. A. Chuyan, D. Sc. (Agr.), leading research fellow; T. I. Pankova, Cand. Sc. (Biol.), research fellow.*

For citation: *Breskina GM, Chuyan NA, Pankova TI. [Effect of biological preparations on the growth and development of crops]. Zemledelie. 2021;(3):27-30. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10306.*

doi: 10.24411/0044-3913-2021-10307
УДК 635.657:631.445.4

Влияние элементов технологии возделывания на урожайность нута в условиях обыкновенных черноземов приазовской зоны Ростовской области

Н. Н. ВОШЕДСКИЙ, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией (e-mail: dzni-szr@mail.ru)
В. А. КУЛЫГИН, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
Федеральный Ростовский аграрный научный центр, ул. Институтская, 1, пос. Рассвет, Аксайский р-н, Ростовская обл., 346735, Российская Федерация

Исследования проводили с целью изучения оптимального сочетания способов основной обработки почвы, доз минеральных удобрений и норм высева семян при возделывании нута. Работу выполняли в почвенно-климатических условиях приазовской зоны Ростовской области в 2017–2019 гг. Схема стационарного полевого опыта предполагала изучение следующих вариантов: способ основной обработки почвы (фактор А) – отвальная, комбинированная, дискование; норма высева (фактор В) – 0,6, 0,8, 1,0 млн всхожих семян на 1 га; уровень применения минеральных удобрений (фактор С) – без удобрений, средний ($N_{15}P_{40}K_{40}$), высокий ($N_{30}P_{80}K_{80}$). Почва опытного участка представлена обыкновенным черноземом. Использовали общепринятые методики. Высевали сорт нута Донплаза. Наиболее эффективными в опыте и равнозначными способами основной обработки почвы по урожайности были вспашка и комбинированная обработка (1,82 и 1,79 т/га). Однако по экономическим характеристикам вариант с комбинированной обработкой был предпочтительнее вспашки, что отражают соответствующие показатели себестоимости – 9,52 и 10,23 тыс. руб./га, уровня рентабельности – 215 и 193 %. Наиболее эффективной для нута нормой высева в опыте оказалась 1,0 млн шт./га, на фоне которой средняя урожайность составила 1,83 т/га. Уменьшение посевной нормы с 1,0 до 0,8 млн шт./га сопровождалось снижением выхода продукции на 0,08 т/га (4,4 %). Внесение $N_{30}P_{80}K_{80}$ обеспечивало наибольшую урожайность, составившую 1,93 т/га, что на 0,49 т/га (34,0 %) выше, чем на неудобренном фоне. Применение $N_{15}P_{40}K_{40}$ способствовало формированию наибольшей в опыте отдачи от внесения удобрений, которая составила в среднем 2,84 кг/кг. В целом для сорта нута Донплаза лучшие условия создаются при сочетании отвальной вспашки с нормой высева семян 1,0 млн шт./га и дозой удобрений $N_{30}P_{80}K_{80}$, что обеспечивало урожайность 2,33 т/га.

Ключевые слова: *нут (Cicer arietinum), способ обработки почвы, норма высева, удобрения, урожайность.*

Для цитирования: *Вошедский Н. Н., Кулыгин В. А. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность нута в условиях обыкновенных черноземов приазовской зоны Ростовской области // Земледелие. 2021. № 3. С. 31–34. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10307.*

Важная роль зернобобовых культур в экономике России обусловлена рядом характерных для них отличительных свойств. Прежде всего это незаменимое сырье для производства растительного белка. Благодаря уникальной азотфиксирующей способности, позволяющей зернобобовым накапливать в почве значительное количество биологического азота (до 80…150 кг/га), они выступают ценным предшественником для большинства сельскохозяйственных культур. Кроме того, зернобобовые способствуют улучшению почвенного плодородия, обеспечивают производство экологически безопасной продукции, пользуются высоким спросом на современном рынке [1, 2, 3]

Однако, как показывает практика, фактическая урожайность ряда бобовых культур (сои, гороха, чины), выращиваемых в богарных условиях на юге России, значительно ниже их потенциала [4, 5, 6]. Одним из объективных факторов, вызывающих снижение продуктивности зернобобовых культур в зоне недостаточного увлажнения, выступает усиление аридности климата, которое наблюдается в последние десятилетия и выражается в значительном увеличении суммы активных температур воздуха, по сравнению со среднемноголетними величинами [2, 4]. Отмечается повышение температур в дневные часы до +40 °С и более, частые атмосферные засухи, дефицит осадков. Это негативно влияет на рост и развитие таких высокобелковых культур, как горох и соя, снижает урожайность до 1,0…1,2 т/га, что делает их производство в засушливых условиях низкорентабельным [1, 2]. Поэтому в Ростовской области, расположенной в зоне недостаточного увлажнения, и на юге России одной из наиболее перспективных зернобобовых культур становится нут (*Cicer arietinum*).

Реалии рыночной экономики заставляют сельхозтоваропроизводителей постепенно отказываться от использования в севооборотах паров, содержание которых довольно затратно. В этих условиях одна из перспективных культур, способных заменить пар в севооборотах в засушливых условиях, – нут. Эта культура развивает мощную корневую систему и способна экономно расходовать влагу, что делает ее более адаптивной к стрессовым условиям летних засух и позволяет успешно расти даже при неблагоприятных погодных факторах [1, 4]. Важное преимущество нута перед другими зернобобовыми – высокое осмотическое давление клеточного сока в листьях, что обусловливает его высокую засухоустойчивость и жаростойкость. Превосходя по засухоустойчивости все зернобобовые культуры, нут, тем не менее лучше растет и развивается при достаточной влагообеспеченности. Наибольшая потребность растений в почвенной влаге приходится на начальные периоды вегетации культуры: после посева во время набухания семян, при листообразовании, закладке генеративных органов [1]. При прорастании семена нута поглощают более 100 % воды по отношению к своей массе. Критический по потребности во влаге и тепле у нута период всходов – цветения, когда формируется его потенциальная продуктивность.

Другая биологическая особенность культуры – ее стебли и листья покрыты растительными волосками, которые способствуют уменьшению испарения влаги. Кроме того, они защищают растения, обладая свойством выделять яблочную и щавелевую кислоты, они отпугивают многих вредителей [1, 2]. Семена нута находят широкое применение в медицинской отрасли, при использовании в кормлении животных снижают их заболеваемость и др. [1, 6, 7].

Фактическая урожайность нута, возделываемого на Дону, крайне невысокая, значительно ниже его реального потенциала на юге России. При этом в последние годы отмечается значительное расширением посевов культуры. По данным Минсельхоза, площадь, занятая нутом в Ростовской области, с 2016 по 2018 гг. увеличилась с 28,5 до 74,1 тыс. га, а средняя урожайность при этом снизилась с 0,79 до 0,67 т/га [8].

Проведенными ранее исследованиями установлено, что нут хорошо отзывается на глубокую основную обработку, в том числе вспашку на 27 см [1, 9]. Однако это связано с большими энергозатратами, а ряд авторов указы-

вают на перспективность менее интенсивных обработок [9, 10, 11]. Результаты анализа литературных источников свидетельствуют, что при определении оптимальной нормы высева семян нута мнения разных авторов существенно расходятся [1, 5, 10], в связи с чем необходимы дополнительные исследования. Дискуссионным остается и вопрос оптимизации минерального питания культуры [2, 12, 13]. Общеизвестна высокая азотфиксирующая способность нута. При этом ограниченное внесение азота под культуру считается оправданным [1, 2, 3].

Цель исследований – выявление оптимального сочетания способов основной обработки почвы, уровня применения удобрений и плотности посевов, способствующих повышению урожайности нута в почвенно-климатических условиях приазовской зоны Ростовской области.

Работу проводили в Аксайском районе Ростовской области в 2017–2019 гг. Климат зоны проведения исследований – засушливый, умеренно жаркий, континентальный. Средняя многолетняя годовая температура воздуха составляет 9,5 °С. Сумма активных температур воздуха – 3200…3400 °С. Продолжительность теплого периода – 230…260 дней, безморозного – 175…180. Относительная влажность воздуха имеет ярко выраженный годовой ход с наименьшими значениями в июле (50…60 %, в отдельные дни до 25…30 % и ниже). Среднегодовое количество осадков – 450…500 мм, в том числе в теплый период – до 300 мм. Относительно небольшое количество осадков в сочетании с высокими температурами определяет сухость воздуха и почвы, частую повторяемость засух.

Объектом исследований служил сорт нута Донплаза селекции ФГБНУ ФРАНЦ. В работе использовали типичную схему опытов с зернобобовыми культурами, применяемую в ФГБНУ ФРАНЦ [14]. Трехфакторный полевой опыт был заложен методом наложения и включал следующие варианты:

способ обработки почвы (фактор А) – вспашка на глубину 25…27 см (ПЛН-4-35); комбинированная (дискование на 14…16 см БДТ-3 + щелевание на 40…45 см ЩН-2); дискование на 12…14 см (АКВ-4);

норма высева семян (фактор В) – 0,6 млн шт./га; 0,8 млн шт./га; 1,0 млн шт./га;

уровень применения минеральных удобрений (фактор С) – без удобрений; средний ($N_{15}P_{40}K_{40}$ – 0,5 NPK); высокий ($N_{30}P_{80}K_{80}$ – NPK).

Почва опытного участка – чернозём обыкновенный, карбонатный среднемощный легкосуглинистый на лессовидном суглинке. Содержание гумуса в пахотном (0…30 см) слое составляло 4,0…4,2 %, общего азота – 0,22…0,25 %, подвижного фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) по Мачигину – соответственно 39 и 545 мг/кг, pH солевой суспензии – 7,1…7,3 ед. Плотность почвы в слое 0…30 см – 1,26 г/см^3.

Площадь опытной делянки последнего порядка – 80 м^2. Размещение вариантов рендомизированное. Предшественником нута в годы исследований служила озимая пшеница. При проведении полевого опыта использовали общепринятые методики *(Б. А. Доспехов, 1985, А. Ф. Вадюнина, 1986).*

Подготовку почвы под посев нута начинали сразу после уборки предшественника. Она включала лущение стерни, внесение фосфорно-калийных удобрений, основную обработку. Энергетические затраты при разных способах основной обработки почвы под нут имели значительные отличия и составляли при отвальной обработке 350 МДж/га, комбинированной – 122 МДж/га, поверхностной – 91 МДж/га [15]. Осенью с целью выравнивания поля проводили две культивации зяби КПС-4 на глубину 10…12 см. Предпосевную обработку почвы осуществляли культиватором АКН-2,8, посев – селекционной сеялкой СС-11 с заделкой семян на глубину 5…6 см и последующим обязательным прикатыванием кольчатыми катками (в 2017 г. – 6 апреля, в 2018 г. – 5 апреля, в 2019 г. – 8 апреля) при достижении почвой физической спелости, наличии хороших запасов почвенной влаги, и прогревании почвы на глубине заделки семян до 6…8 см.

Внесение удобрений под нут осуществляли дробно. Суперфосфат и хлористый калий дозами $P_{40}K_{40}$ и $P_{80}K_{80}$ вносили перед основной обработкой, азотные удобрения (аммиачная селитра) – под предпосевную культивацию дозами, предусмотренными схемой опыта, – N_{15} и N_{30}. Система защиты нута от сорной растительности вредителей и болезней включала комплекс специальных агротехнических мероприятий в летне-осенний, предпосевной и вегетационный периоды. Уборку проводили комбайном Сампо-500.

В среднем за годы исследований запасы продуктивной влаги в слое 0…100 см при посеве по вспашке составляли 163 мм, по комбинированной обработке – 170, по дискованию – 175 мм и оценивались, как «очень хорошие». В фазе полных всходов величина этого показателя на фоне перечисленных обработок снижалась соответственно до 104, 108 и 112 мм («удовлетворительные»), в фазе цветения – до 80, 83, 84 мм («плохие»). То есть, несколько лучшие запасы влаги в почве в предпосевной период отмечены в вариантах с менее интенсивными обработками почвы при наибольшей разнице в опыте между вспашкой и дискованием – 12 мм, или 7,4 %. Однако уже в период цветения различия практически отсутствовали, а при достижении полной спелости культуры запасы продуктивной влаги в почве были крайне низкими, составляя 43…46 мм.

Количество сорняков на опытных делянках возрастало по мере снижения интенсивности основной обработки. Так, в период полных всходов на фоне $N_{30}P_{80}K_{80}$ при норме высева 1,0 млн шт./га по вспашке засоренность составляла – 2,3 шт./м^2, по комбинированной обработке – 3,4, по дискованию – 5,7 шт./м^2. Перед уборкой величина этого показателя по обработкам была равна соответственно 10,4, 13,3 и 15,3 шт./м^2.

Различия в сроках наступления и продолжительности фаз вегетации нута по вариантам опыта не превышали 2…3 суток. Продолжительность вегетационного периода культуры в годы исследований существенно изменялась в соответствии с обеспеченностью растений теплом и влагой (табл. 1).

1. Тепло- и влагообеспеченность в период вегетации нута

Период	Продолжительность, сут.	Сумма осадков, мм	Сумма температур, °С	Средняя температура, °С	ГТК
2017 г.					
Посев – всходы	12	13,6	127,0	10,6	1,07
Всходы – начало цветения	41	100,8	554,4	13,5	1,82
Цветение	20	28,4	386,0	19,3	0,74
Цветение – полная спелость	56	36,8	1614,4	28,8	0,23
Всходы – полная спелость	117	166,0	2554,8	21,8	0,65
Посев – полная спелость	129	179,6	2681,8	20,8	0,67
2018 г.					
Посев – всходы	10	1,8	118,5	11,9	0,15
Всходы – начало цветения	39	20,6	659,6	16,9	0,31
Цветение	17	4,4	316,1	18,6	0,14
Цветение – полная спелость	51	68,0	1615,5	31,7	0,52
Всходы – полная спелость	107	94,8	2591,2	21,3	0,42
Посев – полная спелость	117	94,8	2709,7	23,1	0,40
2019 г.					
Посев – всходы	15	34,6	160,1	10,7	2,16
Всходы – начало цветения	37	70,2	664,8	18,0	1,06
Цветение	18	9,4	446,0	24,8	0,21
Цветение – полная спелость	55	66,0	1544,7	28,1	0,43
Всходы – полная спелость	110	145,6	2345,3	21,3	0,62
Посев – полная спелость	125	180,2	2815,6	22,5	0,64

2. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность нута (средняя за 2017–2019 гг.), т/га

Обработка почвы (фактор А)	Норма высева (фактор В)	Фон питания (фактор С)			Средняя
		0	$N_{15}P_{40}K_{40}$	$N_{30}P_{80}K_{80}$	
Вспашка	0,6	1,35	1,60	1,78	1,58
	0,8	1,52	1,89	2,18	1,86
	1,0	1,64	2,06	2,33	2,01
	среднее	1,50	1,85	2,10	1,82
Комбинированная обработка	0,6	1,34	1,59	1,75	1,56
	0,8	1,54	1,86	2,12	1,84
	1,0	1,63	2,03	2,27	1,98
	среднее	1,50	1,83	2,05	1,79
Дискование	0,6	1,20	1,35	1,50	1,35
	0,8	1,38	1,55	1,72	1,55
	1,0	1,32	1,49	1,68	1,50
	среднее	1,30	1,46	1,63	1,46
Среднее по обработкам	0,6	1,30	1,51	1,68	1,50
	0,8	1,48	1,77	2,01	1,75
	1,0	1,53	1,86	2,09	1,83
	среднее	1,44	1,71	1,93	1,69
$НСР_{05}$ для частный различий = 0,10 т/га; для факторов А = 0,08 т/га; В = 0,11 т/га; С = 0,11 т/га					

Начальный период вегетации нута в 2017 г. характеризовался относительно благоприятным для культуры сочетанием тепла и влаги – ГТК в период посев – всходы был равен 1,07, всходы – цветение – 1,82, цветение – 0,74. Период от цветения до полной спелости был засушливым с ГТК 0,23. В целом, гидротермический коэффициент от посева до полной спелости нута составил 0,67, что характеризует вегетационный период, как «средний». При этом в период наибольшей потребности растений нута во влаге отмечали благоприятные метеорологические условия.

