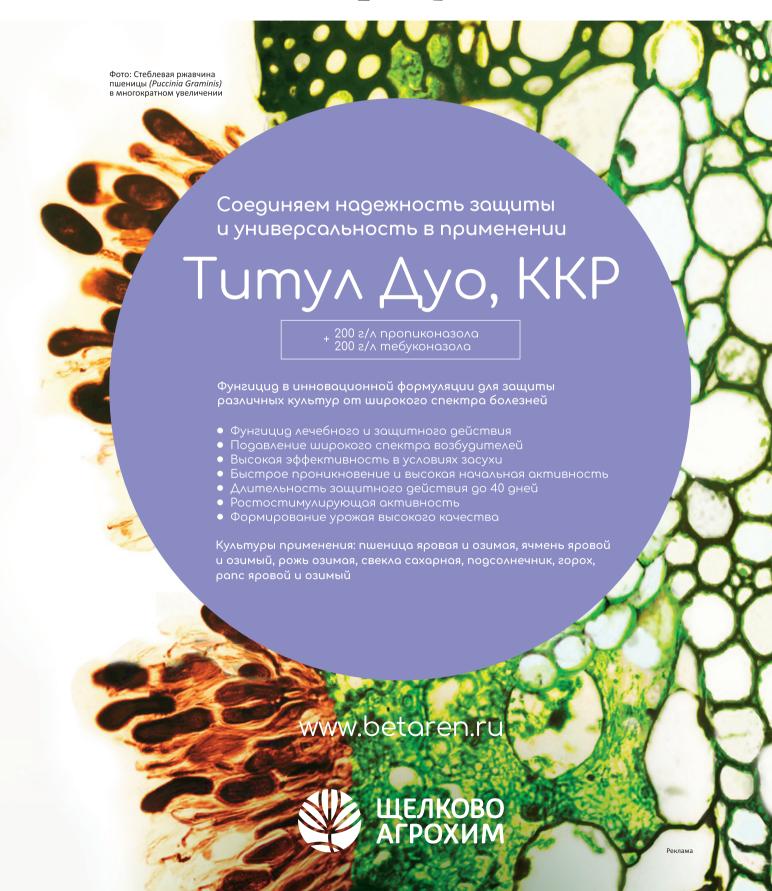
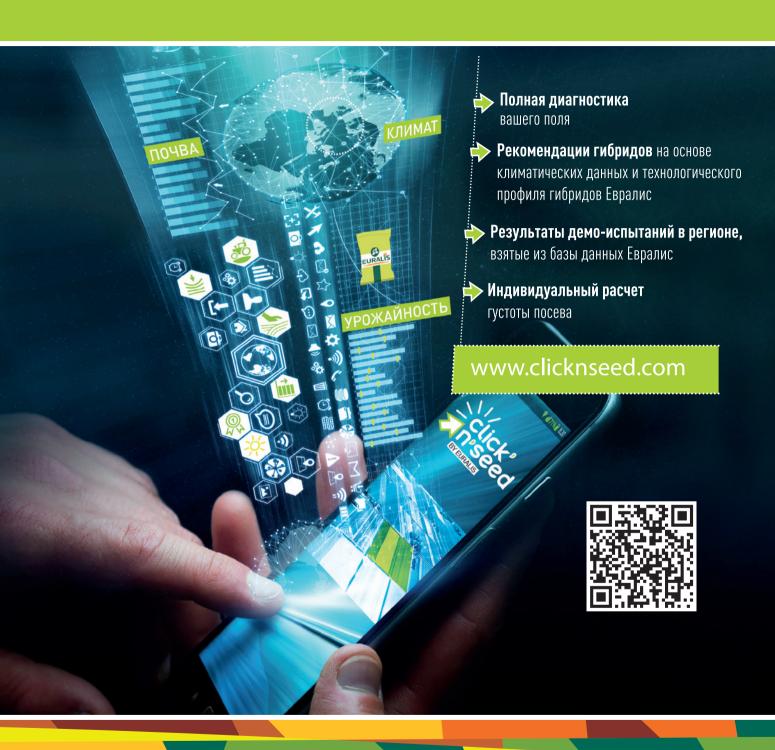
3EMACEANE





Ваше поле особенное, Наши рекомендации уникальны







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

Ю. И. Гречишкина,

В. Г. Сычев. Мониторинг содержания микроэлементов в черноземных почвах Центрального Предкавказья

О. Ю. Лобанкова, В. В. Агеев,

С. А. Коростылев,

А. Ю. Ожередова,

А. О. Кравченко. Влияние вертикальной зональности и антропогенной деятельности на динамику морфометрических параметров черноземов

И. А. Вольтерс, О. И. Власова, В. М. Передериева, Е. Б. Дрепа.

Эффективность применения технологии прямого посева при возделывании полевых культур в засушливой зоне Центрального Предкавказья

Е. Б. Дрёпа, О. И. Власова, А. С. Голубь, И. А. Донец.

Влияние технологии возделывания на агрофизические свойства черноземов выщелоченных и урожайность подсолнечника

В. А. Стукало, Т. Г. Степаненко, В. Д. Друп, С. В. Окрут,

Т. Г. Зеленская. Влияние развития эрозионных процессов на содержание подвижных соединений фосфора и калия, урожайность озимой пшеницы на пашне и разнотравно-злаковых ассоциаций

В. С. Цховребов, В. И. Фаизова, В. Я. Лысенко, А. А. Новиков,

Д. В. Калугин. Влияние сжигания стерни и соломы озимой пшеницы на численность микроорганизмов в чернозёме выщелоченном

В. И. Фаизова, В. С. Цховребов,

В. Я. Лысенко, А. Н. Марьин,

Л. М. Онищенко. Применение микробных препаратов на черноземе обыкновенном в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья

Y. I. Grechishkina. V. G. Svchev.

Monitoring of the trace element

content in chernozems of the

8 Central Ciscaucasia

O. Yu. Lobankova, V. V. Ageev,

S. A. Korostylev,

A. Yu. Ozheredova,

A. O. Kravchenko. Influence of vertical zonality and anthropogenic activity on the dynamics of morphometric parameters of

10 chernozems

I. A. Volters, O. I. Vlasova, V. M. Peredereeva, E. B. Drepa. Efficiency of direct seeding technology in the cultivation of field crops in the arid zone of the Central

14 Ciscaucasia

E. B. Drepa, O. I. Vlasova, A. S. Golub, I. A. Donets.

Influence of cultivation technology on the agrophysical properties of leached chernozems and

18 sunflower yield

V. A. Stukalo.

T. G. Stepanenko, V. D. Drup,

S. V. Okrut, T. G. Zelenskaya.

Influence of erosion process development on the content of mobile phosphorus and potassium and on the productivity of winter wheat on arable land and forbs-

cereals associations on virgin soil

V. S. Tshovrebov, V. I. Faizova, V. Ya. Lysenko, A. A. Novikov,

D. V. Kalugin. Influence of burning of stubble and straw of winter wheat on the population of

microorganisms in leached chernozem

V. I. Faizova, V. S. Tshovrebov, V. Ya. Lysenko, A. N. Maryin,

L. M. Onishchenko. The use of microbial preparations in ordinary chernozem in the zone of unstable moistening of the Central

Ciscaucasia

Основан в 1939 г.

УЧРЕДИТЕЛИ:

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии

000 «Редакция журнала «Земледелие»

ИЗДАТЕЛЬ:

000 «Редакция журнала «Земледелие»

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ коллегии:

С. А. Балюк, академик НААН Украины, доктор сельскохозяйственных 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. Коломейченко, член-корреспондент РАН,

доктор сельскохозяйственных наук

В. В. Кулинцев, доктор сельскохозяйственных наук

В. В. Лапа, академик НАН Беларуси, доктор сельскохозяйственных наук, Республика Беларусь

М. А. Мазиров, доктор биологических наук

М. Михловски, доктор сельскохозяйственных наук, Чешская Республика Ю.В.Плугатарь,

член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук

А. С. Сапаров, академик АСХН Республики Казахстан, доктор сельскохозяйственных наук, Республика Казахстан

П. А. Чекмарев, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук

И. Ф. Храмцов, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР Р. Ф. Байбеков

BEPCTKA

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

1 Земледелие № 3 1 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 06.04.20 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". 2020.

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

полеводство и луговодство

Г. М. Брескина, Н. А. Чуян.Влияние приемов биологизации на урожайность сельскохозяйственных

культур

М. Ю. Азарова, Е. В. Письменная, В. А. Стукало, Т. Г. Зеленская,

л. в. Кипа. Влияние предшественников озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till, на динамику показателей почвенного плодородия и урожайность в условиях засушливой зоны Ставрополья

А. Н. Есаулко, Г. А. Гарибджанян, Е. В. Голосной, Н. В. Громова. Эффективность применения жидких и твердых азотных минеральных

удобрений в ранневесеннюю подкормку посевов озимой пшеницы

пшспицы

M. Dunalina

FIELD CROPS

G. M. Breskina, N. A. Chuyan.

Influence of biologization techniques on crop yields

M. Yu. Azarova,

30

E. V. Pis'mennaya,

V. A. Stukalo, T. G. Zelenskaya,

L. V. Kipa. Influence of forecrops of winter wheat cultivated under no-till technology on the dynamics of soil fertility indicators and yield under conditions of the dry zone of the Stavropol Territory

A. N. Esaulko,

G. A. Garibdzhanyan,

E. V. Golosnoi, N. V. Gromova.

Efficiency of liquid and solid nitrogen mineral fertilizers under early spring top dressing of winter

38 wheat

СОРТА И СЕМЕНА

О. Г. Шабалдас, К. И. Пимонов,

Л. В. Трубачева,

С. С. Вайцеховская. Урожайность сортов сои различных групп спелости при естественном плодородии почвы в условиях орошения

GRADES AND SEEDS

O. G. Shabaldas,

K. I. Pimonov, L. V. Trubacheva,

S. S. Vaytsekhovskaya.

Yield of soybean varieties of different maturity groups under condition of soil natural fertility

41 and irrigation

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Л. В. Тутуржанс, А. П. Шутко, Л. А. Михно, Н. С. Солтанов.

Экологически безопасная защита семенных посевов эспарцета виколистного

PLANT PROTECTION

A. P. Shutko, L. A. Mikhno,

L. V. Tuturzhans,

N. S. Soltanov. Environmentally safe protection of seed crops

46 of sainfoin

Уважаемые читатели!

В 2020 г. наш журнал будет, как и прежде, выходить 8 раз в год,

в первый и второй месяцы каждого квартала.
Наш подписной индекс в каталоге Роспечати 70329.
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

Навстречу юбилею

В 2020 г. Ставропольский государственный аграрный университет встречает свое 90-летие. Последние двадцать лет СтГАУ входит в число лучших аграрных вузов страны, уверенно занимая лидирующие позиции по многим направлениям деятельности. Университет стал мощной учебной, научно-производственной, экспериментальной и материально-технической базой региона. укрепил связь с бизнес-сообществом, наладил распространение инновационных технологий в производство и переработку сельскохозяйственной продукции. Факультеты агробиологии и земельных ресурсов, экологии и ландшафтной архитектуры достойно развиваются вместе с университетом. Преподаватели в своей повседневной деятельности стремятся создать условия для становления разносторонне развитой личности студентов. Последние достигают высоких результатов в освоении различных наук и приобретении практических навыков. Именно практическая подготовка современных специалистов служит залогом их успешного трудоустройства, а научно-исследовательская деятельность - важнейший фактор совершенствования профессиональной подготовки.