Условия 2018 г. характеризовались минимальным количеством осадков до периода цветения включительно, что отразилось на значениях ГТК: посев – всходы – 0,14; всходы – цветение – 0,31; цветение – 0,15. Период от цветения до полной спелости, когда потребность растений во влаге снизилась, был относительно благоприятным для нута по сочетанию тепла и увлажнения с ГТК 0,52. Общий гидротермический коэффициент 0,40 позволяет охарактеризовать вегетационный период как «сухой», что отражает недостаточно благоприятные условия для роста и развития культуры.

Наиболее резкие колебания в обеспеченности растений нута теплом и влагой по периодам роста отмечены в 2019 г. От посева до всходов имели место избыточно влажные условия (ГТК 2,16), в период всходы – начало цветения (ГТК=1,06) отмечена оптимальная для роста и развития нута тепло- и влагообеспеченность, а во время цветения культуры – крайне засушливые условия (ГТК 0,21). Общий ГТК 0,64 характеризует вегетационный период, как «средний».

Продолжительность периода вегетации нута увеличивалась по мере улучшения обеспеченности растений теплом и влагой, достигая наибольшего значения (129 суток) в опыте в благоприятном 2017 г. при ГТК 0,67, а наименьшего (117 суток) – в самом стрессовом для культуры 2018 г. при ГТК 0,40.

В среднем за годы исследований в зависимости от способа основной обработки почвы (фактор А) урожайность нута изменялась от 1,82 т/га при вспашке до 1,79 т/га по комбинированной обработке и 1,46 т/га по дискованию (табл. 2). Ее снижение, по сравнению с вспашкой, на фоне комбинированной обработки составило 0,03 т/га (1,6 %), на фоне дискования – 0,36 т/га (19,7 %).

Различия в эффективности способов основной обработки почвы при всех нормах высева семян и уровнях применения удобрений оставались однотипными, хотя абсолютная величина урожая культуры изменялась. Самой высокой она была в варианте со вспашкой, нормой высева 1,0 млн шт./га и внесении $N_{30}P_{80}K_{80}$ – 2,33 т/га.

Увеличение нормы высева семян нута (фактор В) с 0,6 до 0,8 и 1,0 млн шт./га способствовало существенному увеличению урожайности зерна с 1,50 до 1,75 и 1,83 т/га соответственно, или на 0,25 и 0,33 т/га (16,7 и 22,0 %). Эффективность загущения стеблестоя нута возрастала с увеличением интенсивности обработки почвы и уровня применения удобрений. Так, изменение нормы высева с 0,6 до 0,8 и 1,0 млн шт./га обеспечивало среднюю прибавку урожая культуры на фоне дискования на уровне 0,20 и 0,15 т/га (14,8 и 11,1 %), на фоне комбинированной обработки – 0,28 и 0,42 т/га (17,9 и 26,9 %), а на фоне вспашки – 0,28 и 0,43 т/га (17,7 и 27,2 %). Аналогичное увеличение нормы высева семян на неудобренном фоне способствовало формированию прибавки в размере 0,18 и 0,23 т/га (13,8 и 17,7 %), на среднем фоне удобренности – 0,26 и 0,35 т/га (17,2 и 23,2 %), на высоком – 0,33 и 0,41 т/га (19,6 и 24,4 %).

Внесение средних доз удобрений ($N_{15}P_{40}K_{40}$) способствовало увеличению урожайности нута на 0,27 т/га (18,8 %), высоких ($N_{30}P_{80}K_{80}$) – на 0,49 т/га (34,0 %), по отношению к неудобренному фону. При внесении высоких доз удобрений отмечена и наибольшая в опыте средняя урожайность – 1,93 т/га. При этом окупаемость удобрений дополнительной продукцией на фоне $N_{15}P_{40}K_{40}$ составила 2,84 кг/кг, $N_{30}P_{80}K_{80}$ – 2,58 кг/кг.

Эффективность использования удобрений при выращивании нута увеличивалась по мере возрастания интенсивности обработки почвы и густоты стеблестоя культуры. Прибавка урожая на фоне $N_{15}P_{40}K_{40}$ на участках с дискованием составляла, в среднем, 0,17 т/га (16,7 %), с комбинированной обработкой – 0,33 т/га (22,0 %), со вспашкой – 0,35 т/га (23,3 %). При внесении $N_{30}P_{80}K_{80}$ она была выше, достигая по фонам обработки соответственно 0,32, 0,55 и 0,60 т/га, или 31,4, 36,7 и 40,0 %, по отношению к неудобренному фону.

Максимальная в опыте эффективность удобрений отмечена после вспашки при норме высева семян 1,0 млн шт./га: прибавка урожая, по отношению к фону без удобрений, от применения $N_{15}P_{40}K_{40}$ составляла 0,42 т/га (25,6 %), $N_{30}P_{80}K_{80}$ – 0,69 т/га (42,1 %). При этом лучшая окупаемость удобрений дополнительной продукцией отмечена на фоне среднего уровня их применения, достигая по вспашке 4,42 кг/кг, по комбинированной обработке – 4,21, тогда как при высоком уровне применения она составляла соответственно 3,63 и 3,37 кг/кг.

В целом, отмечена устойчивая тенденция повышения урожайности нута с увеличением норм высева семян, доз внесения удобрений и интенсивности механической обработки почвы. Одновременно возрастали и прямые затраты, достигавшие наибольших в опыте величин при вспашке – 23,84 тыс. руб./га (табл. 3). В этом варианте отмечена и самая высокая стоимость полученной продукции (69,9 тыс. руб./га), обусловленная лучшей урожайностью. Однако самые высокие условный чистый доход (46,48 тыс. руб./га) и уровень рентабельности (215 %), а также минимальная себестоимость продукции (9,52 тыс. руб./т), достигались в варианте с комбинированной основной обработкой почвы.

Таким образом, при возделывании сорта нута Донплаза в условиях обыкновенных черноземов приазовской зоны Ростовской области наиболее эффективно использование в качестве основной обработки почвы вспашки и комбинированной обработки, обе-

3. Экономическая эффективность способов основной обработки почвы при возделывании нута (норма высева 1,0 млн шт./га, фон питания – $N_{30}P_{80}K_{80}$), средняя за 2017–2019 гг.

Показатель	Способ обработки почвы		
	дискование	комбинированная	вспашка
Прямые затраты, тыс. руб./га	19,22	21,62	23,84
Урожайность, т/га	1,68	2,27	2,33
Стоимость продукции, тыс. руб.	50,4	68,1	69,9
Себестоимость 1 т продукции, тыс. руб./га	11,44	9,52	10,23
Условный чистый доход, тыс. руб. /га	31,10	46,48	46,06
Уровень рентабельности, %	161,8	215,0	193,2

спечивающих среднюю по фактору А урожайность культуры 1,82 и 1,79 т/га. Формированию самой высокой семенной продуктивности культуры по фактору В (1,83 т/га) независимо от способа обработки почвы и удобрений способствовала норма высева 1,0 млн шт./га. Ее уменьшение до 0,8 и 0,6 млн шт./га снижало выход продукции на 0,08 и 0,33 т/га (4,4 и 18,0 %). Внесение высоких доз удобрений ($N_{30}P_{80}K_{80}$) обеспечивало наибольшую в опыте среднюю урожайность (1,93 т/га) по фактору С, с прибавкой 0,49 т/га (34,0 %), а средних доз ($N_{15}P_{40}K_{40}$) – самую высокую окупаемость дополнительным урожаем, которая составила в среднем 2,84 кг/кг.

Наиболее благоприятные для роста и развития растений сорта нута Донплаза условия создаются в варианте со вспашкой, нормой высева семян 1,0 млн шт./га и внесении $N_{30}P_{80}K_{80}$, обеспечивающие урожайность зерна 2,33 т/га. Самая высокая окупаемость удобрений дополнительной продукцией (4,42 кг/кг) достигается при внесении их средних доз ($N_{15}P_{40}K_{40}$) на фоне вспашки и нормы высева 1,0 млн шт./га.

Лучшие экономические результаты отмечены на фоне комбинированной обработки почвы в сочетании с посевом нормой 1,0 млн шт./га и внесением $N_{30}P_{80}K_{80}$: себестоимость – 9,52 тыс. руб./т, условно чистый доход – 46, 48 тыс. руб./га, уровень рентабельности – 215 %.

В условиях дефицита ресурсов целесообразно применение средних доз удобрений ($N_{15}P_{40}K_{40}$), обеспечивающих максимальную отдачу от их внесения.

Литература.

1. Балашов В. В., Балашов А. В. Волгоградский нут: монография. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2013. 108 с.

2. Indian pulses: A review on nutritional, functional and biochemical properties with future perspectives / B. Venkidasamy, D. Selvaraj, A. S. Nile, et al. // Trends in Food Science & Technology. 2019. Vol. 88. P. 228–242. doi: 10.1016/j.tifs.2019.03.012.

3. Hall C., Hillen C., Robinson J. G. Composition, nutritional value, and health benefits of pulses // Cereal Chemistry. 2017. Vol. 94. No. 1. P. 11–31. doi:10.1094/CCHEM-03-16-0069-FI.

4. Gaur P. M., Jukanti A. K., Varshney R. K. Impact of genomic technologies on chickpea breeding strategies // Agronomy. 2012. Vol. 2. No. 3. P. 199–221. doi: 10.3390/agronomy2030199.

5. Метлина Г. В., Васильченко С. А., Кривошеева Е. Д. Урожайность нута в зависимости от водного и пищевого режимов почвы Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2018. № 3. С. 13–17. doi: 10.31367/2079-8725-2018-57-3-13-17.

6. Эколого-экономические особенности технологии возделывания нового сорта нута Донплаза в условиях плакорных и склоновых земель Ростовской области / Н. Н. Вошедский, И. Н. Ильинская, В. А. Кулыгин и др. Рассвет: ФГБНУ ФРАНЦ, 2020. 108 с.

7. Кажан Н. Нут – культура для рисковых // Земля и жизнь. 2019. № 16 (192). С. 23.

8. Minimizing tillage to preserve the agrochemical and water-physical properties of southern black soil after vegetative reclamation / A. P. Solodovnikov, K. E. Denisov, A. N. Danilov, et al. // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2018. Vol. 9. No. 12. P. 1166–1172.

9. Бородычев В. В., Семененко А. С. Закономерности послойного распределения общей и продуктивной влаги при разных способах обработки почвы под нут // Известия Нижеволжского агроуниверситетского комплекса наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 3. С. 21–29.

10. Солодовников А. П., Пимонов К. И., Гудова Л. А. Влияние основной обработки на водно-физические свойства темно-каштановой почвы и урожайность нута // Научный журнал российского НИИ проблем мелиорации. 2020. № 1. С. 140–153. doi: 10/31774/2222-1816-2020-1-140-153.

11. Abiotic stresses, constraints and improvement strategies in chickpea / U. C. Jha, S. K. Chaturvedi, A. Bohra, et al. // Plant Breeding. 2014. Vol. 133. No. 2. P. 163–178. doi: 10.1111/pbr.12150.

12. Бородычев В. В., Пимонов К. И., Михайленко Е. Н. Агрохимическая оценка применения минеральных удобрений и биопрепаратов при возделывании нута в Ростовской области // Плодородие. 2018. № 1. С. 34–37.

13. Федюшкин А. В., Пасько С. В. Эффективность возделывания нута на черноземе обыкновенном в зависимости от способа посева и фона минерального питания // Достижения науки и техники АПК. 2020. № 5. С. 28–32. doi: 10.24411/0235-2451-2020-1-0505.

14. Гринько А. В., Вошедский Н. Н., Кулыгин В. А. Приемы возделывания нута в условиях обыкновенных черноземов // Известия Оренбургского ГАУ. 2019. № 4 (78). С. 84–88.

15. Вошедский Н. Н., Кулыгин В. А. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность чечевицы в богарных условиях Ростовской области // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 11. С. 43–47. doi: 10.24411/0235-2451-2020-11106.

Influence of elements of cultivation technology on chickpea yield under conditions of ordinary chernozems of the Azov zone in the Rostov region

N. N. Voshedsky, V. A. Kulygin
Federal Rostov Agricultural Research Centre, ul. Institutskaya, 1, pos. Rassvet, Aksayskii r-n, Rostovskaya obl., 346735, Russian Federation

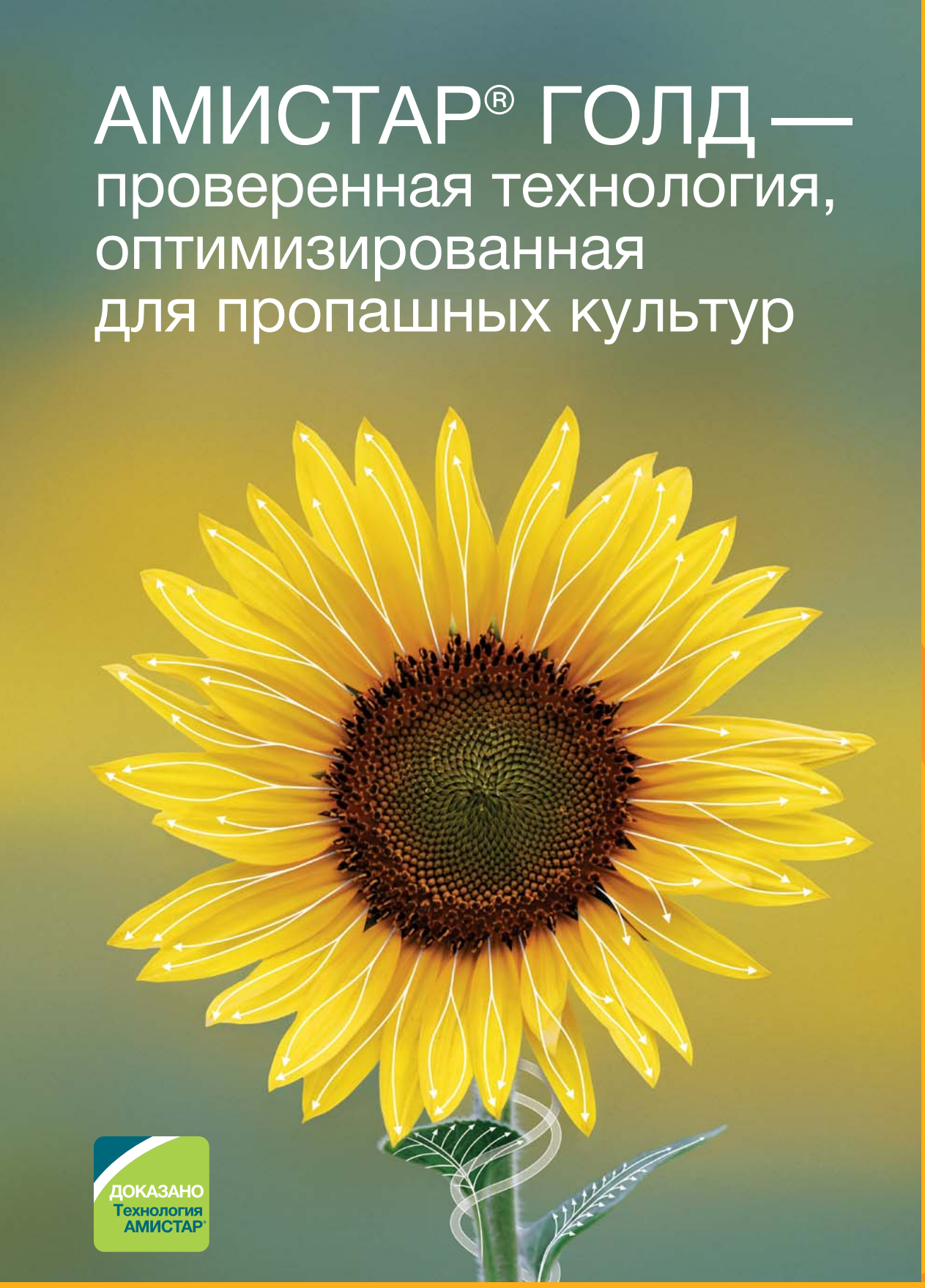
Abstract. *The study aimed to determine the optimal combination of tillage methods, doses of mineral fertilizers, and seeding rates for the cultivation of chickpea. The work was carried out under the soil and climatic conditions of the Azov zone in the Rostov region in 2017–2019. The design of the stationary field experiment included the following options: tillage method (factor A) – moldboard, combined, disking; seeding rate (factor B) – 0.6, 0.8, 1.0 million viable seeds per hectare; the level of application of mineral fertilizers (factor C) – without fertilizers, medium (N15P40K40), high (N30P80K80). The soil of the experimental plot was ordinary chernozem. We used generally accepted techniques. Donplaza chickpea variety was sown. Ploughing and combined cultivation were the most effective and equivalent tillage methods in terms of yield (1.82 t/ha and 1.79 t/ha). However, in terms of economic characteristics, the option with combined tillage was preferable to ploughing, which is reflected by the corresponding cost indicators – 9.52 and 10.23 thousand rubles per hectare, and the level of profitability – 215% and 193%. The most effective seeding rate for chickpea was 1.0 million seeds/ha, in this case, the average yield was 1.83 t/ha. The decrease in the sowing rate from 1.0 to 0.8 million seeds/ha was accompanied by a decrease in production output by 0.08 t/ha (4.4%). The application of N30P80K80 provided the highest yield, amounting to 1.93 t/ha, which was higher by 0.49 t/ha (34.0%) than against the unfertilized background. The use of N15P40K40 contributed to the formation of the highest return on fertilization, which averaged 2.84 kg/kg. In general, for Donplaza chickpea variety, the best conditions are created by combining moldboard ploughing with a seeding rate of 1.0 million seeds/ha and the fertilizer dose of N30P80K80, which ensured the productivity of 2.33 t/ha.*