Развитие факультетов имеет важное стратегическое значение. Факультет агробиологии и земельных ресурсов образован в 1941 г., факультет экологии и ландшафтной архитектуры - в 1964 г. За время своего существования их не раз объединяли и разъединяли, сейчас это два самостоятельных подразделения вуза. При этом уже более 12 лет факультетами руководит один декан – доктор сельскохозяйственных наук, профессор Александр Николаевич Есаулко. Он выпускник Ставропольского сельскохозяйственного ин-СТИТУТА - ОКОНЧИЛ ВУЗ С ОТЛИЧИЕМ, ПОЛУчив квалификацию ученого-агронома, в 1989 г. А. Н. Есаулко трудится в Ставропольском ГАУ более 25 лет, из них более 10 лет возглавлял кафедру агрономической химии и физиологии растений. Вместе с профессором В. В. Агеевым он руководит научной школой «Теоретические и технологические основы биогеохимических потоков веществ в агроландшафтах». А. Н. Есаулко – автор более 450 научных, учебно-методических изданий и статей. Он удостоен званий «Почетный работник высшего профессионального образования РФ», «Почетный работник агропромышленного комплекса РФ». «Заслуженный работник сельского хозяйства Российской Федерации». В 2016 г. А. Н. Есаулко награжден серебряной медалью «За вклад в развитие агропромышленного комплекса России» Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

На факультете агробиологии и земельных ресурсов трудятся 65 научно-педагогических работников, в том числе 2 академика РАН, 15 профессоров, докторов наук, 40 кандидатов наук, доцентов. Остепененность профессорско-преподавательского состава – 85 %. При этом следует отметить, что 90 % сотрудников – выпускники факультета. Подготовку специалистов на факультете экологии и ландшафтной архитектуры также ведут высококвалифицированные научнопедагогические кадры, 93 % которых имеют ученые степени и звания.

Образовательную деятельность на факультете агробиологии и земельных ресурсов осуществляют на 5 кафедрах: агрохимии и физиологии растений (заведующий – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Е. В. Голосной); землеустройства и кадастра (заведующий – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент А. В. Лошаков); общего земледелия, растениеводства, селекции и се-

меноводства им. профессора Ф. И. Бобрышева (заведующая – доктор сельскохозяйственных наук, доцент О.И. Власова); производства и переработки продуктов питания из растительного сырья (заведующая – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Е. С. Романенко); почвоведения им. профессора В.И. Тюльпанова (заведующий – доктор сельскохозяйственных наук, профессор В.С. Цховребов).

На факультете готовят кадры по направлениям бакалавриата: агрономия (35.03.04) — профили «Технология производства продукции растениеводства», «Плодоовощеводство» и «Защита растений»; землеустройство и кадастры (21.03.02) — профили «Городской кадастр», «Кадастр недвижимости», «Оценка и мониторинг земель» и продукты питания из растительного сырья (19.03.02) — профиль «Технология бродильных производств и виноделие».

В связи с переходом на двухуровневую систему образования с 2011 г. на факультете реализуют семь магистерских программ: «Ресурсосберегающие технологии в адаптивно-ландшафтном земледелии». «Экологически безопасные технологии защиты растений», «Агрохимические основы управления питанием растений и плодородием почвы», «Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур» (по направлению 35.04.04 – агрономия): «Территориальное планирование и землеустройство» и «Кадастр и мониторинг земель для устойчивого развития территории» (по направлению 21.04.02 – землеустройство и кадастры); «Технология алкогольных, слабоалкогольных и безалкогольных напитков» (по направлению 19.04.02 - продукты питания из растительного сырья).

На факультете экологии и ландшафтной архитектуры две кафедры: химии и защиты растений (заведующая – кандидат химических наук, доцент А. Н. Шипуля), экологии и ландшафтного



строительства (заведующий – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент В. А. Стукало).

Реформы высшей школы внесли коррективы в ведение образовательной деятельности на факультете. С 2011 г. на его базе готовят бакалавров по направлениям экология и природопользование (05.03.06), ландшафтная архитектура (35.03.10), а также магистров в области экологии и природопользования по программам «Агроэкологический мониторинг» и «Инновационные технологии в сфере ресурсосбережения и экологического контроля». Вторая программа в 2016 г. получила международную аккредитацию. С 2017 г. осуществляется набор на магистерскую программу по направлению 35.04.09 ландшафтная архитектура (современный ландшафтный дизайн урбанизированной среды).

За годы своего существования факультеты подготовил более 16 тыс. специалистов. Среди его выпускников – руководители всех уровней АПК не только края и региона, но и страны, специалисты сельскохозяйственных предприятий, известные ученые доктора и кандидаты наук. Сейчас при поддержке ректора университета, профессора Ивана Вячеславовича Атанова большое внимание уделяется учебному процессу и его практикоориентированной составляющей, что делает выпускников особенно востребованными на современном рынке труда.

Период, в течение которого факультетом руководит профессор Александр Николаевич Есаулко при поддержке ректората и лично академика РАН Владимира Ивановича Трухачева, - время интенсивного развития учебно-лабораторной базы одного из ведущих структурных подразделений вуза. В рамках реализации национального проекта «Образование» созданы и успешно действуют шесть инновационных специализированных лабораторий: агрохимического анализа, мониторинга почв, технологии возделывания полевых культур, качества зерна и продуктов его переработки, землеустройства и кадастра, технологии виноделия и продуктов питания из растительного сырья.

В 2014 г. инновационные лаборатории агрохимического анализа и мониторинга почв, входящие в учебнонаучную испытательную лабораторию университета (УНИЛ) аккредитованы в системе нормативно-правового регулирования Таможенного союза, что позволило расширить перспективы для дальнейшего проведения научных исследований. Сегодня на их базе проходят практические и лабораторные занятия, системно ведутся научные и прикладные исследования,

в том числе по заказам сельскохозяйственных и муниципальных предприятий, Министерства сельского хозяйства Ставропольского края. Новейшие приборы позволяют проводить агрохимический анализ почвы и растений, определять качество зерна и продуктов его переработки.

На факультете экологии и ландшафтной архитектуры созданы три инновационные лаборатории: экологического мониторинга, ландшафтного проектирования, фитосанитарного мониторинга, сельскохозяйственной биотехнологии, оснащенные современным оборудованием. Это расширило возможности для реализации научного и творческого потенциала ученых, позволило проводить исследования, связанные с мониторингом вредителей, болезней, сорной растительности в посевах сельскохозяйственных культур и анализом состояния объектов окружающей среды; разрабатывать и осуществлять проекты благоустройства территорий.

В 2009 г. по голландской технологии был создан уникальный тепличнооранжерейный комплекс. Теплица площадью 650 м² оборудована автоматизированной системой управления микроклиматом и питанием растений, системами капельного полива, подкормки растений углекислым газом. На территории высокотехнологичного комплекса в 2013 г. заложен учебный сад площадью 4,5 га, а также ведется изучение технологии выращивания овощных культур на капельном поливе.

Сейчас здесь проводят практические занятия студентов и слушателей курсов повышения квалификации, проходит учебная и производственная практика, ведут научные исследования магистранты, аспиранты и докторанты. Кроме того, современные технологии открывают возможности для производства 40...45 кг/м² овощей, которые поступают в пункты питания студентов аграрного университета. Проведенная в 2020 г. полная реконструкция теплицы позволит улучшить урожайность и качество овощной продукции.

Ежегодно 50...60 студентов становятся именными стипендиатами, проходят обучение, производственную практику и стажировку на базе предприятий стратегических партнеров - лидеров в своих отраслях производства. С 2019 г. ведущие предприятия юга России решили создавать на территории факультетов агробиологии и земельных ресурсов, экологии и ландшафтной архитектуры свои подразделения.

ООО «Агрохолдинг Энергомера» открыло Центр инновационных технологий в земледелии, который будет способствовать улучшению материально-

технической базы факультета и расширит рамки творческого и научного сотрудничества.

Сотрудничество с лидерами в области производства средств защиты растений способствовало созданию на кафедре химии и защиты растений учебных классов, укомплектованных тематическими информационными стендами (болезни, вредители сельскохозяйственных культур, средства защиты растений), мультимедийным оборудованием с современным программным обеспечением.

Научные достижения и разработки ученых факультета вносят значительный вклад в развитие отрасли. Основателями первых научных школ были профессора А. А. Корнилов, Т. П. Челядинов, Н. И. Перегудов, И. А. Прохоров, Н. М. Куренной, Н. М. Соляник, В. И. Харечкин, В. М. Пенчуков. Успешно продолжают разработку актуальных вопросов агрономической науки и практики академики РАН Л. Н. Петрова, В. С. Сычев; профессора В. В. Агеев, А. Н. Есаулко, И. П. Барабаш, А. И. Войсковой, В. К. Дридигер, Г. Р. Дорожко, М. П. Жукова, А. И. Подколзин. В. С. Цховребов. О. И. Власова. В. И. Фаизова, А. П. Шутко, Н. Н. Глазунова, Е. В. Письменная.

Научно-исследовательскую работу на факультете проводят в соответствии с утвержденным планом НИР подготовки научно-педагогических кадров и использования научных разработок в производстве.

На факультете агробиологии и земельных ресурсов осуществляют исследования в рамках четырех научных школ: «Теоретические и технологические основы биохимических потоков веществ в агроландшафтах» (профессора В. В. Агеев, А. Н. Есаулко), «Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур на агроландшафтной основе (профессор Г. Р. Дорожко, доцент О. И. Власова), «Рациональное природопользование, ресурсосбережение в сельскохозяйственном производстве засушливых регионов России» (профессор В. К. Дридигер, доцент Е. Б. Дрёпа), «Почвообразование и эволюция почв» (профессор В. С. Цховребов) и пяти научных направлений: «Селекция, семеноводство и технологии возделывания полевых культур» (руководители - профессор М. П. Жукова, доцент И. А. Донец); «Совершенствование технологии выращивания посадочного материала плодовых и ягодных культур» (доценты Е. С. Романенко, Т. С. Айсанов); «Физиологические и экологические основы устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды» (академик РАН Л. Н. Петрова, доцент А. А. Беловолова); «Мелиорация, рекультивация и охрана земель (доцент Л.В. Трубачева); «Совершенствование существующих и разработка новых технологий производства напитков с заданными свойствами» (доценты Е. С. Романенко, Е. А. Миронова); «Совершенствование технологии выращивания овощных культур» (доцент М. В. Селиванова); «Землеустройство, кадастр и мониторинг земель» (профессор Е.В. Письменная, доцент А.В. Лошаков). В целом, научные эксперименты охватывают пять отраслей науки, и включают 16 комплексных тем.