Keywords: *chickpea (Cicer arietinum); tillage method; seeding rate; fertilizer; yield.*

Author Details: *N. N. Voshedsky, Cand. Sc. (Agr.), head of the laboratory (e-mail: dzniszr@mail.ru); V. A. Kulygin, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow.*

For citation: *Voshedsky NN, Kulygin VA [Influence of elements of cultivation technology on chickpea yield under conditions of ordinary chernozems of the Azov zone in the Rostov region]. Zemledelije. 2021; (3): 31-4. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10307.*

АМИСТАР® ГОЛД — проверенная технология, оптимизированная для пропашных культур



Амистар® Голд

syngenta®

Агрономическая поддержка компании «Сингента»
8 800 200-82-82 www.syngenta.ru

ЗАГРУЗИТЕ В App Store

ЗАГРУЗИТЕ В Google Play

Мобильное приложение «Сингента Россия»

®

doi: 10.24411/0044-3913-2021-10308
УДК 633.11 «324»:631.92:632.7.04/.08

Роль погодных условий в регуляции численности популяций пьявицы красногрудой (*Oulema melanopus* L.) в агробиоценозе озимой пшеницы

Н. Н. ГЛАЗУНОВА, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (e-mail: gnn2312@gmail.com)
Ю. А. БЕЗГИНА, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
А. Н. ШИПУЛЯ, кандидат химических наук, доцент
Е. В. ВОЛОСОВА, кандидат биологических наук, доцент
Е. В. ПАШКОВА, кандидат технических наук, доцент
Ставропольский государственный аграрный университет, пер. Зоотехнический, 12, Ставрополь, 355017, Российская Федерация

Высокая концентрация посевов озимой пшеницы совместно с рядом климатических и экологических факторов создают благоприятные условия для развития и массового размножения многих видов фитофагов. Их жизнедеятельность, в свою очередь, находится в прямой зависимости от сочетания температуры и осадков. Цель работы – изучение влияния абиотических факторов на развитие вредителя озимой пшеницы – пьявицы красногрудой (Oulema melanopus L.). Исследования проводили в 2011–2018 гг. в Ставропольском крае в посевах озимой пшеницы, размещаемой по предшественнику озимая пшеница. Наблюдения за численностью вредных насекомых осуществляли общепринятыми в энтомологии методами систематически по фазам развития озимой пшеницы. Эмпирические данные обрабатывали с использованием программного продукта «Статистика-13». Наибольшее в опытах увеличение численности популяции пьявицы красногрудой происходило в условиях, когда выпадало умеренное количество осадков при температуре 17...25 °С. Снижение численности вредителя отмечали, если во время массовой откладки яиц и отрождения личинок устанавливалась холодная (температура 11...16 °С) погода с моросящими дождями и небольшим количеством солнечных дней или их отсутствием в течение 14...20 дней, что приводило к вспышке энтомопатогенных грибов. Результаты исследований можно использовать для разработки краткосрочного прогноза и при создании компьютерной программы для расчета численности популяции пьявицы красногрудой в зависимости от климатических факторов, биотических и технологических приемов, разработки мероприятий по контролю численности этого вида насекомых в посевах озимой пшеницы в фазы выхода в трубку, колошения, цветения и молочной спелости.

Ключевые слова: *озимая пшеница (Triticum aestivum L.), вредители, пьявица красногрудая (Oulema melanopus L.), температура, осадки, статистическая обработка, математическое моделирование.*

Для цитирования: *Роль погодных условий в регуляции численности популяций пьявицы красногрудой (Oulema melanopus L.) в агробиоценозе озимой пшеницы / Н. Н. Глазунова, Ю. А. Безгина, А. Н. Шипуля и др. // Земледелие. 2021. № 3. С. 36–39. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10308.*

В последние годы технологии возделывания сельскохозяйственных культур строятся с учетом теоретических основ экологического развития насекомых [1]. Использование теории жизненных стратегий биологических видов открывает возможности для замены борьбы с вредными видами на управление стратегиями и тактиками их жизненных циклов [2].

При взаимодействии вредителей с окружающей средой эволюционно сложились определенные требования к сочетанию температуры и осадков [3]. Они благоприятствуют увеличению численности популяций определенного вида или, наоборот, вызывают ее спад [4]. Зная комплексное влияние сочетания температуры и осадков на численность насекомых на различных этапах органогенеза озимой пшеницы, можно делать краткосрочные прогнозы их численности [5]. Прогнозирование динамики численности популяции в следующем году возможно на основе информации о метеоусловиях предшествующего года [6].

Цель исследований – анализ комплексного влияния температуры воздуха и выпадающих осадков на численность популяции пьявицы красногрудой *Oulema melanopus L.* в различные фазы развития озимой пшеницы.

Для ее достижения необходимо было решить следующие задачи:

провести анализ погодных условий (температуры и суммы осадков) в период с 2011 по 2018 гг.;

определить аналитические зависимости функций температуры (t = f (т)) и осадков (V= f (т)) по годам исследования;

обработать эмпирические данные по численности популяции пьявицы красногрудой методом регрессионного и корреляционного анализов для получения аналитических зависимостей ее изменения в фазы трубкования, колошения, цветения и молочной спелости зерна;

объединить аналитические зависимости изменения численности популяции пьявицы красногрудой, температуры воздуха и количества осадков в разные фазы развития озимой пшеницы с использованием программы «Статистика 13».

Объект исследования – пьявица красногрудая (*Oulema melanopus L.*). Работу проводили в условиях учебно-опытного хозяйства ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», находящегося на территории Шпаковского муниципального округа Ставропольского края, юго-восточнее г. Ставрополя, в период с 2011 по 2018 гг.

По агроклиматическим условиям территория учебно-опытного хозяйства относится к III зоне недостаточного увлажнения Ставропольского края. Постоянными характерными особенностями этой климатической зоны выступают нестабильное увлажнение в разные годы и неравномерное выпадение осадков в течение вегетационного периода. Средняя многолетняя сумма осадков за год составляет 550 мм, за вегетационный период – 340...360 мм. Сумма эффективных температур за период вегетации варьирует от 2800 до 3000 °С. Увеличение роста температур весной происходит быстро. Самый теплый месяц июль со средней многолетней температурой +23,9 °С, самый холодный месяц январь со средней многолетней температурой -3,7 °С. Минимальная температура в зимнее время опускается до -32 °С. Продолжительность зимнего периода обычно составляет 95...110 дней. Почва может промерзать на глубину 25...30 см, но это бывает только в отдельные годы. Снежный покров в течение

зимнего периода неустойчив, его средняя высота обычно составляет 15…20 см.

Весной преобладают ветры восточного направления. Возвратные весенние заморозки обычно заканчиваются в апреле, но в отдельные годы бывают и в мае. Среднесуточная температура воздуха выше +10 °С поднимается с третьей декады апреля. Переход суточных температур через отметку +5 °С весной происходит, как правило, в начале апреля, осенью – во второй декаде ноября. Лето довольно жаркое, температура может достигать +40 °С. Среднегодовая температура воздуха составляет +7,5 °С, почвы +9,3…+10,0 °С.

Относительно высокие температуры в течение весенне-летнего периода обусловливают повышенную испаряемость, которая в это время превышает количество выпадающих осадков, в связи с этим среднемноголетний гидротермический коэффициент в течение вегетационного периода составляет 1,1…1,2.

Относительная влажность воздуха характеризует степень насыщенности воздуха водяными парами, которые оказывают большое влияние на развитие имаго и личинок пьявицы красногрудой и растений озимой пшеницы. В июле она снижается до 60 %, что оказывает неблагоприятное воздействие на растения, но не сказывается на развитии насекомых.

Частым явлением на территории учебно-опытного хозяйства бывают суховеи, иногда – засухи. В целом за год общее число дней с суховеями может достигать 45, они сопровождаются сильными ветрами со скоростью более 15 м/с.

Накопление влаги в почве происходит преимущественно благодаря осадкам холодного периода, чему способствует неглубокое промерзание почвы, частые оттепели и невысокое испарение зимой, среднемноголетний гидротермический коэффициент составляет 0,7…0,9.

Почвенный покров в учебно-опытном хозяйстве практически однороден, почвы залегают большими контурами и представлены черноземами выщелоченными тяжелосуглинистыми. Запасы гумуса в метровом слое почвы достигают 500…550 т/га, содержание гумуса в пахотном слое – 5,8…6,2 %, подвижного фосфора и калия (по Мачигину) – 22…26 мг/кг и 290 мг/кг почвы соответственно. Почвы отличаются высокой емкостью поглощения (в пахотном слое – 40 мг-экв./100 г почвы), обусловленной наличием высокодисперсных илистых частиц, довольно плотным сложением (1,15…1,36 г/см^3), слабокислой и нейтральной реакцией почвенного раствора (pH 5,6…6,5 ед.).

В посевах озимой пшеницы по озимой пшенице наблюдения за численностью пьявицы красногрудой проводили общепринятыми энтомологическими методами систематически в те фазы развития растений, в которые пьявица красногрудая вредит посевам культуры: выход в трубку, колошение, цветение, молочная спелость зерна. Полученные эмпирические данные обрабатывали методами дисперсионного и корреляционного анализа с использованием программного продукта «Статистика-13».

Для расчетов эмпирических зависимостей выбраны следующие показатели: продолжительность фаз озимой пшеницы (τ, дней); календарные сроки наступления изучаемых фаз (дата и месяц); средняя температура воздуха (°С), среднее количество выпавших осадков (мм) и численность вредителя (экз./растение) в той или иной фазе развития культуры.

При анализе погодных условий (температуры и осадков) в расчет принимали временной отрезок только 4-х изучаемых фаз развития озимой пшеницы. В процессе расчётов были получены уравнения, которые описывали изменения температуры в конкретный год исследования:

$$t, °C(2011) = 11,23 - 0,2674\tau + 0,0023\tau^2 - 0,0002\tau^3 + 3E\text{-}06\tau^4, \quad (1)$$

$$t, °C(2012) = 8,564 - 0,3678\tau + 0,0212\tau^2 - 0,0003\tau^3 + 4E\text{-}06\tau^4, \quad (2)$$

$$t, °C(2013) = 12,213 + 0,213\tau - 0,0101\tau^2 + 0,0002\tau^3 - 5E\text{-}06\tau^4, \quad (3)$$

$$t, °C(2014) = 9,32 + 0,2345\tau - 0,0216\tau^2 + 0,0003\tau^3 + 2E\text{-}07\tau^4, \quad (4)$$

$$t, °C(2015) = 11,672 + 0,065\tau - 0,0056\tau^2 + 0,0004\tau^3 - 4E\text{-}07\tau^4, \quad (5)$$

$$t, °C(2016) = 8,425 + 0,983\tau - 0,0382\tau^2 + 0,0003\tau^3 - 5E\text{-}07\tau^4, \quad (6)$$

$$t, °C(2017) = 12,689 + 0,0589\tau - 0,0281\tau^2 + 0,0004\tau^3 - 7E\text{-}06\tau^4, \quad (7)$$

$$t, °C(2018) = 15,735 + 0,4873\tau - 0,0025\tau^2 + 0,0003\tau^3 - 4E\text{-}07\tau^4. \quad (8)$$

Изменения количества осадков в эти фазы развития озимой пшеницы характеризуют следующие уравнения:

$$V, мм (2011) = 15,246 - 0,5674\tau + 0,3689\tau^2 - 0,0034\tau^3 + 4E\text{-}06\tau^4, \quad (9)$$

$$V, мм (2012) = 23,03 - 4,2351\tau + 0,6345\tau^2 - 0,007\tau^3 + 5E\text{-}04\tau^4, \quad (10)$$

$$V, мм (2013) = 12,456 - 23,2367\tau + 0,2384\tau^2 - 0,0031\tau^3 + 3E\text{-}05\tau^4, \quad (11)$$

$$V, мм (2014) = 18,456 - 13,3678\tau + 0,4623\tau^2 - 0,002\tau^3 + 4E\text{-}04\tau^4, \quad (12)$$

$$V, мм (2015) = 25,5318 + 0,2384\tau - 0,0034\tau^2 + 0,0002\tau^3 - 5E\text{-}05\tau^4, \quad (13)$$

$$V, мм (2016) = -8,3275 + 2,3267\tau - 0,5672\tau^2 + 0,0004\tau^3 - 3E\text{-}05\tau^4, \quad (14)$$

$$V, мм (2017) = 27,3425 + 8,5432\tau - 0,4312\tau^2 + 0,0003\tau^3 - 3E\text{-}05\tau^4, \quad (15)$$

$$V, мм (2018) = 11,3691 + 41,0023\tau - 0,5426\tau^2 + 0,0006\tau^3 - 5E\text{-}05\tau^4. \quad (16)$$

Результаты исследований показывают, что численность вредителя в посевах озимой пшеницы в целом подчиняется циклу его развития. Меняется только абсолютное количество особей, которое напрямую зависит от метеоусловий в различные годы (рисунок). Так, в 2014 и 2016 гг. отмечали минимальную за годы исследований численность популяции пьявицы красногрудой, вследствие сложившейся в фазы выхода в трубку и колошения озимой пшеницы, то есть в период массовой откладки яиц и развития личинок, прохладной и очень влажной погоды. Температура в мае 2014 г. была ниже климатической нормы на 1,3 °С, в 2016 г. – на 2,2 °С. Сумма осадков в этот период превышала среднемноголетнюю на 85,7 и 64,3 % соответственно. Это привело к гибели яиц и личинок младших возрастов, а также пораже-

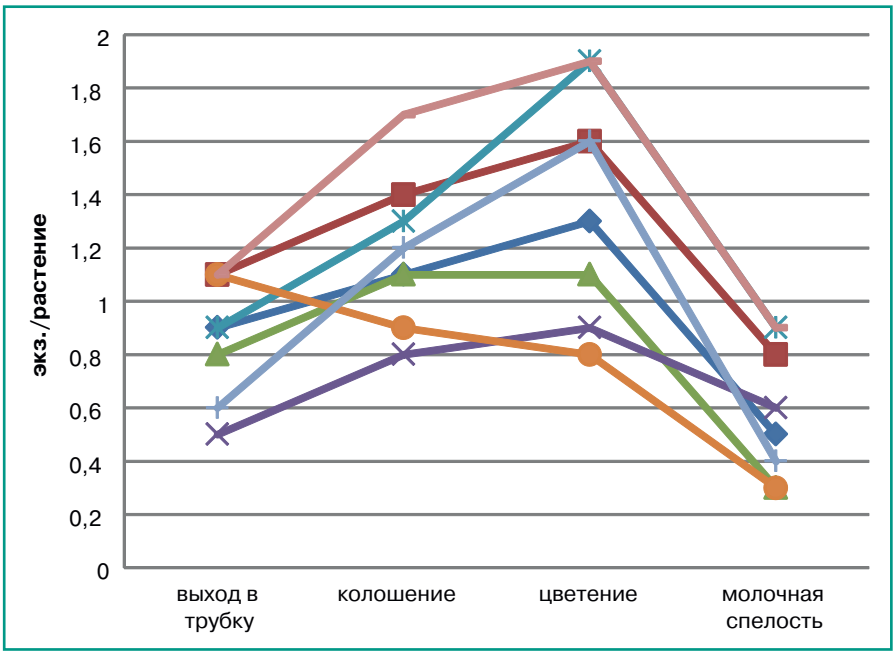


Рисунок. *Численность популяции пьявицы красногрудой (Oulema melanopus L.) по фазам развития озимой пшеницы: – 2011; – 2012; – 2013; – 2014; – 2015; – 2016; – 2017; – 2018.*

1. Коэффициенты зависимости изменения численности популяции пьявицы красногрудой в фазы развития озимой пшеницы за период с 2011 по 2018 гг.

Интервал во времени	Год	Коэффициент			R^2
		a	в	c	
01.04-30.04	2011	-0,2467	0,0176	-0,007	0,92
	2012	-0,5421	0,0274	-0,001	0,93
	2013	-0,8643	0,0468	-0,002	0,93
	2014	-2,4256	0,0850	-0,002	0,92
	2015	-0,5698	0,1204	-0,001	0,99
	2016	-0,9016	0,1299	-0,002	0,91
	2017	-0,6834	0,0234	-0,002	0,99
	2018	-1,3457	0,1678	-0,001	0,97
01.05-31.05	2011	-9,5448	0,2567	-0,003	0,87
	2012	-10,6020	0,4321	-0,002	0,91
	2013	-12,2406	0,3271	-0,001	0,92
	2014	-11,9207	0,3256	-0,003	0,91
	2015	-14,3341	0,3239	-0,002	0,97
	2016	-19,5783	0,2923	-0,006	0,95
	2017	-7,5672	0,3339	-0,005	0,92
	2018	-18,9843	0,4507	-0,005	0,96
01.06-01.07	2011	-4,5448	0,3334	-0,005	0,93
	2012	-5,6020	0,1123	-0,004	0,91
	2013	-3,2406	0,2697	-0,001	0,93
	2014	-6,9070	0,3659	-0,003	0,94
	2015	-5,3310	0,3639	-0,004	0,92
	2016	-4,5623	0,3823	-0,007	0,92
	2017	-8,1912	0,2939	-0,003	0,99
	2018	-4,9933	0,2633	-0,007	0,98

нию популяции энтомопатогенными грибами, что отрицательно сказалось на численности вредителя в агроценозе озимой пшеницы. Максимальную за годы исследований численность популяции пьявицы красногрудой наблюдали в 2018 г., когда в фазе выхода в трубку при массовой откладке яиц вредителем, а потом и в фазы колошения и цветения стояла теплая погода с умеренным увлажнением, что было благоприятно для развития нового поколения фитофага.

В процессе статистического анализа получены уравнения зависимости динамики численности популяции пьявицы красногрудой в изучаемые фазы развития озимой пшеницы в годы исследований, которые имеют вид уравнений регрессии второй степени $P = a+в\tau+c\tau^2$ (коэффициенты представлены в табл. 1) и делятся на 3 интервала во времени. Первый интервал характеризуется выходом имаго из мест зимовки и началом откладки яиц жуками, второй соответствует массовому отрождению личинок до их окукливания, третий – появлением нового поколения жуков и отлетом их в места зимовки.

На основании установленных уравнений, характеризующих изменение численности популяции пьявицы красногрудой, был проведен анализ для каждой фазы в изучаемом интервале времени. По его результатам были получены аналитические уравнения, которые описывают изменение численности пьявицы красногрудой в каждой изучаемой фазе. В фазы выхода в трубку и молочной спелости они соответствуют уравнению линейной регрессии третьей степени, что свидетельствует о стабильности изменения численности в эти периоды:

$$y = a + вx + cx^2 + dx^3. \quad (18)$$

В фазы колошения и цветения, когда происходит массовое отрождение личинок нового поколения жуков, оно описывается уравнением линейной регрессии четвертой степени, что свидетельствует о возможных как подъемах, так и спадах численности в эти фазы развития (табл. 2):

$$y = a + вx + cx^2 + dx^3 + fx^4, \quad (19)$$

где y – количество пьявицы красногрудой, экз/растение;

x – среднее значение длительности фазы, т, дни;

a, в, c, d, f – коэффициенты фазы развития озимой пшеницы.

В связи с тем, что на численность насекомых действуют прежде всего температура и осадки, а именно их сочетания в определенный момент развития, то при соединении этих показателей мы получаем общее уравнение:

$$P = a – вt + cV+dt^2-etV – fV^2, \quad (20)$$

где P – количество пьявицы красногрудой, экз/растение;

t – температура в анализируемую фазу, °С;

V – количество осадков в анализируемую фазу, мм;

a, в, c, d, f – коэффициенты фазы развития озимой пшеницы.

С использованием этого уравнения была построена поверхность отклика второго порядка, посредством которой можно рассчитывать численность пьявицы красногрудой в зависимости от изменения температуры и суммы выпавших осадков в изучаемые фазы развития озимой пшеницы.

В фазе выхода в трубку численность популяции пьявицы красногрудой в зависимости от изменения температуры и суммы осадков описывает уравнение, свидетельствующее о том, что в этот период она ежегодно увеличивается:

$$P = 3,7643+0,9345t -0,2423V – 0,0566t^2+0,006tV + 0,0003V^2. \quad (21)$$

В фазе колошения численность популяции пьявицы красногрудой в зависимости от изучаемых факторов описывает зависимость, согласно которой возможны как ее снижение, так и рост:

$$P = -331,333+34,4972t +1,0234V- 0,907t^2-0,0479tV -0,0004V^2. \quad (22)$$

Анализ уравнения изменения численности популяции пьявицы красногрудой в фазе цветения свидетельствуют о том, что в этот период численность вредителя в посевах ежегодно значительно увеличивается:

$$P = 2341,6317-293,273t – 4,2683V +3,3689t^2+0,5732tV – 0,0031V^2. \quad (23)$$

В фазе молочной спелости зерна численность популяции пьявицы красногрудой в зависимости от изменения температуры и объема осадков описывается уравнением, показывающим, что в этот период она снижается до минимальных значений:

$$P = -8334,85 + 433,1625t – 12,2207V-14,9165t^2 + 0,5243V + 0,01212V^2. \quad (24)$$

Результаты исследований свидетельствуют о том, что климатические условия (температура и количество осадков) различных лет оказывают прямое влияние на численность популяции консортов первого порядка, в частности пьявицы красногрудой, вредящей в агробиоценозе озимой пшеницы. В целом климат Ставропольского края благоприятен для жизнедеятельности исследуемых популяций фитофагов.

2. Значения коэффициентов аналитических уравнений для пьявицы красногрудой в различные фазы развития озимой пшеницы (2011–2018 гг.)

Фаза развития	Коэффициент фазы развития озимой пшеницы					Коэффициент корреляции между численностью пьявицы и фазой развития пшеницы
	a	в	c	d	f	
Выход в трубку	3E+05	-566700	285,9	-0,08	–	0,97
Колошение	2E+07	-3E+07	459,7	-0,12	0,64	0,94
Цветение	2E+08	-3E+05	939,7	-0,23	0,56	0,92
Молочная спелость	5E+07	5E+08	898,6	-0,56	–	0,96

Наибольшее увеличение численности популяции пьявицы красногрудой происходит в условиях, когда во время откладки яиц и отрождения личинок выпадает умеренное количество осадков при температуре 17...25 °С, при солнечной погоде без сильного ветра. Гидротермический коэффициент близок к 1,0 или составляет 1,1. Снижение популяции происходит если во время массовой откладки яиц и отрождения личинок устанавливается холодная весна с температурой 11...16 °С, с частыми моросящими дождями и небольшим количеством солнечных дней или их отсутствием в течение 14...20 дней, что приводит к вспышке энтомопатогенных грибов. Гидротермический коэффициент меньше 1,0 и составляет 0,7...0,8.

Полученные уравнения применимы для разработки краткосрочного прогноза численности пьявицы красногрудой, а также компьютерной программы расчета численности вредителя в зависимости от климатических факторов, биотических и технологических приемов, при разработке мероприятии по контролю численности насекомых в посевах озимой пшеницы в фазы выхода в трубку, колошения, цветения и молочной спелости зерна.

Литература.

1. Система защиты озимой пшеницы от вредителей и болезней на Юге России: Методические рекомендации. Рекомендовано Министерством сельского хозяйства Ставропольского края / Н. Н. Глазунова, А. П. Шутко, Ю. А. Безгина и др. / под ред. Н.Н. Глазуновой. Ставрополь: СЕКВОЙЯ, 2018. 97 с.

2. Тойгильдин А. Л., Морозов В. И., Подсевалов М. И. Абиотические факторы и устойчивость урожайности озимой пшеницы в условиях лесостепи Поволжья // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 1. (29). С. 29-35.

3. Глазунова Н. Н., Безгина Ю. А., Устимов Д. В. Математическое описание взаимосвязи численности вредной черепашки, теленомин, фазий и погодно-климатических факторов фазы онтогенеза озимой пшеницы // Вестник АПК Ставрополья. 2013. № 4 (12). С. 160–169.

4. Сироткин М. Б., Коренберг Э. И. Влияние абиотических факторов на разные этапы развития таежного (ixodes persulcatus) и европейского лесного (ixodes ricinus) клещей // Зоологический журнал. 2018. Т. 97. № 4. С. 379-396.

5. Логическая модель влияния воздействующих факторов на численность энтомоценоза озимой пшеницы в разные фазы ее онтогенеза / Н. Н. Глазунова, М. А. Изюмов, Ю. А. Безгина // Вестник АПК Ставрополья. 2018. № 1. (29). С. 86–90.

6. Хуррамов А. Ш. Влияние абиотических факторов на динамику численности фитонематод пшеницы // Российский паразитологический журнал. 2018. Т. 12. № 4. С. 99–103.

Role of weather conditions in the regulation of the population of cereal leaf beetle (*Oulema melanopus* L.) in agrobiocenosis of winter wheat

N. N. Glazunova, Yu. A. Bezgina, A. N. Shipulya, E. V. Volosova, E. V. Pashkova
Stavropol State Agrarian University, per. Zootechnicheskiy, 12, Stavropol', 355017, Russian Federation

Abstract. *The high concentration of winter wheat crops together with some climatic and environmental factors create favourable conditions for the development and reproduction of phytophages. The vital activity of phytophages directly depends on the combination of temperature and precipitation. The paper aims to determine the influence of abiotic factors on the development of the winter wheat pest – the cereal leaf beetle (Oulema melanopus L.). The studies were carried out in 2011–2018 in the Stavropol Territory in the crops of winter wheat, the forecrop was winter wheat. Observations of the population of harmful insects were carried out by methods generally accepted in entomology; they were systematically according to the phases of winter wheat development. The empirical data were processed using Statistic-13 software product. The greatest increase in the population of cereal leaf beetles occurred when a moderate amount of precipitation fell at a temperature of 17–25 C. If during the mass oviposition and hatching of the larvae, the weather was cold (11–16 C), with drizzling rains and few or no sunny days for 14–20 days, the number of the pest decreased due to the explosive growth of entomopathogenic fungi. The research results can be used for short-term forecasting and creating a computer program for predicting the population of cereal leaf beetles depending on climatic factors, biotic and technological methods, for developing measures to control the population of this insect species in winter wheat crops in the phases of elongation, earing, flowering and milk ripeness.*

Keywords: *winter wheat (Triticum aestivum L.); pests; cereal leaf beetle (Oulema melanopus L.); temperature; precipitation; statistical processing; mathematical modelling.*

Author Details: *N. N. Glazunova, D. Sc. (Agr.), prof. (e-mail: gnn2312@gmail.com); Yu. A. Bezgina, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.; A. N. Shipulya, Cand. Sc. (Chem.), assoc. prof.; E. V. Volosova, Cand. Sc. (Biol.), assoc. prof.; E. V. Pashkova, Cand. Sc. (Tech.), assoc. prof.*

For citation: *Glazunova NN, Bezgina YuA, Shipulya AN, et al. [Role of weather conditions in the regulation of the population of cereal leaf beetle (Oulema melanopus L.) in agrobiocenosis of winter wheat]. Zemledelie. 2021;(3): 36-9. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10308.*

doi: 10.24411/0044-3913-2021-10309
УДК 633.11 «324»:632.9

Биологизированная защита озимой пшеницы от листовых пятнистостей

А. П. ШУТКО, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (e-mail: schutko.an@yandex.ru)
Л. В. ТУТУРЖАНС, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: lady.tuturzhans@yandex.ru)
Л. А. МИХНО, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: udovi4encko.mila@yandex.ru)
Е. Г. ШЕК, аспирант (e-mail: shek_elena@bk.ru)
Ставропольский государственный аграрный университет, пер. Зоотехнический, 12, Ставрополь, 355017, Российская Федерация

Исследования проводили с целью повышения урожайности озимой пшеницы путем применения против листовых пятнистостей фунгицидов биологического происхождения. Работу выполняли в 2018–2019 гг. в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный. Схема опыта включала следующие варианты: без обработки (контроль); Альтруист, КЭ (1,5 л/га) – эталон; Альтруист, КЭ (1,5 л/га) + Метабактерин, СП (0,006 кг/га); Альтруист, КЭ (1,5 л/га) + Метабактерин, СП (0,009 кг/га); Альтруист, КЭ (1,5 л/га) + Метабактерин, СП (0,012 кг/га); Метабактерин, СП (0,009 кг/га). Объект исследования –пшеница мягкая озимая сорта Юка, предшественник – озимая пшеница. Совместное использование фунгицида Альтруист, КЭ на основе триазола тебуконазол и азоксистробина из класса стробилуринов, имеющих естественное происхождение, в баковой смеси с биопрепаратом Метабактерин, СП при норме применения последнего 0,006 и 0,012 кг/га через 14 дней после обработки наиболее эффективно сдерживало развитие септориоза. Аналогичную картину отмечали через 28 дней после обработки, как по показателю «развитие», так и по показателю «распространение болезни». Максимальную в опыте биологическую эффективность в отношении пиренофороза и фузариозного ожога на уровне 60 % и более отмечали через 14 суток после обработки. Биологическая урожайность при использовании биопрепарата Метабактерин, СП в нормах 0,006 и 0,012 кг/га в баковой смеси с фунгицидом Альтруист, КЭ составила 4,68 и 5,22 т/га и превысила величину этого показателя в варианте с применением эталона на 0,29...0,83 т/га.

Ключевые слова*: пшеница мягкая озимая (Triticum aestivum L.), пиренофороз*

(Pyrenophora tritici-repentis (Died.) Drechsler) септориоз (Septoria tritici Roberge ex. Desm.), фузариозный ожог (Microdochium nivale (Fr.) Samuels & I.C. Hallett), распространенность, вредоносность, фунгициды биологического происхождения, стробилурины, Метабактерин, биологическая эффективность, урожайность.