Ученые факультета экологии и ландшафтной архитектуры проводят исследования в соответствии с общим планом НИР в рамках научной школы «Фитосанитарный мониторинг и системы рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений» (руководитель - доктор сельскохозяйственных наук, профессор А. П. Шутко) и следующих направлений: «Экологический мониторинг природных и антропогенно-нарушенных экосистем» (руководители - кандидат биологических наук, доцент Ю. А. Мандра, кандидат биологических наук, доцент С. В. Окрут, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент В.А. Стукало), «Экологическая реконструкция техногенных ландшафтов средствами ландшафтной архитектуры» (руководитель - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент О. Ю. Гудиев), «Сельскохозяйственная биотехнология в растениеводстве и защите растений» (руководители - кандидат биологических наук, доцент Л. В. Мазницына, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Ю.А. Безгина), «Химия перспективных и композиционных материалов и технологий» (руководитель - кандидат химических наук, доцент А. Н. Шипуля).

В последние 5 лет научно-исследовательскую деятельность проводили по госбюджетным и хоздоговорным темам, на общую сумму более 120 млн руб., в том числе по контрактам с Министерствами сельского хозяйства Российской Федерации и Ставропольского края.

Результаты проводимых фундаментальных исследований послужили основой для создания и развития трех малых инновационных предприятий, в том числе двух в рамках Федерального закона № 217-ФЗ. Так, на базе теплично-оранжерейного комплекса в 2013 г. организовано МИП «АГРО-ХИМБИО», которое внедряет свои разработки в сфере выращивания овощей защищенного грунта. Предприятие «АГРОХИМИК+», созданное в 2010 г., за время своей деятельности выполнило работы на сумму более 11,5 млн руб. Ежегодная площадь внедрения разработок на территориях Северо-Кавказского и Южного федеральных округов составляет от 80 до 120 тыс. га.

За период с 2015 по 2019 гг. сотрудники факультетов подготовили и издали 75 монографий, опубликовали более 300 работ в журналах из перечня ВАК РФ, более 3000 статей в других изданиях, более 150 работ в изданиях, включенных в международные базы цитирования Scopus и Web of Science, зарегистрировали около 100 патентов и авторских свидетельств на программы для ЭВМ.

На сегодняшний день приоритетные направления науки - селекция сельскохозяйственных культур и биотехнология. В 2019 г. на факультете открыта лаборатория сельскохозяйственной биотехнологии, готовится к открытию Центр занимательной селекции и Центр органического земледелия. Авторским коллективом факультета создано 11 сортов сельскохозяйственных культур, в том числе озимой мягкой пшеницы ФИБ и Босмина, озимой твердой пшеницы Багряница, озимой тритикале Купина. Включены в Государственный реестр Российской Федерации сорта стевии Ставропольская сластена и донника двулетнего Донче.

Ставропольский аграрный университет - один из немногих вузов в России, у которых есть учебно-опытное хозяйство. Это база для практической подготовки студентов и создания научных разработок. Здесь в 8 стационарных многолетних многофакторных и более чем в 20 краткосрочных полевых экспериментах апробируют и внедряют в производство результаты научных исследований. Достояние российской аграрной науки - стационар кафедр агрохимии и физиологии растений и общего и мелиоративного земледелия, на базе которого ведут исследования в рамках научной школы «Теоретические и технологические потоки биогеохимических веществ в агроландшафтах». Он включен в Реестр аттестатов длительных опытов с удобрениями и другими агрохимическими средствами Российской Федерации и стал примером совместного сотрудничества ученых Ставропольского, Кубанского и Донского аграрных университетов с ВНИИ агрохимии имени Д. Н. Прянишникова (г. Москва).

Научный и производственный процесс полностью оснащен самой современной сельскохозяйственной техникой, что позволило создать питомники овощных, плодово-ягодных культур и лекарственных трав, разместить современный автоматизированный метеопост, ввести в эксплуатацию два теплично-оранжерейных комплекса, специализирующихся на выращивании рассады овощных и цветочных культур, общей площадью более 1,5 га.

Площадь плодово-ягодных насаждений на территории опытной станции доведена до 3,7 га, на 0,12 га заложен шпалерный сад интенсивного типа, на 0,14 га — питомник земляники на капельном орошении. Корме того, заложен виноградник с целью изучения столовых сортов.

В рамках ведения семеноводства зерновых и и зернобобовых культур на территории учебно-опытной станции заложен сортоучасток по изучению их адаптивного потенциала к условиям зоны умеренного увлажнения.

Благодаря освоению инновационных технологий, изучению современных средств защиты растений, макро- и микроудобрений, сортов и гибридов ученые факультета тесно сотрудничают с профильными НИИ и аграрными вузами, предприятиями и фирмами.

Еще одним положительным примером и подтверждением значимости исследований ученых служит коммерциализация их научных разработок. Начиная с 2010 г. коммерциализовано научно-исследовательских и опытноконструкторских работ на сумму более 95 млн руб., что стало возможным благодаря наличию квалифицированных кадров, их высокому научному потенциалу и самой современной материально-технической базе.

Усилиями профессорско-преподавательского состава и студентов традиции факультета бережно хранятся, преумножаются и передаются из поколения в поколение молодым аграриям. А его выпускники успешно расширяют познания работников сельского хозяйства о земледелии и агрохимии, почвоведении и растениеводстве, разрабатывают и осваивают новые приемы агротехнологий и проекты землеустройства. Тем самым вносят весомый вклад в социально-экономическое развитие не только Ставропольского края, но и всего Северо-Кавказского региона и страны в целом.

Развитие факультета агробиологии и земельных ресурсов и факультета экологии и ландшафтной архитектуры в ближайший период будут направлены, в том числе на освоение основных гуманитарных технологий, связанных с международной коммуникацией. Это позволит сформировать широкий круг профессиональных компетенций, обеспечить инновационный подход к подготовке высококвалифицированных специалистов нового типа для сферы аграрного образования, науки и бизнеса.

И.В. Атанов, А.Н. Есаулко, Ю.А. Безгина, Е.Б. Дрепа, Л.В. Мазницына, Т.С. Айсанов

Инпут: надежная защита в самых сложных ситуациях

Фитосанитарный мониторинг посевов озимой пшеницы, который проводится зимой и в начале весны, позволяет с высокой точностью прогнозировать развитие различных заболеваний на каждом конкретном поле. Опираясь на полученные данные и планируемую урожайность, агроном выстраивает схему защиты, которая может корректироваться в зависимости от особенностей сезона. Основная задача — создать условия, при которых высокопродуктивные сорта могли реализовать потенциал урожайности и качества. А для этого необходимо обеспечить надежную защиту от комплекса листовых заболеваний, а также церкоспореллеза.

чески значимых заболеваний. Но следует помнить, что данный продукт обладает и уверенным лечебным действием. Поэтому, в случае запаздывания с фунгицидными обработками, Инпут сможет защитить растения пшеницы даже при наличии симптомов. При этом спироксамин ускорит проникновение протиконазола, так что препарат начнет действовать в самые короткие сроки.

Фунгицид Инпут подтвердил свою биологическую эффективность в разных регионах России. В качестве примера приведем данные липецкой БайАрены, полученные в 2019 году.





Краснодарский край, на 24 день обработки

Специалисты региональных филиалов Россельхозцентра докладывают о том, что условия зимовки в сезоне 2019/20 складываются для озимых культур не самым благоприятным образом. Теплые, малоснежные условия способствуют развитию на озимой пшенице экономически значимых заболеваний. В том числе, церкоспореллеза, который вызывает поражение и разрушение прикорневой части стебля, что в итоге приводит надлому соломины и полеганию посевов. Естественно, логичным итогом становится затруднённая уборка, снижение урожайности и качество зерна.

В свою очередь, листовые заболевания уменьшают ассимиляционную поверхность листьев и разрушают хлорофилл, приводя к снижению фотосинтеза, преждевременному старению и отмиранию листового полога. Как результат, урожайность и качественные характеристики зерна озимой пшеницы снижаются, негативно сказываясь на рентабельности производства.

Максимальную защиту в весенний период обеспечивает фунгицид Инпут от компании «Байер». Он эффективен против мучнистой росы, видов ржавчины, септориоза, пиренофороза и церкоспореллеза.

В состав препарата входят два действующих вещества, принадле-

жащих к разным химическим классам: протиоконазол (160 г/л) и спироксамин (300 г/л). Протиоконазол проникает в клетку гриба и блокирует процессы ее жизнедеятельности, приводя к гибели. В свою очередь, спироксамин нарушает биосинтез стеролов в патогенных организмах и тормозит развитие мицелия. Как результат, комбинация этих действующих веществ обеспечивает надежную защиту пшеницы от прикорневых и листовых заболеваний, позволяя их контролировать на уровне 90%. Кроме того, их принадлежность к разным химическим классам минимизирует риски развития резистентности.

Фунгицид Инпут начинает действовать при температуре ниже +12+15°C: то есть, когда многие другие фунгициды демонстрируют слабую активность и недостаточную биологическую эффективность. Кроме того, существенным преимуществом препарата Инпут является продолжительный период защитного действия. Благодаря этому, обработка, проведенная в конце кущения, позволяет защитить озимую пшеницу вплоть до появления флагового листа.

Препарат Инпут рекомендуется использовать профилактически, чтобы на продолжительный срок предупредить развитие экономи-

Двукратная обработка озимой пшеницы препаратами Инпут и Прозаро позволила получить здесь 70,3 ц/га (то есть, +10,3 ц/га в сравнении со стандартом). При этом условночистая прибыль от реализации урожая составила 6,64 тыс. руб/га.

В Курской области комбинация этих препаратов также подтвердила свою эффективность. Данный вариант стал лидером как по урожайности – 79 ц/га (+1,1 т/га в сравнении со стандартом), так и по величине условно-чистой прибыли: 7,07 тыс. руб/га.

Таким образом, применение фунгицида Инпут позволяет решить основные проблемы, характерные для ранневесеннего периода и более поздних стадий развития озимой пшеницы.

Горячая линия Bayer 8 (800) 234-20-15

*для аграриев







Надежный фунгицид от Bayer для весенних обработок пшеницы, обладающий внушительным защитным действием

Держит долго, очень ДОЛГО

- // Надежный фунгицид для профилактических обработок в фазы кущения и флагового листа
- // Эффективность против церкоспореллеза на уровне 90%
- // Высокий уровень контроля мучнистой росы и видов пятнистостей (профилактическое, лечебное и искореняющее действие)
- // Продолжительность защитного действия до 4-х недель
- // Предназначен для обработок в весенний период, когда температура не превышает 15°С и триазольные фунгициды не проявляют достаточной активности



doi: 10.24411/0044-3913-2020-10301 УДК 631.416.9:631.445.4(470.62/67)

Мониторинг содержания микроэлементов в черноземных почвах Центрального Предкавказья

Ю. И. ГРЕЧИШКИНА¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: Inwg@mail.ru)
В. Г. СЫЧЕВ², доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, директор (e-mail: geosetvniia@gmail.com)

¹Ставропольский государственный аграрный университет, пер. Зоотехнический, 12, Ставрополь, 355017, Российская Федерация ²Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д. Н. Прянишникова, ул. Прянишникова, 31а, Москва, 127550, Российская Федерация

Исследования с целью изучения содержания валовых и подвижных форм микроэлементов в черноземах Центрального Предкавказья проводили в 2000-2018 гг. в Ставропольском крае. Объектами исследования выступали основные подтипы черноземных почв, сформированные на наиболее распространенных почвообразующих породах. Агрохимическое обследование почв и определение в них валовых и подвижных форм микроэлементов выполняли в соответствии с общепринятыми методами. Валовое содержание бора в пахотном слое черноземных почв **Центрального Предкавказья варьирует от 85** до 120 мг/кг, марганца - от 240 до 385 мг/кг, меди – от 10,0 до 16,8 мг/кг, цинка – от 26,8 до 38,3 мг/кг, кобальта – от 4,8 до 5,6 мг/кг. По подтипам черноземных почв Центрального Предкавказья концентрация подвижных форм бора составляет от 2,22 до 2,60 мг/кг. что свидетельствует об их очень высокой обеспеченности этим микроэлементом. Содержание подвижного марганца в пахотном слое черноземов варьирует от 14,9 до 17,1 мг/ кг почвы, что классифицируется как средняя обеспеченность, подвижной меди – от 0,20 до 0,24 мг/кг (низкая и средняя обеспеченность), кобальта - от 0,05 до 0,08 мг/кг (острый недостаток), цинка – от 0,43 до 0,64 мг/кг (острый недостаток). Отмечена тенденция снижения содержания подвижного марганца в южных черноземах. Для черноземных почв Центрального Предкавказья необходима реализация комплекса мероприятий, направленных на повышение содержания подвижных форм цинка, кобальта, меди и марганца, значение которых по мере увеличения урожаев сельскохозяйственных культур будет возрастать.

Ключевые слова: микроэлементы, чернозем, почва, мониторинг, плодородие, удобрения, системы удобрения, валовые формы.

Для цитирования: Гречишкина Ю. И., Сычев В. Г. Мониторинг содержания микроэлементов в черноземных почвах Центрального Предкавказья / Земледелие. 2020. № 3. С. 8–10. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10301.

Группа микроэлементов, которые содержатся в почвах и растениях в ничтожно малых количествах, заслуживает пристального внимания исследователей. О важности микроэлементов свидетельствуют разнообразные нарушения в ходе роста и развития растений при их недостатке или отсутствии.

Цель работы – изучение содержания микроэлементов в основных подтипах черноземов Центрального Предкавказья.

Объектами исследования выступали основные подтипы черноземных почв Центрального Предкавказья, сформированные на наиболее распространенных почвообразующих породах. Работу проводили в 2000–2018 гг. в Ставропольском государственном аграрном университете на стационаре кафедр агрохимии и физиологии растений и земледелия, а также в производственных условиях.

Агрохимическое обследование почв выполняли в соответствии с «Методическими указаниями по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения» (М., 2003). Содержание подвижных соединений цинка, марганца, меди и кобальта в почвах определяли по методу Крупского и Александровой в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 50686-94); бора – по методу Бергера и Труога в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 50688-94) при их извлечении ацетатно-аммонийным буферным раствором с

1. Уровень обеспеченности почв подвижными формами микроэлементов (ЦИНАО, 1994), мг/кг

Обеспеченность	Бор	Марганец	Медь	Цинк	Кобальт
Низкая	< 0,34	< 10,0	< 0,20	< 2,00	< 0,16
Средняя	0,340,70	10,020,0	0,200,50	2,005,00	0,160,30
Высокая	> 0,70	> 20,0	> 0,50	> 5,00	> 0,30

Главным фактором регулирования круговорота веществ в современном земледелии следует считать изменение содержание макро- и микроэлементов [1, 2]. К числу основных условий формирования стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур относятся контроль и корректировка содержания и поступления элементов питания [3, 4, 5].

Недостаток или отсутствие микроэлементов в почве зачастую вызывает сходные признаки у различных растений. При их дефиците нарушаются окислительновосстановительные процессы в растительной клетке, углеводный и азотный обмен. Оптимальное соотношение микроэлементов повышает устойчивость растений не только к болезням, но и к неблагоприятным условиям внешней среды [6].

рН 4,8 и последующем определении на атомно-абсорбционном спектрофотометре; статистическую обработку экспериментальных данных – методом дисперсионного анализа (Б. А. Доспехов, 1985). Уровень обеспеченности почв подвижными формами микроэлементов оценивали в соответствие с общепринятой шкалой (табл. 1).

Валовые запасы микроэлементов в черноземных почвах Центрального Предкавказья достаточны (табл. 2), но их переходу в подвижное состояние, очевидно, препятствует высокая щелочность и карбонатность почв и другие факторы. Так, валового марганца в почвах в 10...20 раз больше, чем подвижного, меди – в 50...150 раз, цинка – в 30... 120 раз, кобальта – в 50...130 раз. В целом в легкодоступные для растений

2. Содержание валовых форм микроэлементов в пахотном слое черноземных почв Центрального Предкавказья (2018 г.), мг/кг

Почва	Бор	Марганец	Медь	Цинк	Кобальт
Чернозем выщелоченный	100	240	10,0	26,8	5,1
Чернозем типичный	120	274	16,8	36,2	4,8
Чернозем обыкновенный	85	385	16,0	38,3	5,6
Чернозем южный	92	327	14,5	35,2	5,0

3. Содержание подвижных форм микроэлементов в пахотном слое черноземов Ставрополья (по данным ФГБУ ГЦАС «Ставропольский»), мг/кг

_	1													
Подтип	Микроэле-							Д						Сред-
черноземов	мент	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2018	нее
Выщелочен-	В	-	-	-	2,30	3,00	3,00	2,10	1,60	-	2,90	2,90	2,90	2,40
ные	Mn	_	-	_	18,0	18,0	18,0	10,0	9,0	-	-	21,0	21,0	16,4
	Cu	_	-	_	0,27	0,13	0,21	0,13	0,23	-	-	0,22	0,22	0,21
	Zn	_	-	_	0,25	0,42	0,50	0,24	0,28	-	-	0,70	0,79	0,43
	Co	_	_	_	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05	-	_	0,04	0,04	0,05
Типичные	В	2,80	3,00	2,90	2,30	2,20	2,00	2,40	2,80	2,00	2,90	3,10	3,10	2,60
	Mn	30,0	15,0	14,0	12,0	12,0	13,0	12,0	10,0	19,0	21,0	25,0	25,0	17,1
	Cu	0,17	0,23	0,28	0,32	0,30	0,31	0,34	0,10	0,12	0,22	0,22	0,22	0,24
	Zn	1,50	0,60	0,50	0,70	0,50	0,60	0,20	0,40	0,50	0,80	0,70	0,70	0,64
	Co	0,05	0,11	0,10	0,07		0,10	0,08	0,04	0,04	0,04	0,07	0,07	0,07
Обыкновен-	В	-	-	2,00	2,10		2,10	2,50	2,10	2,10	2,30	2,30	2,40	2,26
ные	Mn	_	-	17,0	2,1	18,0	18,0	12,0	10,0	14,0	19,0	19,1	19,0	16,6
	Cu	_	-	0,21	0,23	0,18	0,25	0,26	0,18	0,18	0,19	0,20	0,19	0,21
	Zn	-	-	0,70	0,60	0,50	0,60	0,30	0,40	0,30	0,50	0,50	0,50	0,49
	Co	-	_	_	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05	_	-	0,10	0,10	0,06
Южные	В	_	-	2,11	2,02	1,95	2,10	2,42	2,11	2,18	2,32	2,52	2,50	2,22
	Mn	-	-	16,5	18,3	17,2	17,3	14,5	13,7	14,0	19,0	9,3	9,3	14,9
	Cu	_	-	0,29	0,21	0,14	0,21	0,26	0,18	0,18	0,19	0,18	0,17	0,20
	Zn	-	_	0,64	0,45	0,49	0,52	0,38	0,44	0,30	0,51	0,54	0,53	0,48
	Co	-	_	-	0,05	0,07	0,07	0,05	0,05	0,09	0,10	0,13	0,12	0,08

формы переходят от 3 до 10 % валовых форм микроэлементов [6, 7, 8].

Все подтипы черноземов Центрального Предкавказья характеризовались высоким содержанием подвижного бора (табл. 3). Несмотря, на общий высокий уровень, количество подвижного бора в пахотном слое различных подтипов черноземных почв различается [8]. Наиболее богаты этим элементом черноземы типичные и выщелоченные (в среднем 2,40...2,60 мг/кг), немного меньше его в черноземах южных и обыкновенных (2,22...2,26 мг/кг). На содержание подвижного бора в пахотном слое почвы оказывают влияние множество факторов: почвообразующие породы, гранулометрический состав почвы, реакция среды и концентрация почвенного раствора, количество органического вещества, водный и тепловой режимы и др. Чем тяжелее гранулометрический состав почвы, тем она богаче подвижным бором [1, 9, 10]. Бор – единственный микроэлемент, находящийся в почвах Центрального Предкавказья в избытке. В некоторых хозяйствах отмечается борное засоление почв, что негативно сказывается на росте и развитии сельскохозяйственных культур, а также приводит к избыточному накоплению этого элемента в растениях [11].

Обеспеченность марганцем большей части черноземов Центрального Предкавказья средняя. Содержание валовых форм марганца в пахотном слое черноземов составляет от 240 до 385 мг/кг (см. табл. 2), подвижного – 14,9...17,1 мг/кг почвы (см. табл. 3). Среди изучаемых подтипов наименьшая обеспеченность этим элементом отмечена в черноземах южных.

Черноземы Центрального Предкавказья испытывают недостаток подвижной меди, ее содержание в пахотном слое различных подтипов составляет в среднем 0,20...0,24 мг/кг с варьированием от 0,10 до 0,34 мг/кг, что укладывается в градации низкой и средней обеспеченности. При этом в пашне почв с низкой обеспеченностью подвижной медью 86 %, остальные 14 % характеризуются средней обеспеченностью [8]. Отмечена прямая зависимость между содержанием подвижной меди и запасами органического вещества в почвах. Кроме того, снижение концентрации подвижных форм меди в пахотном слое почв обусловлено сокращением применения минеральных, особенно фосфорных, удобрений [9].

Содержание подвижного цинка в черноземах Центрального Предкавказья составляет 0,43...0,64 мг/кг, что соответствует низкой степени обеспеченности. Это самый дефицитный микроэлемент в черноземных почвах края [6].

Концентрация кобальта в черноземах различных подтипов составляет в среднем 0,05...0,08 мг/кг с варьированием от 0,04 до 0,13 мг/кг. Практически вся пашня характеризуются низкой обеспеченностью этим микроэлементом, на среднеобеспеченную приходится около 1 % площади черноземов [7, 8]. Среднее количество подвижного кобальта находится на критично низком уровне – 0,065 мг/кг. Валовое содержание этого элемента составляет от 4,8 до 5,6 мг/кг (см. табл. 2) в зависимости от подтипа чернозема. На подвижные соединения приходится 0,5...1,0 % от его общего содержания.

Таким образом, валовое содержание марганца в пахотном слое черноземных почв Центрального Предкавказья составляет 240...385 мг/кг, бора – 85...120 мг/кг, цинка – 26,8...38,3 мг/кг, меди – 10,0...16,8 мг/кг, кобальта – 4,8...5,6 мг/кг. Все подтипы черноземных почв характеризуются очень низким содержанием подвижных форм цинка (0,43...0,64 мг/кг) и кобальта (0,05...0,08 мг/кг), низким и средним – меди (0,20...0,24 мг/кг),

средним – марганца (14,9...17,1 мг/кг) и очень высоким – бора (2,22...2,60 мг/кг). Отмечена тенденция снижения обеспеченности подвижным марганцем в южных черноземах. Для черноземных почв Центрального Предкавказья необходима реализация комплекса мероприятий, направленных на повышение содержания подвижных цинка, кобальта, меди и марганца, значение которых по мере увеличения урожаев будет возрастать.