Для цитирования: *Биологизированная защита озимой пшеницы от листовых пятнистостей / А. П. Шутко, Л. В. Тутуржанс, Л.А. Михно и др. // Земледелие. 2021. № 3. С. 39–43. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10309.*

Озимая пшеница – ведущая сельскохозяйственная культура Ставропольского края. Ее посевные площади на территории края увеличились с 1744,2 тыс. га в 2017 г. до 1844,8 тыс. га в 2019 г. (*http://stavstat.old.gks.ru*). Ставрополье входит в тройку лидеров по производству зерна среди всех субъектов Российской Федерации.

Однако фитосанитарные проблемы, вызванные особенностями современных агротехнологий, а также климатическими изменениями, приводят к значительным потерям урожая и ухудшению его качества [1, 2]. В последние годы в составе патогенного комплекса листовых пятнистостей озимой пшеницы на юге России доминирующее положение занимают пиренофороз (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler) и септориоз (*Septoria tritici* Roberge ex. Desm.). В отдельные годы наблюдается проявление фузариозного ожога листьев (*Microdochium nivale* (Fr.) Samuels & I.C. Hallett) (табл. 1).

Пиренофороз поражает листья, стебли и колос. Проявляется заболевание с обеих сторон листьев и листовых влагалищ в виде мелких желтых или светло-коричневых пятен овальной или округлой формы диаметром от 2 до 5 мм. В центре пятна эпидермис слегка приподнят. Иногда в центре пораженного участка образуется коричневое некротическое пятно диаметром 1…2 мм. С течением времени пятна разрастаются в продольном направлении, иногда принимают ромбовидную или чечевицеобразную форму, приобретают темно-коричневую окраску. Обычно они окаймлены зоной хлороза. Пораженные листья отмирают, начиная с верхушки. Потери урожая в эпифитотийные годы могут составлять 15…30 % [6].

При инфицировании септориозом на пораженных листьях и стеблях образуются светло-желтые и светло-бурые пятна с темной каймой и черными пикнидами, хорошо заметными даже невооруженным глазом. Септориоз приводит к отставанию растений в росте, сокращению ассимиляционной поверхности и преждевременному усыханию листьев, уменьшению длины и озерненности колоса, а также к щуплости зерна. Недобор урожая достигает 30…40 % [7].

Возбудитель фузариозного ожога *Microdochium nivale* поражает как вегетативные, так и генеративные органы растений. Болезнь может протекать по типу корневой гнили, снежной плесени, фузариозного ожога листьев и фузариоза колоса. При фузариозном ожоге листьев рано весной во время возобновления вегетации на молодых растениях образуются светло-бурые округлые пятна с темно-пурпуровой каймой. В условиях влажного климата возможно более позднее развитие болезни, которое проявляется в виде крупных водянистых пятен без ободка. При этом отмирание проводящей системы в области пятна вызывает полную или частичную гибель листа выше места поражения [8].

Таким образом, актуальность разработки методов фитосанитарной стабилизации агроценоза озимой пшеницы, в том числе путем применения средств защиты растений биологического происхождения (в соответствии с Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства на 2017–2025 гг.), не вызывает сомнений.

Цель исследования – определение возможности повышения урожайности озимой пшеницы в зоне неустойчивого увлажнения путем применения фунгицидов биологического происхождения против листовых пятнистостей.

Работу выполняли на опытной станции Ставропольского ГАУ (зона черноземов лесостепной и степной областей Северо-Кавказского района возделывания культур) в 2018–2019 гг. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный с содержанием гумуса в пахотном горизонте 5,0…5,2 % (по Тюрину в модификации ЦИНАО), подвижных форм фосфора и калия – 18…24 и 160…210 мг/кг почвы соответственно (по Мачигину в модификации ЦИНАО).

Исследования проводили в третьей агроклиматической зоне с резко континентальным климатом, который характеризуется неравномерным выпадением осадков и неустойчивым увлажнением в разные годы. Средняя многолетняя сумма осадков на этой территории составляет 551 мм (ГТК = 1,1…1,3), в период вегетации она достигает 310…350 мм. Суховеи наблюдаются в среднем 61 день в году. Сумма положительных температур воздуха выше +10 °С составляет 3000…3200 °С. Среднегодовая температура воздуха – 9,2 °С (*Системы земледелия Ставрополья: Монография / Под общ. ред. А. А. Жученко, В. И. Трухачева. Ставрополь: АГРУС, 2011. 827 с.*).

Погодные условия в период проведения исследований характеризовались как удовлетворительные для роста и развития озимой пшеницы. В 2017 г. к началу сева культуры запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы на всей территории края оценивались как плохие и недостаточные. В ноябре посевы находились в фазе одного-трех листьев. В зиму растения ушли слабо закаленными, так как в течение декабря продолжали вегетацию. Зима характеризовалась неустойчивым температурным режимом, а количество осадков было больше нормы на 134…156 %. Во второй декаде марта отмечали устойчивый рост температур. Сумма осадков за месяц более чем в 2 раза превысила климатическую норму (табл. 2).

В апреле отмечали умеренно теплую и засушливую погоду. Согласно фенологическим наблюдениям фаза выхода

1. Динамика развития листовых пятнистостей озимой пшеницы в Ставропольском крае [3, 4, 5]

Заболевание	2017 г.				2018 г.				2019 г.			
	площадь поражения, тыс. га	доля от обследованной, %	распространение, %	развитие, %	площадь поражения, тыс. га	доля от обследованной, %	распространение, %	развитие, %	площадь поражения, тыс. га	доля от обследованной, %	распространение, %	развитие, %
Пиренофороз	649,4	65,0	54,0	5,0	711,1	58,0	44,0	5,0	799,8	62,0	42,0	7,0
Септориоз	289,6	29,0	18,0	3,0	317,2	26,0	47,0	5,0	303,9	24,0	39,0	4,0
Фузариозный ожог	42,1	3,0	24,0	4,0	x*	x	x	x	x	x	x	x

**информация отсутствует*

2. Погодные условия вегетационного периода (2018–2019 гг.)

Показатель	Месяц				
	март	апрель	май	июнь	июль
Температура воздуха, °С					
Средняя многолетняя	2,3	9,6	14,8	19,2	22,3
2018 г.	3,5	10,8	17,7	22,5	24,9
2019 г.	4,9	10,2	17,1	22,5	20,7
Сумма осадков, мм					
Средняя многолетняя	35	45	66	83	58
2018 г.	88	15	44	0	78
2019 г.	83	69	161	137	102

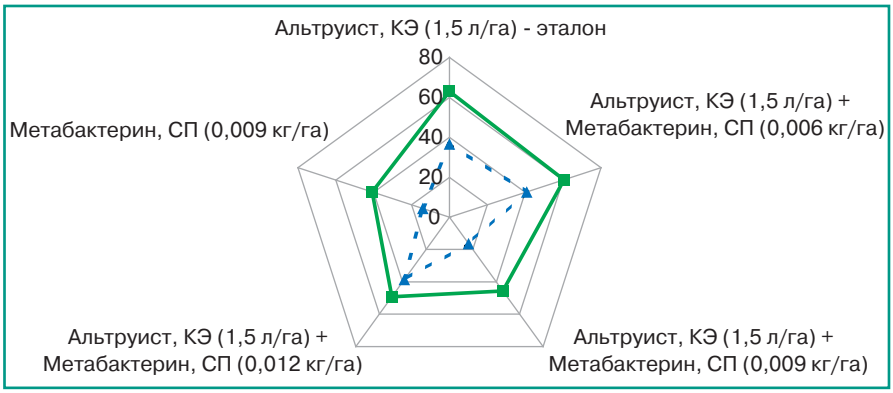


Рис. 1. *Биологическая эффективность фунгицидной обработки по показателю «развитие болезни» в отношении септориоза озимой пшеницы (среднее за 2018–2019 гг.): – через 14 суток после обработки ($F_ф$=916,87>F_m=3,26, $НСР_{05}$=1,32); – через 28 суток после обработки ($F_ф$=842,46>F_m=3,26, $НСР_{05}$=1,01).*

в трубку наступала раньше среднего многолетнего срока на 15 дней. В мае–июне 2018 г. также отмечали жаркую и сухую погоду. Сложившиеся условия способствовали проявлению фузариозного ожога в марте, однако установившаяся в дальнейшем засушливая погода сдерживала распространение листовых пятнистостей.

Условия вегетационного периода 2018–2019 сельскохозяйственного года также характеризовались недостатком влаги в осенний период. Зимние месяцы отличались повышенным температурным режимом. При этом большая часть зимнего периода была бесснежной. Март можно охарактеризовать как теплый и влажный. Сумма осадков в этом месяце составила 83 мм, или 273 % от нормы. Температурный режим апреля–июня соответствовал среднемноголетней нормы на фоне избыточного увлажнения. В целом в 2019 г. сложились благоприятные условия для развития листовых пятнистостей озимой пшеницы.

Схема опыта включала следующие варианты: без обработки (контроль); Альтруист, КЭ (1,5 л/га) – эталон; Альтруист, КЭ (1,5 л/га) + Метабактерин, СП (0,006 кг/га); Альтруист, КЭ (1,5 л/га) + Метабактерин, СП (0,009 кг/га); Альтруист, КЭ (1,5 л/га) + Метабактерин, СП (0,012 кг/га); Метабактерин, СП (0,009 кг/га).

Фунгицид Альтруист, КЭ содержит два действующих вещества: тебуконазол (100 г/л) из класса триазолов и азоксистробин (60 г/л) из класса стробилуринов. Стробилурины (производные β-метоксиакриловой кислоты) можно отнести к биофунгицидам, так как в природе их продуцируют ряд дереворазрушающих микроскопических грибов из отдела *Basidiomycota*, например, *Oudemansiella mucida* (Schrad ex Fr) Hoehn и *Strobilurus tenacellus* (Pers ex Fr) Singer (*The strobilurin fungicides / D.W. Bartlett, J.M. Clough, J.R. Godwin, et al. // Pest Manag Sci. 2002. No. 58. P. 649–662. doi: 10.1002/ps.520*).

Биофунгицид Метабактерин, СП включает в свой состав следующие микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности: *Methylobacterium extorquens* NVD ВКМ В-2879D не менее 10^{10} КОЕ/г (300 г/кг); валидамицин (0,5 г/кг); *Bacillus subtilis* ВКПМ В-2918 не менее 10^{10} КОЕ/г (300 г/кг). Валидамицин это несистемный антибиотик с искореняющим действием, продукт жизнедеятельности актиномицета *Streptomyces hygroscopicus* var. *limonensis*, который широко используют для защиты сельскохозяйственных культур от почвообитающих грибов рода *Rhyzoctinia*, обитающих преимущественно в ризосфере растений.

Объект исследования – сорт пшеницы мягкой озимой (*Triticum aestivum* **L.**) Юка, включенный в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Он умеренно устойчив к септориозу, сведения по поражаемости пиренофорозом и фузариозным ожогом отсутствуют (*https://reestr.gossortrf.ru*).

Опыт закладывали в четырехкратной повторности. Размер делянки – 10 м². Размещение делянок – двухъярусное, вариантов – систематическое. Предшественник – озимая пшеница. Опрыскивание изучаемыми препаратами проводили однократно в фазе выхода в трубку (Z 31-33 по Цадоксу). Расход рабочей жидкости – 300 л/га. Распространенность и развитие листовых пятнистостей озимой пшеницы учитывали через 14 и 28 дней после обработки в соответствии с действующими методическими указаниями (*Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / под ред. В. И. Долженко. С.-Пб.: ВИЗР, 2009. 378 с.*).

Статистическую обработку результатов исследований осуществляли методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (*Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2011. 352 с.*).

Через 14 дней после обработки лучше всего сдерживало развитие септориоза использование баковой смеси фунгицида Альтруист, КЭ (1,5 л/га) с биопрепаратом Метабактерин, СП при норме применения последнего 0,006 и 0,012 кг/га. Биологическая эффективность обработки в этих вариантах находилась в пределах 40 % (рис. 1).

Аналогичную картину как по развитию, так и по распространенности болезни отмечали через 28 дней после обработки. При этом биологическая эффективность по показателю «развитие болезни» увеличилась до 60,4 % при 62,9 % в эталонном варианте. Применение Метабактерина, СП в норме 0,009 кг/га, как самостоятельно, так и в баковой смеси с Альтруистом, КЭ, характеризовалось меньшей биологической эффективностью: 40,7 % и 45,6 % соответственно, что на 17,3...22,2 % ниже, по сравнению с эталоном.

Воздействие препаратов на возбудителя пиренофороза носило другой характер. Максимальную биологическую эффективность на уровне 60 % и более отмечали через 14 суток после обработки (рис. 2).

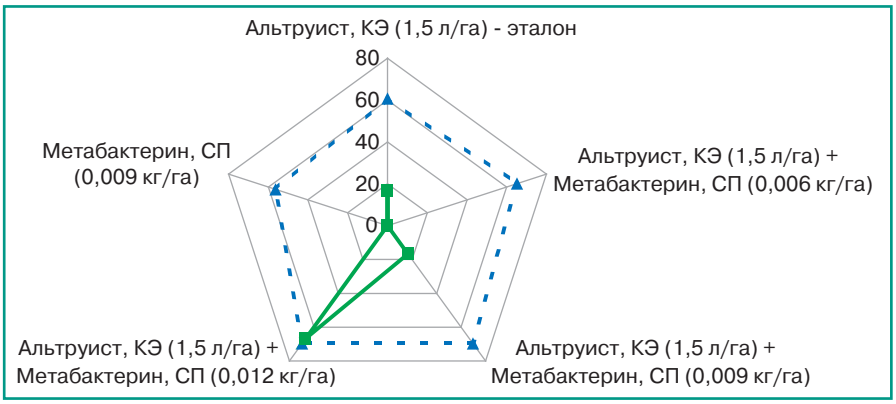


Рис. 2. *Биологическая эффективность фунгицидной обработки по показателю «развитие болезни» в отношении пиренофороза озимой пшеницы (среднее за 2018–2019 гг.): – через 14 суток после обработки ($F_ф$=349,67>F_m=3,26, $НСР_{05}$=0,95); – через 28 суток после обработки ($F_ф$=4619,63>F_m=3,26, $НСР_{05}$=1,23).*

В дальнейшем эффективность изучаемых препаратов снижалась до 16,6 %, а в вариантах Альтруист, КЭ (1,5л/га)+Метабактерин, СП(0,006кг/га) и Метабактерин, СП (0,009 кг/га) распространенность и развитие болезни находились на уровне контроля. Исключением было применение баковой смеси Альтруиста, КЭ (1,5 л/га) и Метабактерина, СП (0,012 кг/га). Ее биологическая эффективность по показателю развитие болезни и через 28 суток после обработки оставалась в пределах 60 %.

Анализ биологической эффективности баковой смеси фунгицида Альтруист, КЭ и биопрепратата Метабактерин, СП в отношении септориоза и пиренофороза позволяет сделать вывод, что азоксистробин достаточно надежно защищает листовой аппарат от септориозной пятнистости. Он ингибирует прорастание спор грибов и оказывает физиологическое воздействие на растительные ткани, так называемый, озеленяющий эффект, благодаря накоплению хлорофилла, ингибированию синтеза этилена и увеличению содержания индолил-3-уксусной кислоты (ИУК) [9].

Очевидно, что более поздние сроки массового проявления и споруляции возбудителя пиренофороза ограничивают эффективность изучаемой фунгицидной обработки, и только дополнительная колонизация филлопланы листового аппарата *Methylobacterium extorquens (при норме применения Метабактерина, СП 0,012 кг/га) позволяет продлить защитное действие баковой смеси.*

Следует отметить, что самостоятельное использование биопрепарата Метабактерин, СП в норме 0,009 кг/га достаточно эффективно сдерживало развитие септориоза по результатам учета через 28 дней, однако не оказывало аналогичного влияния на пиренофороз.