Литература.

- 1. Агеев В. В. Системы удобрения в севооборотах Юга России. Ставрополь: ЦНТИ, 2001. 353 с.
- 2. Есаулко А. Н., Гречишкина Ю. И., Олейников А. Ю. Влияние микроудобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на черноземе выщелоченном // Агрохимический вестник. 2001. № 4. С. 10.
- 3. Калугин Д. В., Есаулко А. Н., Кукушкина В. В. Динамика содержания макро и микроэлементов под озимой пшеницей в результате реминерализации чернозема выщелоченного // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 128. С. 135–145.
- 4. Куприченков М. Т. Почвы Ставрополья: монография. Ставрополь: ГУП «Ставропольская краевая типография», 2005. 423 с.
- 5. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. 240 с.
- 6. Пейве Я. В. Содержание доступных форм микроэлементов в почвах СССР // Микроэлементы в растениеводстве. Рига: Луч, 1958. С. 255–278.
- 7. Особенности питания и удобрения сельскохозяйственных культур на Юге России / В. В. Агеев, А. П. Чернов, А. П. Куйдан и др. Ставрополь: ГСХА, 1999. 113 с.
- 8. Подколзин А. И., Демкин В. И., Бурлай А. В. Микроэлементы в земледелии юга Росси. Ставрополь: Ставроп. краевая тип., 2002. 336 с.
- 9. Эффективность микроудобрений Микромак и Микроэл в посевах озимой пшеницы

на черноземе выщелоченном / А. Н. Есаулко, Ю. И. Гречишкина, В. А. Бузов и др. // Плодородие. 2010. № 1. С. 24–25.

10. Starter fertilizers for com on soils testing high in phosphorus in the Northeastern USA / G. W. Roth, D. B. Beegle, S. M. Fleinbaugh et al. // Agronomy journal. 2006. № 98 (4). P. 1121–1127.

11. Malcom E. Use of soil databases in resource assessments // Handbook of soil science. New York: Zinzer Books, 2010. P.76–77.

Monitoring of the trace element content in chernozems of the Central Ciscaucasia

Y. I. Grechishkina¹, V. G. Sychev²
¹Stavropol State Agrarian University, per. Zootekhnicheskii, 12, Stavropol', 355017, Russian Federation
²D. N. Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agrochemistry, ul. Pryanishnikova, 31 a, Moskva, 127550, Russian Federation

Abstract. In 2000-2018 in the Stavropol Territory we determined the content of total and mobile forms of trace elements in chernozems of the Central Ciscaucasia. The main subtypes of chernozem soils formed on the most common parent rocks were the objects of the study. Agrochemical examination of soils and determination of the content of total and mobile forms of trace elements was carried out in accordance with generally accepted methods. The total content of boron in the arable laver of chernozem soils of the Central Ciscaucasia varied from 85 mg/kg to 120 mg/kg, manganese – from 240 mg/kg to 385 mg/kg, copper - from 10.0 mg/kg to 16.8 mg/kg, zinc - from 26.8 mg/kg to 38.3 mg/kg, cobalt from 4.8 mg/kg to 5.6 mg/kg. Over the subtypes of chernozem soils of the Central Ciscaucasia, the concentration of mobile forms of boron was from 2.22 mg/kg to 2.60 mg/kg, which indicated their very high provision with this trace element. The content of mobile manganese in the arable layer of chernozems varied from 14.9 mg/kg to 17.1 mg/kg of soil, which was classified as average availability, of mobile copper - from 0.20 mg/kg to 0.24 mg/kg (low and average availability), of cobalt - from 0.05 mg/kg to 0.08 mg/kg (acute deficiency), of zinc - from 0.43 mg/kg to 0.64 mg/kg (acute deficiency). A tendency toward a decrease in the content of mobile manganese in southern chernozems was noted. For chernozem soils of the Central Ciscaucasia, it is necessary to implement a set of measures aimed at increasing the content of mobile forms of zinc, cobalt, copper and manganese, the value of which will increase with increasing crop yields.

Keywords: trace elements; chernozem; soil; monitoring; fertility; fertilizers; fertilizer systems; total forms.

Author Details: Y. I. Grechishkina, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: Inwg@mail.ru); V. G. Sychev, member of the RAS, D. Sc. (Agr.), director (e-mail: geosetvniia@gmail.com).

For citation: Grechishkina YI, Sychev VG [Monitoring of the trace element content in chernozems of the Central Ciscaucasia]. Zemledelie. 2020; (3):8-10. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10301.

doi: 10.24411/0044-3913-2020-10302 УДК 631.445.41:631.42

Влияние вертикальной зональности и антропогенной деятельности на динамику морфометрических параметров черноземов

О. Ю. ЛОБАНКОВА, кандидат биологических наук, доцент (e-mail: kristall.ya@yandex.ru) В. В. АГЕЕВ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор С. А. КОРОСТЫЛЕВ, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент А. Ю. ОЖЕРЕДОВА, старший преподаватель А. О. КРАВЧЕНКО, аспирант Ставропольский государственный аграрный университет, пер. Зоотехнический, 12, Ставрополь, 355017, Российская Федерация

Работу проводили в условиях Карачаево-Черкесии с учетом вертикальной зональности. Наблюдения объединяют данные, собранные в почвенных обследованиях с 1955-1958 гг. по 2011-2016 гг., выполненных авторами, а также почвоведами институтов Росгипрозем и Кубаньгипрозем, Львовского, Волгоградского, Ростовского и Санкт-Петербургского государственных университетов. Цель исследований - оценить совокупное влияние антропогенных и природных факторов на динамику морфометрии черноземов как фактора плодородия для корректировки рекомендаций в растениеводстве районов горного земледелия. В работе изучали параметры агроэкологически однотипных территорий (АОТ) черноземов высокогорий. Под влиянием комплекса антропогенных факторов (обработка почвы и внесение улобрений на сельскохозяйственных угодьях; выпас скота и уменьшение травостоя на целине) в черноземе обыкновенном и выщелоченном происходит сокращение мощности пахотного и подпахотного горизонтов. Глубокая отвальная и плоскорезная обработки почвы под пропашные культуры в период с 1955 по 2016 гг. привели к утрате 2...5 см мощности горизонта А в черноземе обыкновенном на высоте 580 м над уровнем моря и выщелоченном на 820 м над уровнем моря. Плодородие чернозема выщелоченного, расположенного на высоте 1230 м над уровнем моря, исчерпывается быстрее, в почвообработку вовлекается горизонт $B_{,\cdot}$ На высотах 2000 м над уровнем моря за период наблюдений горизонт А на пашне сократился на 4...7 см. В, – на 3 см, тогда как горизонт А на целине утратил 2 см. Уменьшение мощности А на пашне в почвах АОТ-4 и АОТ-5 в первые 16 лет наблюдений (1955-1971 гг.) в среднем составило 0,63 мм, в последующие годы (по 2016 г.) – 0,8...1,0 мм, достигая в целом за период наблюдений 2...8 см.

Ключевые слова: агроэкологически однотипные территории, чернозем выщелоченный, чернозем обыкновенный, пахотный горизонт, морфометрия почвы.

Для цитирования: Влияние вертикальной зональности и антропогенной деятельности на динамику морфометрических параметров черноземов / О. Ю. Лобанкова, В. В. Агеев, С. А. Коростылев и др. // Земледелие. 2020. № 3. С. 10–13. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10302.

Наибольшее влияние на свойства почв оказывают длительные механические и химические воздействия естественного и антропогенного характера. Прочие факторы интенсификации земледелия изменяют химию, морфометрию и морфологию черноземов не значительно. Сельскохозяйственное использование территории Карачаево-Черкесии осуществляли в соответствии с рекомендациями по ведению растениеводства без учета вертикальной зональности расположения пашни [1, 2, 3]. Например, были рекомендованы водоохранные и почвозащитные приемы, в последние годы – минимальные и нулевые технологии и другие способы обработки почвы, никак не соотносящиеся с горным земледелием. Под предлогом коренного улучшения естественных кормовых угодий продолжается распашка целинных земель, неизбежно влекущая за собой негативные последствия. Реализации таких рекомендаций без связи с высотой пашни над уровнем моря (далее – ур. м.), как показывает опыт, не всегда ведет к ожидаемому результату [4, 5, 6]. Шаблонное их применение на угодьях, расположенных на разной высоте, существенно изменило состояние почв. Имеющиеся в научной литературе данные об изменении морфометрических параметров пахотных почв высокогорий немногочисленны, либо опираются на результаты краткосрочных экспериментов [2, 7, 8]. Углубление исследований в этом направлении, с точки зрения изложенных положений, представляется весьма актуальным.

Цель работы – оценить совокупное влияние антропогенных и природноестественных факторов на динамику параметров морфометрии черноземов, определяющих черты их плодородия, для внесения корректив в рекомендации производству в районах горного земледелия.

Исследования проводили в Карачаево-Черкесской республике (КЧР) на агроэкологически однотипных территориях (АОТ) в следующем разрезе вертикальной зональности: высота 580 м над ур. м. с координатами 44°28' в.д. и 41°47' с.ш. - землепользование сельскохозяйственной артели-колхоза имени С. М. Кирова Адыге-Хабльского района (АОТ-1); высота 820 м над ур. м. (44°41' в.д. и 41°36' с.ш.) – землепользование сельскохозяйственной артеликолхоза-племрепродуктора «Кубань» Прикубанского района (АОТ-2); высота 1230 м над ур. м. (43°50' в.д. и 41°53' с.ш.) - землепользование Республиканского государственного унитарного предприятия «Кумышский» Карачаевского района (АОТ-3); высота 2000 м над ур. м. (43°25' в.д. и 41°44' с.ш.) - землепользование сельскохозяйственного производственного кооператива генофондного хозяйства «Тебердинский» Карачаевского района (АОТ-4 и АОТ-5). За исходные данные приняты результаты анализов, проведенных на смежных участках, где воздействие изучаемого фактора на почву исключено, например, естественные кормовые угодья, заповедники и др.

В АОТ включали участки с почвами, характеризующимися равными или входящими в одну классификационную группу величинами рН, содержания гумуса, питательных веществ, гидролитической кислотности, суммы поглощенных оснований и степени насыщенности основаниями, а также с одинаковыми строением почвенного профиля, степенью эродированности, мощностью гумусового горизонта и почвообразующих пород [9].

Механическое воздействие природно-естественных факторов на почву определяли по метеоданным и результатам полевых агрохимических исследований (1964–2016 гг.), антропогенных и техногенных факторов – на основе рекомендаций научно-исследовательских учреждений, технологий почвообработки, ежегодных агрономических отчетов, отражающих системы и объемы применения удобрений в севооборотах, а также годовых статистических отчетов.