Таким образом, биологическая эффективность Метабактерина, СП против септориоза и пиренофороза, паразитирующих на надземной части растений, складывается из суммарной эффективности двух компонентов биопрепарата, а именно: эпифитной бактерии *Methylobacterium extorquens, которая колонизирует поверхность листьев и вступает в конкурентные*

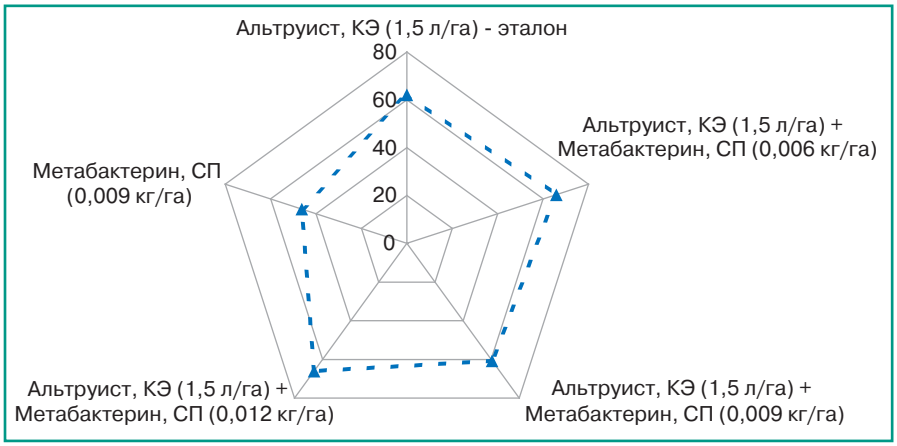


Рис. 3. *Биологическая эффективность фунгицидной обработки по показателю развитие болезни в отношении фузариозного ожога озимой пшеницы через 14 дней после обработки (среднее за 2018–2019 гг., $F_ф$=176,23>F_m=3,26, $НСР_{05}$=1,3).*

взаимоотношения с фитопатогенами, и продуктов жизнедеятельности Bacillus subtilis, которые, согласно данным многих исследователей, повышают общий иммунный статус растений [10, 11, 12].

Результаты анализа свидетельствуют о достаточно высокой биологической эффективности фунгицидной обработки в отношении фузариозного ожога озимой пшеницы. Прежде всего, это связано с направленным воздействием на фузариозные грибы триазольного компонента – тебуконазола (рис. 3). Через 14 дней после обработки во всех вариантах опыта, включающих фунгицид Альтруист, КЭ, она достигала 60 % и более. Дополнительный компонент баковой смеси в виде биопрепарата Метабактерин, СП усиливал терапевтический эффект защитных мероприятий. Установить биологическую эффективность обработки через 28 дней не представлялось возможным в связи с естественным отмиранием нижних пораженных фузариозным ожогом листьев и прекращением развития болезни в силу биологических особенностей возбудителя, растения-хозяина и складывающихся погодных условий.

Изменение биологической эффективности фунгицидной обработки против септориоза и пиренофороза в связи с нормой применения и, соответственно, плотностью популяции микроорганизмов, входящих в состав классического биопрепарата Метабактерин, СП, свидетельствует о том, что должен быть развернут научный поиск по выявлению аутоиндукторов – диффузных химических сигналов, производимых бактериями в ответ на изменение плотности популяции. Следует отметить, что сигнальные молекулы AHL (также известные, как аутоиндуктор-1), несущие диненасыщенную ацильную цепь, были описаны Wagner-Döbler et al. (2005) у нескольких альфа-протеобактерий, в том числе у *Methylobacterium extorquens*, входящей в состав Метабактерина [13]. Согласно данным литературным источников, ненасыщенные ацильные цепи стимулируют изменения в упаковке липидов в бислое, который служит основой клеточной мембраны, а именно, полярные головки липидных молекул достаточно удалены одна от другой, поэтому требуется вода и другие молекулы, чтобы заполнить пространство между соседними головками. Спектроскопическими методами ядерного магнитного резонанса установлено, что толщина бислоя составляет 35, а не 45 А, как следовало ожидать при их ориентации вдоль нормали к бислою, то есть толщина липидного бислоя уменьшается [14]. Проницаемость мембраны, в том числе для фитопатогенов изменяется. При этом известно, что ключевую роль в иммунологической системе растений играет эволюционно сложившаяся конституционная устойчивость. Морфологический барьер такого иммунитета в виде морфолого-анатомических особенностей, затрудняющих проникновение вредных организмов в растение, имеет наибольшее значение [15, 16, 17].

3. Влияние фунгицидной обработки на показатели элементов структуры урожая озимой пшеницы (среднее за 2018–2019 гг.)

Вариант	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность	
				всего, т/га	к контролю, %
Без обработки (контроль)	27,8	1,159	41,687	4,06	–
Альтруист, КЭ (1,5 л/га, эталон)	29,4	1,256	42,626	4,39	108,1
Альтруист, КЭ (1,5 л/га) + Метабактерин, СП (0,006 кг/га)	30,7	1,334	43,647	4,68	115,3
Альтруист, КЭ (1,5 л/га) + Метабактерин, СП (0,009 кг/га)	27,8	1,163	43,046	4,11	101,2
Альтруист, КЭ (1,5 л/га) + Метабактерин, СП (0,012 кг/га)	32,7	1,491	45,365	5,22	128,6
Метабактерин, СП (0,009 кг/га)	29,2	1,210	41,534	4,24	104,4
$НСР_{05}$	1,34	0,01	0,71	0,09	

Результаты анализа показателей структуры урожая свидетельствует, что эффективная защита озимой пшеницы от пятнистостей путем использования действующих веществ биологического происхождения обеспечивает достоверную прибавку (табл. 3).

Масса зерна с колоса при применении фунгицида Альтруист, КЭ (1,5 л/га) в баковой смеси с биопрепаратом Метабактерин, СП в норме 0,006 и 0,012 кг/га достигала 1,334 и 1,491 г соответственно, что на 175 и 332 мг больше, чем в контроле. По сравнению с эталоном, величина этого показателя возрастала на 78…235 мг. Биологическая урожайность при использовании биопрепарата Метабактерин, СП с нормой 0,006 и 0,012 кг/га (в баковой смеси с фунгицидом Альтруист, КЭ) составила 4,68 и 5,22 т/га и была выше, чем в варианте с эталоном, на 0,29…0,83 т/га.

Достоверная прибавка урожая в целом варьировала от 4,4 до 28,6 %. Максимальной в опыте (1,16 т/га) она была при обработке озимой пшеницы баковой смесью Альтруист, КЭ (1,5 л/га) + Метабактерин, СП (0,012 кг/га).

Отсутствие прибавки в варианте Альтруист, КЭ (1,5 л/га) + Метабактерин, СП в норме 0,009 кг/га в целом согласуется с биологической эффективностью баковой смеси, в отношении септориоза и пиренофороза. Известно, что под влиянием септориозной инфекции у растений пшеницы ухудшаются такие показатели структуры урожая, как озерненность колоса и выполненность зерна, в то время как пиренофороз преимущественно снижает массу 1000 зерен.

Таким образом, повышение урожайности озимой пшеницы в условиях зоны неустойчивого увлажнения возможно путем обработки посевов в фазе трубкования баковой смесью биопрепарата Метабактерин, СП с нормой 0,006 и 0,012 кг/га с фунгицидом Альтруист, КЭ, которая позволяет снизить развитие листовых пятнистостей, по сравнению с контролем, в 2,0…3,2 раза и сформировать прибавку урожая 15,3…28,6 % благодаря увеличению защищенности ассимиляционной поверхности.

Литература.

1. Санин С. С. Проблемы фитосанитарии России на современном этапе // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2016. № 6. С. 45–53.

2. Juroszek P. Tiedemann A. Linking plant disease models to climate change scenarios to project future risks of crop diseases // Journal of Plant Diseases and Protection. 2015. No. 122(1). P. 3–15.

3. Прогноз фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур Ставропольского края на 2018 год и системы защитных мероприятий: рекомендации для сельхозтоваропроизводителей / под общ. ред. В.В. Дридигера. Ставрополь: Бюро новостей, 2018. 176 с.

4. Прогноз фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур Ставропольского края на 2019 год и системы защитных мероприятий: рекомендации для сельхозтоваропроизводителей / под общ. ред. В.В. Дридигера. Ставрополь: Бюро новостей, 2019. 170 с.

5. Прогноз фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур Ставропольского края на 2020 год и системы защитных мероприятий: рекомендации для сельхозтоваропроизводителей / под общ. ред. А.Ю. Олейникова. Ставрополь: Бюро новостей, 2020. 170 с.

6. Кремнева О. Ю., Волкова Г.В. Желтая пятнистость листьев пшеницы на Северном Кавказе // Защита и карантин растений. 2011. № 10. С. 37–39.

7. Защепкин Е. Е., Шутко А.П., Тутуржанс Л.В. Желтая пятнистость как составная часть патогенного комплекса озимой пшеницы в Центральном Предкавказье // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-2. С. 828–838.

8. Горьковенко В. С., Оберюхтина Л. А., Куркина Е. А. Вредоносность гриба Microdochium nivale в агроценозе озимой пшеницы // Защита и карантин растений. 2009. № 1. С. 34–36.

9. Бережная Е.В., Корсукова А.В., Федотова О.А., Дорофеев Н.В., Грабельных О.И. Особенности ростингибирующего эффекта фунгицида азоксистробина и его способность тормозить расход сахаров в проростках озимой пшеницы // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2020. Т. 10. № 4. С. 657–665. doi: 10.21285/2227-2925-2020-10-4-657-665.

10. Мультибиоконверсионные твердофазные биопрепараты нового поколения на основе Bacillus subtilis и Trichoderma asperellum повышают эффективность защиты картофеля от фитофтороза / Ю.А. Титова, И.И. Новикова, И.В. Бойкова и др. // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54. № 5. С. 1002–1013.

11. Леляк А.А., Штерншис М.В. Антагонистический потенциал сибирских штаммов Bacillus spp. в отношении возбудителей болезней животных и растений // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2014. № 1 (25). С. 42–55.

12. Сидорова Т.М., Асатурова А.М., Хомяк А.И. Биологически активные метаболиты Bacillus subtilis и их роль в контроле фитопатогенных микроорганизмов // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. 1. С. 29–37.

13. Quorum Sensing. Molecular Mechanism and Biotechnological Application / ed. G. Tommonaro. Academic Press, 2019. 293 p. doi: 10.1016/B978-0-12-814905-8.09989-5

14. Киселев М.А. Методы исследования липидных наноструктур на нейтронных и синхронных источниках. М.: Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 2014. 64 с.

15. Радченко Е.Е. Ученик Н.И. Вавилова о естественном иммунитете растений к вредным организмам и селекция зерновых культур на устойчивость к тлям // Сельскохозяйственная биология. 2012. № 5. С. 54–63.

16. Аблова И.Б., Беспалова Л.А., Колесников Ф.А. Селекция пшеницы на устойчивость к болезням // Земледелие. 2014. № 3. С. 19–22.

17. Характеристика сортов озимой пшеницы по устойчивости к фузариозу зерна / Т.Ю. Гагкаева, А.С. Орина, О.П. Гаврилова и др. // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. № 22 (6). С. 685–692.

Biologized protection of winter wheat against leaf spots

A. P. Shutko, L. V. Tuturzhans, L. A. Mikhno, E. G. Shek
Stavropol State Agrarian University, per. Zootekhnicheskii, 12, Stavropol', 355017, Russian Federation

Abstract. *The research aimed to increase the yield of winter wheat by using fungicides of biological origin against leaf spots. The work was carried out in 2018–2019 in the zone of unstable moisture in the Stavropol Territory. The soil of the experimental plot was leached chernozem. The experimental design included the following options: no treatment (control); Altruist, EC (1.5 L/ha) – the standard; Altruist, EC (1.5 L/ha) + Metabacterin, WP (0.006 kg/ha); Altruist, EC (1.5 L/ha) + Metabacterin, WP (0.009 kg/ha); Altruist, EC (1.5 L/ha) + Metabacterin, WP (0.012 kg/ha); Metabacterin, WP (0.009 kg/ha). The object of the research was common winter wheat of Yuka variety, the forecrop was winter wheat. The combined use of Altruist, EC fungicide based on the triazole tebuconazole and azoxystrobin from the class of strobilurins of natural origin, in a tank mixture with the biological preparation Metabacterin, WP at the rates of 0.006 and 0.012 kg/ha most effectively inhibited the development of Septoria blight in 14 days after treatment. A similar pattern was observed in 28 days after treatment, both in terms of development and disease spread. The maximum biological efficiency against pyrenophorosis and fusarium burn at the level of 60% or more was noted in 14 days after treatment. When Metabacterin, WP at the rates of 0.006 and 0.012 kg/ha was used in the tank mixture with Altruist, EC fungicide, the biological yield of winter wheat was 4.68 and 5.22 t/ha and exceeded the value of this indicator in the standard variant by 0.29–0.83 t/ha.*

Keywords: *common winter wheat (Triticum aestivum L.); pyrenophora leaf spot (Pyrenophora tritici-repentis (Died.) Drechsler); septoria leaf spot (Septoria tritici Roberge ex. Desm.); fusarium burn (Microdochium nivale (Fr.) Samuels & I.C. Hallett); prevalence; harmfulness; biological fungicides; strobilurins; Metabacterin; biological effectiveness; yield.*

Author Details: *A. P. Shutko, D. Sc. (Agr.), prof. (e-mail: schutko.an@yandex.ru); L. V. Tuturzhans, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: lady.tuturzhans@yandex.ru); L. A. Mikhno, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: udovi4encko.mila@yandex.ru); E. G. Shek, post graduate student (e-mail: shek_elena@bk.ru).*

For citation: *Shutko AP, Tuturzhans LV, Mikhno LA, et al. [Biologized protection of winter wheat against leaf spots]. Zemledelie. 2021;(3):39-43. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10309.*

АМИСТАР® ГОЛД — проверенная технология. Теперь для бобовых

Высокоэффективный системный комбинированный фунгицид для защиты пропашных культур от комплекса болезней

ДОКАЗАНО Технология АМИСТАР®

Амистар® Голд

syngenta®

Агроподдержка Сингенты

Получите совет эксперта

syngenta.ru

doi: 10.24411/0044-3913-2021-10310
УДК: 633.853.52.:632.51

Особенности возделывания сои в зависимости от видового разнообразия сорной растительности на орошении в условиях степной зоны Центрального Предкавказья

О. Г. ШАБАЛДАС[1], кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: shabaldas-olga @ mail.ru)
К. И. ПИМОНОВ[2], доктор сельскохозяйственных наук, профессор
А. Н. ЕСАУЛКО[1], доктор сельскохозяйственных наук, профессор
О. И. ВЛАСОВА[1], доктор сельскохозяйственных наук, доцент
Л. В. ТРУБАЧЕВА[1], кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
[1]Ставропольский государственный аграрный университет, пер. Зоотехнический, 12, Ставрополь, 355017, Российская Федерация
[2]Донской государственный аграрный университет, ул. Кривошлыкова 24, пос. Персиановский, Октябрьский р-н, Ростовская обл., 346493, Российская Федерация

Исследования проводили с целью совершенствования элементов технологии возделывания сои, выращиваемой на орошении. Работу выполняли в условиях степной зоны Центрального Предкавказья в 2004–2020 гг. на карбонатном черноземе в Ставропольском крае. Обследование полей для определения видового разнообразия сорной растительности в 2004 и 2017 гг. показало, что за две ротации семипольного севооборота из сорного ценоза исчез двудольный сорняк горчица полевая, а появились гибискус тройчатый, шалфей ланцетолистный, молочай зубчатый. В опыте выращивали среднеранний сорт сои Кофу. Схема эксперимента предусматривала изучение эффективности почвенных гербицидов Лазурит СП (1 кг/га), Пледж СП (0,12 кг/га) и Пивот ВР (0,7 л/га), баковой смеси для опрыскивания вегетирующих растений в фазе ветвления Базагран ВР (2 л/га) и Хармони СТС (0,008 кг/га), а также сочетания совместного применения гербицидов до всходов и в период вегетации. Наиболее широким спектром действия среди почвенных гербицидов характеризовался препарат Пледж, который уничтожал высокочувствительные двудольные сорняки, подавлял рост щетинников, однако слабо воздействовал на ежовник обыкновенный. Смесь Базаграна с Хармони, применяемая в процессе вегетации сои, угнетающе действовала на все двудольные сорняки, но не подавляла развитие злаковых видов. Используемые препараты не оказывали угнетающего воздействия на карантинный сорняк молочай зубчатый. Лучшим в опыте оказался вариант с использованием до всходов сои почвенного гербицида Пледж (0,12 кг/га) совместно с обработкой вегетирующих растений баковой смесью Базагран (2 л/га) + Хармони (0,008 кг/га). Применение препаратов по такой схеме обеспечило формирование урожайности на уровне 3,11 т/га, что превышало контроль без гербицидов на 1,13 т/га, или на 57,0 %.

Ключевые слова: *соя (Glycine max (L) Merrill), сорная растительность, видовой состав, гербициды, орошение, урожайность.*

Для цитирования: *Особенности возделывания сои в зависимости от видового разнообразия сорной растительности на орошении в условиях степной зоны Центрального Предкавказья / О. Г. Шабалдас, К. И. Пимонов, А. Н. Есаулко // Земледелие. 2021. №3. С. 45–48. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10310.*

В современном земледелии сложно переоценить значение зернобобовых культур. Лидирующее положение в мире по посевным площадям и валовому сбору в последние годы занимают соя, фасоль и нут. Соя культурная (*Glycine max* (L) Merryll) – высокотехнологичная зернобобовая культура, продукция которой обеспечивает население страны продуктами питания, отрасль животноводства – кормами, а перерабатывающую промышленность – сырьем [1, 2]. При создании благоприятных условий для симбиоза бобовых культур с азотфиксирующими клубеньковыми бактериями, можно производить высококачественную продукцию, поддерживать плодородие почвы, а также частично обеспечивать биологическим азотом последующие культуры севооборота. Соя считается одним из экологически эффективных предшественников в орошаемом севообороте [3, 4].

В последние годы мировой рынок пестицидов предлагает большой выбор препаратов для защиты сои от сорной растительности, которые разделяются по способу применения (почвенные и по вегетирующим растениям), обладают широким спектром сплошного или избирательного действия, слабой токсичностью, а также малыми нормами расхода [5, 6].

Защита посевов от сорной растительности имеет большое значение в повышении продуктивности сои, так как на начальных этапах роста и развития она слабо конкурирует с сорняками. Особенно сильному засорению, в том числе трудноискоренимыми сорняками, подвержены посевы сои на орошении. Поэтому применение химических средств защиты растений – неотъемлемая часть технологии возделывания культуры.

При этом, изучая действие пестицидов в условиях орошения в Саратовском Заволжье, В. А. Шадских установил, что при неправильном подборе препаратов, нарушении сроков использования или повышенной норме расхода, у сои может возникнуть реакция на действие ядохимикатов, которая ведёт либо к угнетению, либо к полной гибели посевов [7, 8]. Очень важно не только подбирать гербициды к конкретным условиям выращивания сои, но и разрабатывать систему защиты с учетом видового состава сорно-полевой растительности.

Цель исследований – совершенствование элементов технологии возделывания сои, выращиваемой на орошении в условиях степной зоны Центрального Предкавказья с учётом видового разнообразия сорно-полевой растительности.

Работу проводили на базе производственного подразделения ООО «Агросахар», расположенного в Изобильненском районе Ставропольского края. Изучали гербициды, применяемые до всходов, по вегетирующим растениям сои, а также их сочетание. Высевали среднеранний сорт сои Кофу. Почва опытного участка представлена карбонатным мощным малогумусным тяжелосуглинистым черноземом. В пахотном слое почвы содержание гумуса (по Тюрину) составляло 3,4 %, реакция среды – слабощелочная ($pH_{сол}$ – 7,85 ед.), содеджание подвижных фосфора и калия (по Мачигину) – соответственно 18...21 и 347...378 мг/кг.

Сою выращивали в зернопропашном семипольном севообороте со следующим чередованием культур: кукуруза на зерно – озимая пшеница – соя – сахарная свекла – озимый ячмень – соя – озимая пшеница. После уборки озимой пшеницы почву обрабатывали бороной дисковой Salford 870-26.2 на глубину 14...16 см с внесением азофоски в дозе $N_{34}P_{34}K_{34}$, осенью проводили глубокое рыхление агрегатом Köckerlingvector-620 boxer 3000 на 25...27 см. Весной, при наступлении физической спелости чернозема обыкновенного, осуществляли культивацию Wil-Rich 13 EXC на 4...5 см.

Посев выполняли сеялкой AMAZONE DMC Primera 9000. Норма высева – 0,55 млн всхожих семян на 1 га. Перед посевом семена обрабатывали препаратами Делит Про (0,5 л/т), Хайкоут Супер Соя (0,3 л/т) и Хайкоут Супер Экстендер (1,4 л/т). В фазе бутонизации сои посевы опрыскивали фунгицидом Аканто Плюс (0,6 л/га), для защиты от вредителей применяли инсектициды Каратэ Зеон (0,3 л/га) и Амплиго Плюс (0,25 л/га). Перед уборкой проводили десикацию препаратом Реглон Форте (1,8 л/га). Для орошения использовали дождевальную машину марки Valley, расчетная поливная норма в среднем составляла 300...350 м³/га, в зависимости от складывающихся погодных условий проводили 5...6 поливов. Схема опыта включала следующие варианты: без обработки (контроль); внесение почвенных гербицидов Лазурит СП (700 г/кг метрибузина), Пледж СП (500 г/кг флумиоксазина) или Пивот ВР (100 г/л имазетапира); опрыскивание вегетирующих растений баковой смесью гербицидов Базагран ВР (480 г/л бентазона) + Хармони СТС (750 г/кг тифенсульфурон-метила), а также использование комбинации перечисленных почвенных гербицидов с обработкой растений указанной баковой смесью в период образования 1...2 настоящих листьев. Учеты количества и сухой массы сорняков проводили в фазах всходов, ветвления и созревания. Обработку вегетирующих растений проводили опрыскивателем Amazone UX 4200 Super, норма расхода рабочего раствора составляла 200 л/га. Делянки размещали систематически, в четырёхкратной повторности, площадь учетной делянки – 50 м².

Закладку опытов и проведение сопутствующих учетов и наблюдений проводили в соответствии с действующими методиками (*Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М., 1985; Плешаков В. И. Методика полевых опытов в условиях орошения. Волгоград, 1983; Спиридонов Ю. Я. Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве. М., 2009*), статистическую обработку данных осуществляли методом дисперсионного анализа с использованием программы Excel.

По результатам изучения засоренности полей орошаемого участка ОПХ «Изобильненское, ныне ООО «Агросахар», проведенного в 2004 г., установлено, что среди сорняков присутствовали малолетние зимующие, однолетние ранние яровые, малолетние поздние яровые, двулетние, многолетние корнеотпрысковые и корневищные виды [9]. Из группы малолетних зимующих были отмечены (табл. 1) *Thlaspi arvense* L. (ярутка полевая); *Capsella bursa-pastoris* (L) Medic. (пастушья сумка); малолетних ранних яровых – *Sinapis arvensis* L. (горчица полевая), *Chenopodium album* L. (марь белая), *Raphanus raphanistrum L.* (редька дикая). *Большую группу составляли представители группы малолетних поздних яровых, в которую входили Ambrosia artemisifolia* L. (амброзия полыннолистная), *Xanthiums trumarium L.* (дурнишник зобовидный), *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv. (ежовник обыкновенный), *Abutilontheo phrasti* Medik. (канатник Теофраста), *Atriplexta tarica* L. (лебеда татарская), *Setaria viridis* L. Beauv (щетинник зеленый), и *Setaria verticillata* (L.) Beauv (щетинник сизый), *Amaranthus blitoides* S. Wats (щирица жминдолистная), *Amaranthus retroflexus* L. (щирица запрокинутая). Группа двулетних была представлена *Barbarea vulgaris* R. Br. (сурепка обыкновенная), из многолетних корнеотпрысковых выявлены *Convolvulus arvensis* L. (вьюнок полевой) и *Sonchus arvensis L.* (осот полевой (желтый)), группа корневищных включала *Elytrigia repens* (L.) Nevski (пырей ползучий).

Обследование, проведенное спустя 13 лет (в 2017 г.), показало, что из группы малолетних зимующих исчезла ярутка полевая (*Thlaspi arvense*, L.), малолетних ранних яровых – редька дикая (*Raphanus raphanistrum* L.) и горчица полевая (*Sinapis arvensis* L.); двулетних – сурепка обыкновенная (*Barbarea*

1. Динамика видового состава и количества сорной растительности в посевах сои в условиях орошения

Виды сорных растений	Количество, шт./м²	
	2004 г.	2017 г.
Малолетние зимующие		
Пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris* (L) Medic.)	3,0	2,5
Ярутка полевая (*Thlaspia rvense* L.)	3,3	–
Итого	6,3	2,5
Однолетние ранние яровые		
Горчица полевая (*Sinapis arvensis* L.)	6,4	–
Марь белая (*Chenopodium album* L.)	5,5	4,3
Редька дикая (*Raphanus raphanistrum L.*)	5,7	––
Итого	17,6	4,3
Малолетние поздние яровые		
Амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisifolia* L.)	6,0	2,5
Гибискус тройчатый (*Hibiscus trionum L.*)	–	3,7
Дурнишник зобовидный (*Xanthiums trumarium L.*)	3,7	0,5
Ежовник обыкновенный (*Echinochloa crusgalli* (L.)Beauv.)	4,5	2,0
Канатник Теофраста (*Abutilontheo phrasti* Medik.)	4,3	0,5
Лебеда татарская (*Atriplex tatarica* L.)	6,5	4,3
Молочай зубчатый (*Euphorbia dentata* michx)	–	0,7
Шалфей ланцетолистный (*Salvia reflexa* Hornem)	–	2,3
Щетинник зеленый (мышей) (*Setaria viridis* L. Beauv)	5,3	1,5
Щетинник сизый (мышей) (*Setaria verticillata* (L.)Beauv)	3,3	3,0
Щирица жминдовидная (*Amaranthus blitoides* S. Wats)	5,6	3,3
Щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.)	6,5	4,2
Итого	45,7	28,5
Двулетние		
Сурепка обыкновенная (*Barbarea vulgaris* R. Br.)	4,3	–
Многолетние корнеотпрысковые, корневищные		
Вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.)	4,3	2,0
Осот полевой (желтый) (*Sonchus arvensis L.*)	4,0	1,7
Пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski)	2,7	–
Итого	11,0	3,7
Всего	84,9	39,0

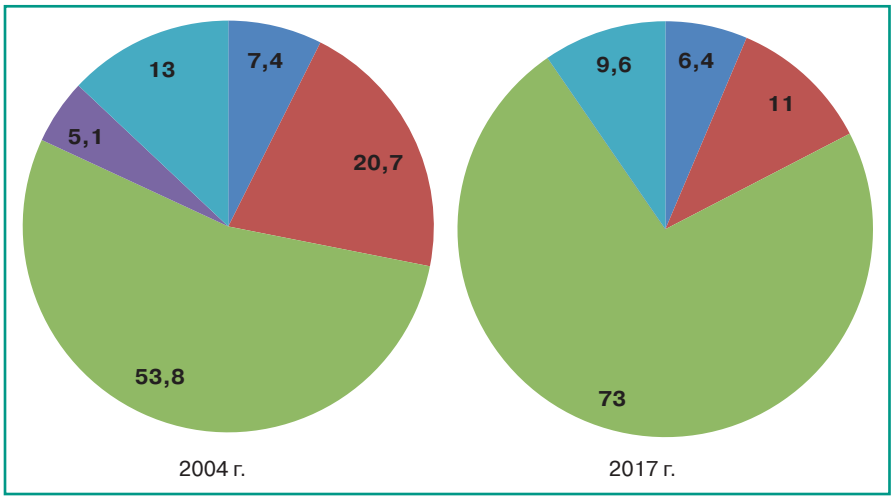


Рисунок. *Изменение группового состава сорной растительности в посевах сои, %: — малолетние зимующие; — малолетние ранние яровые; — малолетние поздние яровые; — двулетние; — многолетние корнеотпрысковые корневищные.*

2. Влияние гербицидов на количество и сухую массу сорно-полевой растительности при выращивании сои на орошении, среднее за 2018–2020 гг.

Вариант	Фаза развития					
	всходы		ветвление		цветение	
	шт./м²	г/м²	шт./м²	г/м²	шт./м²	г/м²
Без обработки (контроль)	16,5	3,9	36,9	72,2	23,3	780,6
Лазурит, 1 кг/га	2,5	2,0	5,2	9,6	7,1	105,6
Пледж, 0,12 кг/га	2,0	1,5	4,3	7,8	6,8	95,3
Пивот, 0,7 л/га	3,7	2,3	6,7	14,7	9,2	168,8
Базагран, 2 л/га + Хармони, 0,008 кг/га	14,3	4,2	11,3	16,6	10,7	156,0
Лазурит,1 кг/га; Базагран, 2 л/га + Хармони, 0,008 кг/га	3,0	2,4	3,3	4,9	2,0	25,3
Пледж, 0,12 кг/га; Базагран, 2 л/га + Хармони, 0,008 кг/га	2,7	1,8	2,2	3,2	1,5	5,4
Пивот, 0,7л/га; Базагран, 2 л/га + Хармони, 0,008 кг/га	3,5	2,6	3,8	7,2	2,9	98,3
$НСР_{05}$	0,4	0,1	0,4	2,6	0,5	2,7

vulgaris R. Br.*)*, корневищных – пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski*)*. В группе поздних яровых сорняков, к обнаруженным ранее, добавились гибискус тройчатый (*Hibiscus trionum* L.), шалфей ланцетолистный (*Salvia reflexa* Hornem) и карантинный сорняк молочай зубчатый (*Euphorbia dentata* Michx).

Количественный состав сорной растительности также изменился. Численность амброзии полыннолистной сократилась в 2,4 раза, канатника Теофраста – в 8,6 раза. Количество таких злаковых сорняков, как ежовник обыкновенный, щетинники (зеленый и сизый) уменьшилось на 40,0...52,3 %. В целом, общая численность сорняков в 2017 г. составила 39 шт./м², что было меньше, чем в 2004 г., на 46 шт./м², или на 54,1 %.

Структура группового состава изменилась следующим образом. Доля малолетних зимующих видов сократилась на 1,0 %, малолетних яровых – на 9,7, корнеотпрысковых и корневищных на 3,4 %, а двулетние исчезли полностью (см. рисунок). При этом наиболее распространенной осталась группа малолетних поздних яровых сорняков, увеличившаяся благодаря появлению новых видов на 14 %.

Результаты анализа эффективности применения разработанных схем защиты свидетельствуют, что в контрольном варианте в период всходов сои количество сорняков составляло 16,5 шт./м² (табл. 2).

Действие почвенных гербицидов отмечали уже через 10 дней после применения, препараты Пледж и Лазурит оказывали более сильное воздействие, чем Пивот, – засоренность снижалась, по сравнению с контролем, на 14,0...14,5 шт./м², что отмечали и в последующие фазы развития сои. К фазам ветвления и цветения количество сорняков при применении почвенных гербицидов увеличивалось на 2,8...3,2 и 5,1...6,9 шт./м².

Применение баковой смеси Базагран + Хармони в период образования 1 настоящего листа также оказывало угнетающее влияние на широкий спектр сорняков: амброзию полыннолистную, канатник Теофраста, пастушью сумку, марь белую и др. Однако присутствие в посевах злаковых видов, устойчивых к действующим веществам этих гербицидов и таких относительно устойчивых сорняков, как гибискус тройчатый, дурнишник зобовидный снижало эффективность баковой смеси. Количество сорняков в варианте с обработкой Базагран + Хармони было больше, по сравнению с применением почвенных гербицидов, в среднем на 4,6...7,0 (фаза ветвления) и 1,5...3,9 шт./м² (фаза цветения). При комплексном применении гербицидов почвенного действия и баковой смеси Базагран + Хармони по вегетации численность сорняков к фазе цветения снижалась на 87,5...93,5 %.