Динамику морфометрии черноземов обыкновенных АОТ-1 изучали по почвенным разрезам № 89 на пашне и № 27 на целинном аналоге, заложенным в 1958 г. в 45 км на юго-восток от г. Черкесска. Для исследования изменений чернозема выщелоченного среднемощного среднегумусного тяжелосуглинистого (960 га) в створе с черноземом предгорным сильно выщелоченным мощным среднегумусным глинистым (390 га) АОТ-2 использовали типичные полнопрофильные (до материнской породы) почвенные разрезы № 27,

248, заложенные в 1958 г. почвоведами Юго-Восточной землеустроительной экспедиции Южного филиала института «Росгипрозем» и учеными Биологического научно-исследовательского института Санкт-Петербургского государственного университета в 45 км на юг от с. Дружба.

Параметры черноземов горных выщелоченных (редкотипичных, карбонатных), часто мощных, преимущественно слабосмытых, иногда несмытых, в единичном случае смытых глинистых, редко суглинистых и тяжелосуглинистых, иногда поверхностно-слабокаменистых на пологих и слабопологих склонах преимущественно северных экспозиций АОТ-3 описывали по почвенным разрезам № 59, 117, заложенным в 1958 г. почвоведами Львовского, Волгоградского и Ростовского государственных университетов. Плановой основной почвенных обследований послужила топографическая карта, составленная по материалам аэрофотосъемки 1955-1958 гг. и корректировки 1972 г. Чернозем горный типичный (577 га) и карбонатный (429 га) АОТ-4 описывали по разрезам № 126, 162 на пашне и № 139 на целине, заложенным на пологом склоне северо-западной экспозиции. Черноземы выщелоченные среднемощные, очень редко мощные в основном слабосмытые, в единичном случае смытые, глинистые, редко тяжелосуглинистые, в единичных случаях горные лугово-черноземные типичные мощные глинистые на слабо пологих, пологих, редко покатых склонах различных экспозиций АОТ-5 характеризовали по разрезам № 116, 154, заложенным на пологом склоне северо-западной экспозиции почвоведами Ставропольского филиала института «Кубаньгипрозем». По гранулометрическому составу почвы АОТ-3, АОТ-4 и АОТ-5 аналогичны и объединены в одну территорию, с различием в том, что карбонатные почвы АОТ-3 после дождей заплывают, образуют на поверхности плотную бесструктурную корку, которая способствует капиллярному подъему влаги.

В течение 80 лет после исследований Ф. Я. Гаврилюка [10, 11], в условиях вертикальной зональности в типовом, подтиповом, родовом составе черноземов существенных различий не отмечено. Почвенные контуры, выделенные в результате полевых обследований, в основном соответствуют материалам 1971 г., но в наблюдаемых почвах АОТ произошли значительные изменения морфометрических параметров (см. табл.).

Так, A_{nn} чернозема обыкновенного (AOT-1) в течение 16 лет был вовлечен и гомогенизировался в горизонте A, который, в свою очередь, к 1970–1971 гг., по сравнению с 1955–1958 гг., еще и уменьшился на 2 см, то есть средне-

годовые темпы потерь вследствие дефляции и эрозии составили 0,125 см. Мощность горизонта А его целинного аналога в этот временной период уменьшилась на 3 см, при одновременном на 1 см увеличении А_{пп}, заметно менее мощными оказались подстилающие горизонты, особенно С.

Для других высокогорных территорий аналогичные процессы описаны В. В. Агеевым [12], а также Ф. Я. Гаврилюком [10, 11].

«Разовое» резкое уменьшение мощности горизонта А чернозема обыкновенного АОТ-1 отмечено после «черных бурь» 60-х – начала 70-х гг. ХХ в. По сравнению с 1970–1971 гг., к 2000–2005 гг. горизонт А сократился на 3 см, а с учетом поглощения А_{пп} мощность его снизилась до 22 см, что свидетельствует об ослаблении производительной способности чернозема обыкновенного.

Уменьшение мощности A_{пп} за весь период исследований по разрезу № 27 на целине составило 3 см, или скорость утраты, по сравнению с первым наблюдаемым десятилетием, снизилась в 1,6 раза и достигла 0,08 см в год.

Активно вовлекается в почвообработку и естественные преобразования горизонт B_1 . С 1955 по 2016 г. его мощность уменьшилась на 5...8 см. Морфометрические показатели нижележащих горизонтов чернозема обыкновенного более устойчивы. Отмечены горизонтальные и вертикальные подвижки до полуметровой, а в отдельные пятилетия – до метровой, глубины почвенного профиля.

Чернозем выщелоченный АОТ-2 по мощности горизонта А совпадает с черноземом обыкновенным АОТ-1, но значительно превосходит его по мощности А пашни и целины: по срокам наблюдений разница соответственно угодьям варьировала в пределах от -2...+15 см до -10...+1 см. Если чернозем обыкновенный, вовлеченный в пашню, частично утратил А,,, то в выщелоченном, в зависимости от срока наблюдения мощность А на пашне изменялась от 18 до 20 см. на целине – от 12 до 22 см. В результате дефляции и эрозии мощность горизонта А чернозема выщелоченного с 1955 по 2006 г. сократилась на 2...5 см, что соответствует скорости утраты мощности этого горизонта черноземом обыкновенным, несмотря на значительные различия высотно-поясного размещения почв.

Возделывание пропашных культур, глубокая отвальная и плоскорезная обработки почвы (> 32 см) привели к вовлечению A_{nn} в A и его гомогенизации с утратой ряда свойств. Соответственно временным отрезкам мощность A_{nn} уменьшилась с 1955–1958 гг. к 1970–1971 гг. на 2 см, а к 2000–2005 гг. – на 5 см.

Менее активно, но в том же направлении изменялись горизонты А и А да целинных аналогов, за исключением сверхмерно увлажненных 2000-2005 гг., когда мощность A_{пп} уменьшилась на 3...13 см, по сравнению с 1955-1958 гг. Это произошло в результате уменьшения Апод влиянием погодных факторов (потери во время «чёрных бурь»), а также изменения в профиле почвы А,,... Морфометрические показатели нижележащих горизонтов динамичны. Предположительно происходит вертикальное перемещение нижних горизонтов и «поглощение» их верхними. Важно отметить, что глубина полнопрофильного разреза чернозема выщелоченного АОТ-2 на пашне оказалась на 48 см меньше, чем на целине (152 и 200 см соответственно). Следовательно, антропогенные воздействия «катализируют» скорость почвообразовательного процесса.

Профиль чернозема выщелоченного АОТ-3 в силу высотного размещения (1230 м над ур. м.) короче, чем у чернозема обыкновенного АОТ-1 и выщелоченного АОТ-2 на пашне, соответственно в 1,5...2,1 и в 2,30...3,0 раза, на целине - в 2,2 раза. Это накладывает отпечаток на его морфометрические параметры. Мощность горизонта А пашни к 1970-1971 гг. уменьшилась на 4 см из-за активного вовлечения А почвообработку. Исходная мощность A_{nn} на пашне составляла 4 см. Тонкий A_{nn} (2 см), зафиксированный в 1955-1958 гг. в целинном аналоге, сохранился и при последующем обследовании в 2006-2010 гг. Ввиду маломощности А, уменьшения А_{пп}, в почвообработку активно включается горизонт В,: с 1955 по 1971 гг. глубина его залегания сократилась на 1...8 см, к 2016 г. она увеличилась, по сравнению с 1971 г., всего на 2 см из-за снижения интенсивности обработки почвы. Мощность горизонта А целинного аналога к 2011-2016 гг., по сравнению с исходными параметрами, уменьшилась на 2 см, в силу эрозионных процессов, уплотнения скотом и отчуждения наземной растительной массы без возмещения затрат на формирование биомассы. В целом плодородие чернозема выщелоченного АОТ-3 исчерпывается быстрее, чем у почв АОТ, расположенных ниже.

Характеристики АОТ-4 и АОТ-5 близки по многим параметрам, поскольку их высотное размещение отличается не значительно, поэтому остановимся только на описании морфометрических параметров почв АОТ-5. Чернозем выщелоченный АОТ-5 отличается укороченным профилем и отсутствием ряда морфогенетических горизонтов. Если у ранее охарактеризованных почв присутствуют все горизонты или отмечено их вовлечение и гомогенизация с вышележащими, то в черноземе вы-

Динамика морфометрических параметров черноземов АОТ под влиянием временного фактора, вертикальной зональности и антропогенной деятельности

		угодье,				ризонт, см		
AOT	Годы	№ разреза	Α	A _{nn}	B ₁	B ₂	ВС	С
1	1955-	пашня, 89	027	2730	3050	5081	81135	135200
	1958	целина, 27	030	3058	5886	86111	111163	163200
	1970-	пашня, 89	025	_	2548	4881	81135	135200
	1971	целина, 27	027	2756	5684	84109	109159	159200
	2000-	пашня, 89	022	-	2245	4581	81135	135200
	2005	целина, 27	025	2550	5079	79109	109160	160200
	2006-	пашня, 89		2428		4881	81135	135200
	2010	целина, 27		2755		83110	110161	161200
	2011-	пашня, 89		2527		4881	81135	135200
	2016	целина, 27		2755		83110	110161	161200
2	1955-	пашня, 27		2543		5876	76107	107152
	1958	целина, 248		3053		76113	113180	180200
	1970-	пашня, 27		2342		5676	76107	107152
	1971	целина, 248		3050		73110	110150	150200
	2000– 2005	пашня, 27 целина, 248		2040 2840		5374 56110	74105 110157	105152 157200
	2005	целина, 246 пашня, 27	020	2342	4050	5775	75106	106152
	2010	целина, 248		2948		68111	111152	152200
	2011-	пашня, 27		2343		5681	81106	106152
	2016	целина, 248		2948		68111	111152	152200
3	1955-	пашня, 117		1923		_	3248	4866
Ī -	1958	целина, 59		2224		_	3960	6090
	1970-	пашня, 117	015	_	1531	_	3148	4866
	1971	целина, 59	020	-	2039	_	3960	6090
	2006-	пашня, 117		1517		_	3148	4866
	2010	целина, 59		2022		-	3960	6090
	2011-	пашня, 117	015	_	1531	-	3148	4866
	2016	целина, 59	020		2039	-	3960	6090
4	1955-	пашня, 126, 162	020	_	2029	-	2957	5780
	1958	целина, 139		2330		-	6280	- 70
	1971-	пашня, 126, 162		1018		_	1856	5670
	1973 2003–	целина, 139 пашня, 126, 162	07	1530	718	_	6280 1856	- 5670
	2005	целина, 139		1328		_	6080	5070
	2005	пашня, 126, 162		1018	1822	_	2256	5673
	2010	целина, 139		1729		_	6180	-
	2011-	пашня, 126, 162		1216	1622	_	2250	5073
	2016	целина, 139	017	1729		_	6180	-
5	1955-	пашня, 116	019	1921	2134	_	3451	_
	1958	целина, 154	021		2147	_	4760	_
	1970-	пашня, 116	018		1834	-	3451	-
	1971	целина, 154	020		2045	_	4560	-
	2003-	пашня, 116	015	_	1531	-	3151	-
	2005	целина, 154	019	-	1945	-	4560	-
	2006-	пашня, 116		1718	1833	-	3351	-
	2010	целина, 154	020	_	2046	-	4660	-
	2011-	пашня, 116	017	-	1733	-	3351	-
	2016	целина, 154	020		2046	_	4660	-

щелоченном АОТ-5 горизонты A_{nn} , B_2 и С не обнаружены. Его профиль на пашне составляет 51 см, а на целине под естественным растительным покровом – 60 см, что меньше мощности профиля чернозема обыкновенного (АОТ-1) в 4,0 и 3,3 раза; выщелоченного (АОТ-2) – в 3,0 и 3,3 раза; выщелоченного на элювиоделювии песчаников (АОТ-3) – в 1,3 и 1,5 раза; типичного горного мощного глинистого на элювио-делювии сланцев и известняков (АОТ-4) – в 1,8 и 1,3 раза соответственно.

Поскольку технологии обработки чернозема АОТ-5 были такими же, как в АОТ-1, АОТ-2 и АОТ-3, то в течение первых 16 лет пашня утратила A_{nn} . В обработку был вовлечен горизонт В. С 1955 по 2016 г. горизонт А на пашне уменьшался на 2...4 см, A_{nn} составлял 1...2 см, несмотря на то, что и в А и в A_{nn} включались нижележащие горизонты, поскольку при обработке почвы на

глубину 20...22 см вольно или невольно припахивается горизонт В₁.

В целинном аналоге на АОТ-5 уменьшение мощности горизонта А под влиянием эрозии и уплотнения верхнего слоя почвы животными за исследуемый период составляло 1...2 см. Других объяснений этому, кроме снижения плотности травостоя вследствие выпаса скота, мы не находим. Исходя из проведенного анализа, нетрудно подсчитать время до полной утраты пахотного слоя. По-видимому, эти почвы придется превращать в агроземы и поддерживать их плодородие искусственно с целью создания кормовых угодий для сельскохозяйственных животных. Если скорость уменьшения мощности горизонта А на АОТ-5 на пашне за 1955-1971 гг. составила 0,63 мм, а в среднем за следующие годы (до 2016 г.) – 1,0 мм, то чернозем типичный горный мощный глинистый на элювиоделювии сланцев и известняков АОТ-4 на пашне к 2016 г. утратил А на 8 см. Вовлечение в обработку нижележащих слоев окажется продуктивным, но, безусловно, очень затратным.

Сформированные на водоразделах современные почвы, если сравнивать с данными, представленными Ф. Я. Гаврилюком [10, 11], к 2011–2016 гг. приобрели новые (не лучшие) морфометрические параметры:

мощность $A+B_1$ чернозема обыкновенного AOT-1 (580 м над ур. м.) уменьшилась на пашне на 33 см, на целине – на 7 см, горизонта A- на 5 см;

мощность $A+B_1$ чернозема выщелоченного AOT-2 (820 м над ур. м.) уменьшилась на пашне на 34 см, на целине – на 22 см, горизонта $A+A_{nn}$ – на 7 см, A_{nn} – на 10 см;

мощность A+B₁ чернозема выщелоченного АОТ-3 (1230 м над ур. м.) уменьшилась на пашне до 31 см, на целине – до 39 см, горизонта A на пашне – на 5 см:

мощность $A+B_1$ чернозема типичного горного AOT-4 (2000 м над ур. м.) уменьшилась на пашне на 8 см, на целине – на 3 см, при мощности верхнего горизонта соответственно 7 и 13 см;

мощность A+B₁ чернозема выщелоченного суглинистого на элювиоделювии сланцев AOT-5 (2000 м на ур. м.) уменьшилась на пашне на 57 см, на целине – на 44 см, при мощности A соответственно 17 и 20 см.

В результате исследований установлено, что под влиянием комплекса антропогенных факторов (обработка почвы и внесение удобрений на сельскохозяйственных угодьях; выпас скота и уменьшение травостоя на целине) в черноземах обыкновенном и выщелоченном происходит сокращение мощности пахотного и подпахотного горизонтов. Глубокая отвальная и плоскорезная обработки почвы под пропашные культуры за период с 1955 по 2016 гг. привели к утрате 2...5 см мощности горизонта А на высотах 580 и 820 м над ур. м. Плодородие чернозема выщелоченного, расположенного на высоте 1230 м над ур. м., исчерпывается быстрее, в почвообработку вовлекается горизонт В. На высотах 2000 м над ур. м. за период наблюдений горизонт А на пашне уменьшился на 4...7 см, B_1 – на 3 см, тогда как горизонт А на целине утратил 2 см. Уменьшение мощности А на пашне в почвах АОТ-4 и АОТ-5 в первые 16 лет наблюдений (1955-1971 гг.) в среднем составило 0,63 мм, в последующие годы (по 2016 г.) - 0,8...1,0 мм, достигая в целом за период наблюдений 2...8 см.

Таким образом, в условиях вертикальной зональности временной фактор и антропогенная деятельность оказали существенное отрицательное влияние на морфометрические па-

раметры гумусовых и подгумусовых горизонтов черноземов, вызвав сокращение горизонтов, обеспечивающих плодородие почв.

Литература.

- 1. Молчанов Э. М. Сравнительная характеристика основных типов почв высокогорной зоны Северного Кавказа: на примере Кабардино-Балкарской и Дагестанской АССР: дис. ... канд. географ.наук. 11.00.00. М. 1972. 236 с.
- 2. Effect of density soil on productivity of winter wheat in terms of area with moderate moisturize / E. B. Drepa, A. S. Golub, Ju. A. Bezgina et al. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2017. T. 8. № 6. P. 805–808.
- 3. Фаизова В. И., Цховребов В. С., Плотникова Е. А. Изменение содержания органического вещества в чернозёме обыкновенном Центрального Предкавказья // Эволюция и деградация почвенного покрова. Ставрополь: СЕКВОЙЯ, 2017. С. 138–140.
- 4. Власова О. И., Смакуев А. Д., Трубачева Л. В. Влияние приемов основной обработки почвы на эффективность возделывания гибридов кукурузы в условиях Карачаево-Черкесской республики // Земледелие. 2019. № 7. С. 32–34.
- 5. Калий в современном земледелии. Проблемы и их решения / В. В. Агеев, О. Ю. Лобанкова, Ю. И. Гречишкина и др. // Вестник АПК Ставрополья. 2016. № 2 (22). С. 115–121.
- 6. Мониторинг плодородия почв Ставропольского края: динамика агрохимических показателей с учетом зональных особенностей почв / В. Н. Ситников, В. П. Егоров, А. Н. Есаулко и др. // Агрохимический вестник. 2018. № 4. С. 8–13.
- 7. Подбор и применение навигационных систем для точного вождения самоходной сельскохозяйственной техники / Е. В. Герасимов, М. В. Данилов, Д. Н. Сляднев и др. Ставрополь: АГРУС, 2016. 92 с.
- 8. Динамика химических свойств и качества соединений черноземов в условиях вертикальной зональности в связи с временным фактором и антропогенной деятельностью на агроэкологически однотипных территориях. Гумус. Валовой азот / С. А. Мамаев, О. Ю. Лобанкова, В. В. Агеев и др. // Современные ресурсоберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском федеральном округе. Ставрополь: Параграф, 2015. С. 89–110.
- 9. Влияние вертикальной зональности, времени, антропогенной деятельности на динамику морфологических признаков и морфометрических параметров черноземов. Морфология черноземов современная / В. В. Агеев, С. А. Мамаев, О. Ю. Лобанкова и др. // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. С. 1646.
- 10. Гаврилюк Ф. Я. Полевое исследование и картирование почв. М.: Высшая школа, 1963. 235 с.
- 11. Гаврилюк Ф. Я. Почвы Ставропольского края и их агрономическая характеристика. Ставрополь: Краевое книжное издательство, 1947. 98 с.
- 12. Агеев В. В. Наблюдения, анализ и оценка горизонтальных сдвигов почвы на Ставропольской возвышенности // Циклы

природы и общества: материалы XVIII Международной научной конференции. Ставрополь: изд-во Ставропольского института имени В. Д. Чурсина, 2010. С. 159–164.

Influence of vertical zonality and anthropogenic activity on the dynamics of morphometric parameters of chernozems

O. Yu. Lobankova, V. V. Ageev, S. A. Korostylev, A. Yu. Ozheredova, A. O. Kravchenko

Stavropol State Agrarian University, per. Zootekhnicheskii, 12,

Stavropol', 355017, Russian Federation

Abstract. The work was carried out under conditions of Karachay-Cherkessia taking into account vertical zonality. Observations combine the data collected in soil surveys from 1955-1958 to 2011-2016, performed by the authors and also by soil scientists from Rosgiprozem and Kubangiprozem institutes, Lviv, Volgograd, Rostov and St. Petersburg State Universities. The purpose of the research was to evaluate the combined effect of anthropogenic and natural factors on the dynamics of the chernozem morphometry as a fertility factor for adjusting recommendations in crop production for mountain farming regions. In this work, we studied the parameters of agroecologically similar territories (AST) of chernozems of highlands. Under the influence of a complex of anthropogenic factors (tillage and fertilizer application; grazing and thinning grassland on virgin soil), the thickness of the arable and subsurface horizons decreases in ordinary and leached chernozem. Deep moldboard and subsurface cultivation for row crops in the period from 1955 to 2016 led to the loss of 2-5 cm of horizon A thickness in ordinary chernozem at an altitude of 580 m above sea level and in leached chernozem at 820 m above sea level. The fertility of leached chernozem located at an altitude of 1230 m above sea level is exhausted faster, horizon B1 is involved in soil cultivation. At altitudes of 2000 m above sea level during the observation period, horizon A in the arable land decreased by 4-7 cm, B1 - by 3 cm, while horizon A in the virgin land lost 2 cm. The decrease in the thickness of horizon A in arable land in the soils of AOT-4 and AOT-5 in the first 16 years of observations (1955–1971) averaged 0.63 mm, in subsequent years (until 2016) - 0.8-1.0 mm, reaching 2-8 cm as a whole over the observation period.

Keywords: agroecologically similar territories; leached chernozem; ordinary chernozem; arable horizon; soil morphometry.

Author Details: O. Yu. Lobankova, Cand. Sc. (Biol.), assoc. prof.(e-mail: kristall.ya@ yandex.ru);V. V. Ageev, D. Sc. (Agr.), prof.; S. A. Korostylev, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.;A. Yu. Ozheredova, senior lecturer; A. O. Kravchenko, post graduate student.

For citation: Lobankova O. Yu., Ageev V. V., Korostylev S. A. et al. [Influence of vertical zonality and anthropogenic activity on the dynamics of morphometric parameters of chernozems]. Zemledelie. 2020; (3):10-3. Russian. doi:10.24411/0044-3913-2020-10302.