Масса сорняков в среднем за 3 года исследований при использовании почвенных гербицидов к фазе ветвления уменьшалась, а их эффективность составляла 79,6...89,1 %. Наибольшее в опыте снижение величины этого показателя отмечено при обработке почвы после посева препаратом Пледж. К фазе цветения биологическая эффективность применения почвенных гербицидов варьировала в пределах 78,3...87,8 %. Комплексная обработка гербицидами Лазурит, Пледж или Пивот после посева и баковой смесью Базагран + Хармони по вегетации сои характеризовалась пролонгированным действием на протяжении всего вегетационного периода. Например, в фазе цветения снижение массы сорняков в этих вариантах составляло 87,4...99,3 %.

Учет устойчивости сорняков к изучаемым гербицидам показал, что в условиях орошения на черноземе обыкновенном высокочувствительны к гербициду Лазурит канатник Теофраста, лебеда татарская, щирица запрокинутая и жминдовидная, ежовник обыкновенный и виды щетинников (табл. 3). Препарат Пледж дополнительно повреждал гибискус тройчатый, дурнишник зобовидный, марь белую и пастушью сумку, злаковые сорняки были среднечувствительны к этому почвенному гербициду. Пивот повреждал меньшее число видов, чем Лазурит и Пледж. Смесь Базаграна и Хармони достаточно эффективно угнетала двудольные широколистные сорняки. Появившийся в последние годы поздний яровой сорняк шалфей ланцетолистный был устойчив к Лазуриту и Пивоту, но имел среднюю чувствительность к Пледжу и смеси Базаграна с Хармони. Карантинный поздний яровой сорняк молочай зубчатый, обнаруженный в посевах сои с 2017 г., был устойчив ко всем применяемым гербицидам.

Эффективность почвенных гербицидов оказалась достаточно высокой, прибавка урожая, по сравнению с контролем, составляла 0,49...0,70 т/га, наибольшей она была при использовании препарата Пледж, СП (500 г/кг флумиоксазина) с нормой расхода 0,12 кг/га – 35,3 %. Баковая смесь Базагран, ВР (480 г/л бентазона), 2 л/га + Хармони, СТС (750 г/кг тифенсульфурон-

3. Чувствительность сорной растительности к гербицидам

Вид	Гербицид			
	Лазурит	Пледж	Пивот	Базагран + Хармони
Ambrosia artemisifolia L.	2*	2	2	3
Convolvulus arvensis L.	1	2	1	2
Hibiscust rionum L.	2	3	2	2
Xanthiums trumarium L.	2	3	2	2
Echinochloa crusgalli (L.) Beauv.	3	2	2	1
Abutilontheo phrasti Medik.	3	3	2	3
Atriplex tatarica L.	3	3	2	2
Chenopodium album L.	2	3	2	3
Euphorbia dentata michx	1	1	1	1
Sonchus arvensis L.	2	2	1	3
Capsella bursa-pastoris (L.) Medic.	2	2	3	3
Salvia reflexa Hornem	1	2	1	2
Setaria viridis L. Beauv	2	2	2	1
Setaria verticillata (L.) Beauv	2	2	2	1
Amaranthus blitoides S. Wats	3	3	3	3
Amaranthus retroflexus L.	3	3	3	3

** чувствительность к гербицидам: 3 – высокая; 2 – средняя; 1 – слабая.*

4. Влияние гербицидов на урожайность сои (среднее за 2018–2020 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка, %
Без обработки (контроль)	1,98	–
Лазурит, 1 кг/га	2,52	28,2
Пледж, 0,12 кг/га	2,68	35,3
Пивот, 0,7 л/га	2,47	24,7
Базагран, 2 л/га + Хармони, 0,008 кг/га	2,41	21,7
Лазурит, 1 кг/га; Базагран, 2 л/га + Хармони, 0,008 кг/га	3,02	52,5
Пледж, 0,12 кг/га; Базагран, 2 л/га + Хармони, 0,008 кг/га	3,11	57,0
Пивот, 0,7 л/га; Базагран, 2 л/га + Хармони, 0,008 кг/га	2,84	43,4
$НСР_{05}$	0,23	–

метила), 0,008 кг/га, применяемая в период образования 1...2 настоящих листьев обеспечила меньшую прибавку урожая. Эффект, по сравнению с почвенными гербицидами, был ниже на 4,0...13,5 % (табл. 4).

Наиболее результативным в среднем за три года оказалось совместное применение почвенных гербицидов Лазурит, Пледж и Пивот с обработкой вегетирующей сои баковой смесью Базаграна и Хармони. Прибавка урожая составляла 0,86...1,13 т/га, что было больше, чем в вариантах с применением только почвенных препаратов, на 18,7...21,7 %. Максимальная в опыте урожайность сои 3,11 т/га отмечена при использовании системы защиты, включающей довсходовое внесение Пледж с баковой смесью Базагран + Хармони, применяемой в фазе ветвления.

Таким образом, за 13 лет сельскохозяйственного использования в составе сорного ценоза сои на орошении, наряду с исчезновением двудольного сорняка горчицы полевой, появились такие виды, как гибискус тройчатый и шалфей ланцетолистный, а также карантинный сорняк молочай зубчатый. Применяемые в хозяйстве на протяжении 2018–2020 гг. агротехнические приемы возделывания, включающие химическую прополку, способствовали снижению численности сорняков в посевах сои на 54,1 %, по сравнению с количеством, учтённым в 2004 г.

Наиболее широким спектром действия среди почвенных гербицидов характеризовался препарат Пледж, который уничтожал высокочувствительные двудольные сорняки, подавлял рост щетинников, однако слабо воздействовал на ежовник обыкновенный. Смесь Базаграна с Хармони, применяемая в процессе вегетации сои, угнетающе действовала на все двудольные сорняки, однако не подавляла развитие злаковых сорняков. Используемые препараты не оказывали угнетающего воздействия на карантинный сорняк – молочай зубчатый, засоряющий посевы сои в последние годы.

Лучшей в опыте оказалась система защиты посевов сои, включающая использование до всходов почвенного гербицида Пледж с нормой 0,12 кг/га и по вегетирующим растениям баковой смеси Базагран, 2 л/га + Хармони, 0,008 кг/га. Ее использование обеспечивало формирование урожайности на уровне 3,11 т/га, что выше контроля без защиты от сорняков на 1,13 т/га, или на 57,0 %.

Литература.

1. Продуктивность сортов сои различных групп спелости в условиях восточной зоны Краснодарского края / О. Г Шабалдас, Н. И. Зайцев, К. И. Пимонов и др. // Земледелие. 2019. № 7. С. 38–40. doi: 10.24411/0044-3913-2019-10710.

2. Урожайность сортов сои различных групп спелости при естественном плодородии почвы в условиях орошения / О. Г. Шабалдас, К. И. Пимонов, Л. В. Трубачева и др. // Земледелие. 2020. № 3. С. 41–44. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10100.

3. Балакай Г. Т., Селицкий С. А. Урожайность сортов сои при поливе дождеванием и системами капельного орошения в условиях Ростовской области // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2019. № 3 (35). С. 80–97.

4. Пути усовершенствования элементов технологии возделывания сои /Л. М. Балакай, Р. Е. Докучаева, Р. Е. Юркова и др. // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2019. № 4 (36). С. 100–120.

5. Бородычев В. В., Магомедова Д. С., Лытов М. Н. Агротехнические факторы эффективного использования водных ресурсов при возделывании орошаемой сои // Проблемы развития АПК региона. 2019. № 2 (38). С. 35–42.

6. Эффективность выращивания сои с применением удобрений и биопрепарата на чернозёме обыкновенном в условиях орошения / О. Г. Шабалдас, К. И. Пимонов, А. П. Солодовников и др. // Аграрный научный журнал. 2020. № 8. С. 48–53.

7. Вредоносность сорняков и химические методы борьбы с ними на посевах сои в условиях орошения Саратовского Заволжья / В. А. Шадских, В. О. Пешкова, В. Е. Кижаева и др. // Мелиорация и водное хозяйство. 2016. № 5. С. 27–29.

8. Оценка засоренности посевов сельскохозяйственных культур в орошаемых агроценозах и меры борьбы с ней / В. А. Шадских, В. О. Пешкова, В. Е. Кижаева и др. // Орошаемое земледелие. 2020. № 1. С. 17–20.

9. Шабалдас О. Г. применение гербицидов в посевах сои в условиях неустойчивого увлажнения в Ставропольском крае // Научное обозрение. 2012. № 4. С. 21–25.

Features of soybean cultivation, depending on the species diversity of weed vegetation under irrigation under conditions of the steppe zone of the Central Fore-Caucasus

O. G. Shabaldas[1], K. I. Pimonov[2], A. N. Esaulko[1], O. I. Vlasova[1], L. V.Trubacheva[1]

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

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

Abstract. *The research aimed to improve the elements of the technology for soybean cultivation using irrigation. The work was carried out in the steppe zone of the Central Fore-Caucasus in 2004–2020 on carbonate chernozem in the Stavropol Territory. A survey of fields to determine the species diversity of weed vegetation in 2004 and 2017 showed that during two rotations of the seven-field crop rotation, the dicotyledonous weed field mustard disappeared from the weed cenosis, and trailing hollyhock, lance-leaved sage, and toothed spurge appeared. A mid-early variety Kofu was grown in the experiment. The experimental design provided for the study of the effectiveness of soil herbicides Lazurit WP (1 kg/ha), Pledge WP (0.12 kg/ha) and Pivot WS (0.7 l/ha), a tank mixture of Basagran WS (2 L/ha) and Harmony DFS (0.008 kg/ha) for spraying vegetative plants in the branching phase, as well as a combined application of herbicides before germination and during the growing season. Pledge preparation had the broadest spectrum of action among soil herbicides, which destroyed highly sensitive dicotyledonous weeds, suppressed the growth of bristles, but had little effect on the common barnyard. The mixture of Basagran and Harmony, used during the growing season of soybean, had a depressing effect on all dicotyledonous weeds but did not suppress the development of cereal species. The preparations used did not have a depressing effect on the quarantine weed, toothed spurge. The use of Pledge (0.12 kg/ha) before soybean germination together with the treatment of vegetative plants with a tank mixture of Basagran (2 L/ha) + Harmony (0.008 kg/ha) provided for the best effect. The use of this scheme ensured the formation of yield at the level of 3.11 t/ha, which exceeded the control without herbicides by 1.13 t/ha, or by 57.0%.*

Keywords: *soybean (Glycine max (L) Merrill); weeds; species composition; herbicides; irrigation; productivity.*

Author Details: *O. G. Shabaldas, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: shabaldas-olga @ mail.ru); K. I. Pimonov, D. Sc. (Agr.), prof.; A. N. Esaulko, D. Sc. (Agr.), prof.; O. I. Vlasova, D. Sc. (Agr.), assoc. prof.; L. V.Trubacheva, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.*

For citation: *Shabaldas OG, Pimonov KI, Esaulko AN, et al. [Features of soybean cultivation, depending on the species diversity of weed vegetation under irrigation under conditions of the steppe zone of the Central Fore-Caucasus]. Zemledelie. 2021;(3):45-8. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10310.*

Серия **F-RING** | 185 / 240 / 320 Вт

верхний свет

Серия **UNIVERSALED** | 80 / 130 / 185 / 235 Вт

верхний свет

Серия **F-MATRIX** | 100 / 150 / 195 / 300 Вт

оранжереи и «зеленые стены»

Серия **F-OPTIMA** | 30 / 50 / 60 / 100 Вт

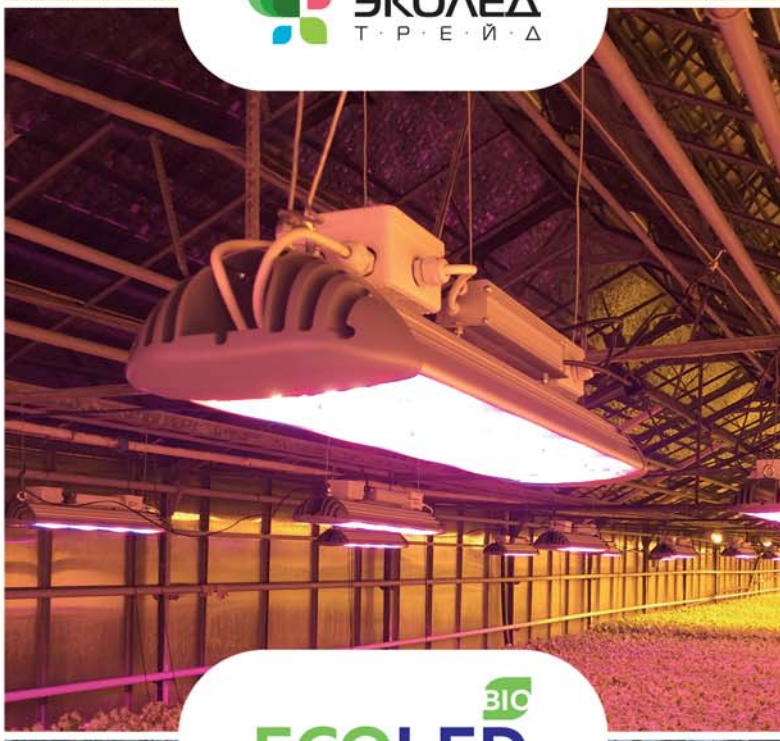
светильники межрядной досветки

Серия **F-SFERA** | 25 / 50 / 75 Вт

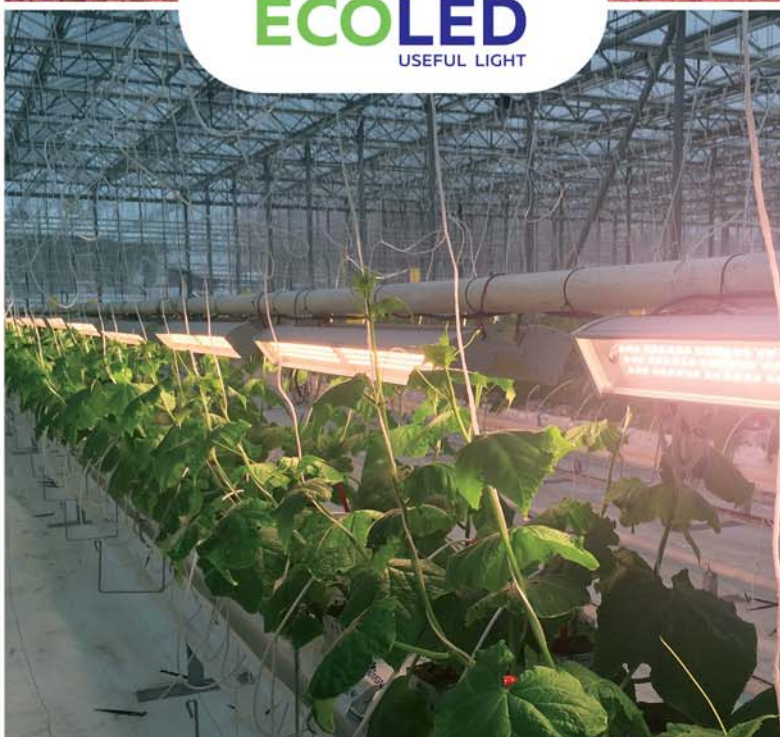
многоярусные сити-фермы

ООО «ЭКОЛЕД-ТРЕЙД»
тел.: 8 495 134 52 02
www.ecoledbio.ru
Москва, ул. Кольская, 1, оф. 210

ЭКОЛЕД
Т·Р·Е·Й·Д



BIO
ECOLED
USEFUL LIGHT



Специальная версия БПЛА
для сельского хозяйства

2 камеры

2000 Га

3 часа

ГЕОСКАН 201
АГРОГЕОДЕЗИЯ

- Картографирование с/х полей
- Точное земледелие
- Инспекция перед покупкой земли
- Получение информации о рельефе

GEOSCAN

+7 812 363-33-87
info@geoscan.aero
www.geoscan.aero

ISSN 0044-3913. Земледелие. 2021. № 3. 1 - 48. Индекс 70329.