Эффективность применения технологии прямого посева при возделывании полевых культур в засушливой зоне Центрального Предкавказья

И. А. ВОЛЬТЕРС, кандидат сельскохозяйственных наук, (e-mail: volters06@rambler.ru) О. И. ВЛАСОВА, доктор сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: olastgau@mail.ru) В. М. ПЕРЕДЕРИЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: perederieva@eandex.ru) Е. Б. ДРЕПА, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: drepa-elena@mail.ru) Ставропольский государственный аграрный университет, пер. Зоотехнический, 12, Ставрополь, 355017, Российская Федерация

Исследования выполняли с целью изучения агротехнической эффективности процесса возделывания сельскохозяйственных культур по технологии прямого посева на светло-каштановых почвах. Работу проводили в 2018–2019 гг. в условиях засушливой зоны Центрального Предкавказья. Почва изучаемого участка - светло-каштановая карбонатная среднесуглинистая на лессовых суглинках: содержание гумуса – 1,5 %, P_2O_5 – 17 мг/кг, K₂O – 390 мг/кг, pH – 7,0. Отбор образцов, наблюдения, учеты и анализы на закрепленных полях проводили по общепринятым методикам в основные фазы развития культур. Запасы продуктивной влаги в почве к фазе кущения озимой пшеницы увеличиваются и лостигают своих максимальных значений, к полной спелости отмечается их снижение в пахотном слое при нулевой технологии до 12,1 мм, при традиционной – до 10,2 мм, в метровом - до 96,1 и 84,9 мм соответственно. В варианте с прямым посевом агрономически ценные агрегаты формируются в оптимальном количестве. При традиционной технологии возделывания озимой пшеницы по чистому пару отмечено увеличение доли пылевидной фракции, что повышает подверженность почвы эрозии и дефляции. Перед посевом более высокая водопрочность почвы отмечена в варианте с прямым посевом озимой пшеницы, возделываемой по гороху и подсолнечнику -75,9 и 70,5 % соответственно против 66.9 % в варианте с традиционной технологией. К полной спелости водопрочность почвы во всех вариантах снижается при сохранении преимущества прямого посева над традиционной технологией. Плотность почвы была оптимальной при использовании обеих технология. Урожайность озимой пшеницы по гороху на зерно и подсолнечнику при прямом

посеве составляла 4,36 и 4,08 т/га соответственно, в то время как при традиционной технологии по чистому пару – 3,68 т/га.

Ключевые слова: прямой посев, традиционная технология, запас продуктивной влаги, структурно-агрегатный состав, водопрочность, плотность почвы, урожайность.

Для цитирования: 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. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10303.

Главный резерв энергосбережения в растениеводстве – совершенствование обработки почвы. В этом отношении большой интерес представляют технологии возделывания сельскохозяйственных культур без обработки почвы, которые называют No-till или прямым посевом. В нашей стране их называют нулевыми технологиями. При их использовании, наряду с максимально возможным снижением производственных затрат, возрастает урожайность возделываемых культур, что делает такие технологии наиболее экономически эффективными [1, 2].

Главный принцип No-till состоит в использовании естественных природных процессов, которые происходят в почве. Традиционную плужную обработку сторонники этой технологии считают не только ненужной, но и вредной, так как, например, эрозия при ее применении увеличивается, по сравнению с использованием No-till, в 52 раза, а интенсивность смыва почв – на 70 % [3, 4]. В исследованиях Г. Р. Дорожко [5] интенсивное механическое воздействие на почву в виде вспашки, дискования, культиваций, боронований и др. приводило к усиленной аэрации почвы, нарушению её структуры, снижению водопоглощения и водоудерживающей способности, росту минерализации органического вещества.

При прямом посеве накопление влаги в течение всего вегетационного периода идет более интенсивно, она проникает на большую глубину, чем на обработанной почве, и в фазе кущения озимой пшеницы содержание продуктивной влаги в почве при прямом

посеве значительно больше, чем при вспашке [6, 7, 8].

Прямой посев целесообразно использовать при необходимости исключить отрицательное влияние вспашки, или возможности ее замены ресурсо-, энергосберегающими и экономически выгодными приемами обработки почвы [9, 10, 11]. В то же время при переходе на «нулевые» технологии увеличивается засоренность посевов, возрастают затраты на химические средства защиты, удобрения и сельскохозяйственную технику [12].

Цель исследований – сравнительная оценка традиционной технологии и прямого посева при возделывании полевых культур на светло-каштановых почвах.

Работу проводили в засушливой агроклиматической зоне на светло-каштановых карбонатных среднесуглинистых на лессовых суглинках почвах Центрального Предкавказья в 2018–2019 гг. Почва опытного участка – светло-каштановая карбонатная среднесуглинистая на лессовых суглинках, характеризующаяся в пахотном слое нейтральной реакцией среды (pH – 7,0), содержанием гумуса – 1,5 %, подвижных P_2O_5 и K_2O (по Мачигину) – 17 и 390 мг/кг.

По традиционной технологии возделывали озимую пшеницу по чистому пару. Основную обработку почвы проводили посевным комплексом SALFORD. При прямом посеве выращивали озимую пшеницу после гороха и подсолнечника, атакже горох и подсолнечник после озимой пшеницы. Посев озимой пшеницы проводили сеялкой John Deere 1890 на глубину 5 см при норме высева 4,5 млн всхожих откалиброванных протравленных семян на 1 га, подсолнечника - сеялкой John Deere 1745 на глубину 6 см при норме высева 60 тыс. всхожих семян на 1 га, гороха - сеялкой John Deere 1890 на глубину 5 см при норме высева 1,0 млн всхожих откалиброванных крупных протравленных семян на 1 га.

Хозяйство расположено в зоне с резко выраженным континентальным климатом. Минимальная температура опускается до -35...-37 °С. Среднемесячная температура июля удерживается на уровне +24...+25 °С, максимальная – достигает +43...+45 °С. Сумма осадков, выпадающих за год, находится в пределах 380...450 мм. Территория подвержена сильным дождям и ливням, а также очень сильным снегопадам (не менее 30 мм за 12 ч). Испаряемость повсеместно значительно превышает сумму осадков.

Объектами исследований были озимая пшеница сорта Таня, горох сорта Астронавт, гибрид подсолнечника FC Белла.

Агрегатный состав почвы определяли методом сухого просеивания, водопрочность структуры – методом

1. Запасы продуктивной влаги в почве в посевах озимой пшеницы (кущение) гороха и подсолнечника (всходы) (2018-2019 гг.), мм

V		Слой по	очвы, м						
Культура (предшественник)	0,00,1	0,10,2	0,20,3	0,01,0					
Традиционная технология									
Озимая пшеница (пар)	12,5	8,1	5,7	100,2					
Пря	мой посев								
Озимая пшеница (подсолнечник)	13,5	9,2	9,1	141,2					
Озимая пшеница (горох)	11,3	9,3	8,2	123,3					
Горох (озимая пшеница)	10,3	8,5	6,3	131,2					
Подсолнечник (озимая пшеница)	10,1	8,9	6,8	138,2					
HCP ₀₅	1,1	0,3	1,1	6,2					

П. И. Андрианова, влажность почвы, максимальную гигроскопичность и доступный запас влаги в метровом слое почвы – весовым методом [13].

В фазе кущения наибольший в опыте запас продуктивной влаги отмечен на фоне прямого посева озимой пшеницы после подсолнечника: в слое 0,0...0,3 M - 31,8 MM, B CJOE 0,0...1,0 M -141,2 мм (табл. 1). При прямом посеве пшеницы после гороха величина этого показателя соответственно слоям почвы была на 3,0 и 17,9 мм меньше. Преимущество подсолнечника связано с более высокой эффективностью усвоения осенне-зимних осадков почвой после этого предшественника, в сравнении с горохом.

Под озимой пшеницей в варианте с прямым посевом после подсолнечника в слое 0,0...0,3 м содержание продуктивной влаги составляло 31,8 мм, после гороха - 28,8 мм, что было соответственно на 5.5 мм и 2.5 мм больше, чем при традиционной технологии после чистого пара.

В метровом слое почвы прямой посев также обеспечивает больший запас продуктивной влаги, чем традиционная технология. В посевах озимой пшеницы по подсолнечнику и гороху он был соответственно на 41,0 и 23,1 мм выше, чем после чистого пара по традиционной технологии (100,2 мм). Таким образом, несмотря на то, что чистый пар сохраняет влагу, при прямом посеве ее запасы в почве выше. Она лучше сохраняется и после посева в процессе вегетации, так как поле покрыто растительными остатками, что улучшает температурный режим, и влага меньше испаряется в весенне-летний период.

В посевах гороха и подсолнечника запасы продуктивной влаги были удовлетворительными для появления всходов и в слое 0,0...0,3 м составляли 25,1...25,8 мм, в метровом слое -131,2...138,2 мм.

К фазе колошения – цветения озимой пшеницы запасы продуктивной влаги уменьшались и при прямом посеве после гороха и подсолнечника в слое почвы 0.0...0.1 м они составляли соответственно 7,2 и 8,4 мм, в слое 0,1...0,2 M - 6,1 и 7,2 мм, в слое 0,2...0,3 м – 7,6 и 11,1 мм, в метровом слое – 103,7 и 111,2 мм. При традиционной технологии возделывании озимой пшеницы

после чистого пара снижение запасов продуктивной влаги было более значительным - соответственно до 5,4, 6,1, 6,9 и 90,4 мм (табл. 2).

2. Запасы продуктивной влаги в почве в посевах озимой пшеницы (колошениецветение), гороха и подсолнечника (2-3 настоящих листа) (2018-2019 гг.), мм

Vigi Type (The Tilles The Illian)		Слой по	чвы, м				
Культура (предшественник)	0,00,1	0,10,2	0,20,3	0,01,0			
Традицио	Традиционная технология						
Озимая пшеница (пар)	5,4	6,1	6,9	90,4			
Пря	мой посев						
Озимая пшеница (подсолнечник)	8,4	7,2	11,1	111,2			
Озимая пшеница (горох)	7,2	6,1	7,6	103,7			
Горох (озимая пшеница)	6,3	5,5	7,3	91,2			
Подсолнечник (озимая пшеница)	9,4	6,3	5,2	101,2			
HCP ₀₅	1,1	0,5	1,7	5,6			

К фазе 2...3-х настоящих листьев гороха запасы продуктивной влаги в почве под этой культурой были значительно ниже, чем под подсолнечником, и в слое 0,0...0,30 м составляли 19,1 и 20,9 мм, а в слое 0,0...1,0 м -91,2 и 101,2 мм соответственно.

К фазе полной спелости озимой пшеницы отмечено еще большее снижение запасов продуктивной влаги. При возделывании культуры по традиционной технологии по чистому пару величина этого показателя в слое 0,0...0,3 м составляла 2,6 мм, в метровом слое – 33,5 мм (табл. 3). Несколько выше она была в вариантах с прямым посевом после подсолнечника и гороха - соответственно слоям и предшественникам на 7,9 и 9,0 мм, 8,0 и 10,8 мм. Примерно столько же влаги содержалось в почве в период цветения гороха и подсолнечника, возделываемых по технологии прямого посева после озимой пшеницы.

Хорошо оструктуренная почва лучше противостоит разрушительной силе эрозии, уменьшая поверхностный сток дождевых и талых вод, повышая ветроустойчивость. Известно, что почва может быть оструктурена под воздействием различных факторов, к которым от-

56,8...64,5 % (табл. 4), а при традиционной технологии оно было в 1.2... 1,4 раза меньше (46,8 %). Одновременно в варианте с обработкой почвы доля пылевидной фракции составляла 10,3 %, что в 1,5...2,5 раза больше, чем при прямом посеве. То есть почва распыляется, что в дальнейшем негативно сказывается на ее агрофизических показателях, в особенности на

носятся увлажнение и высушивание.

замерзание и таяние, сжатие, проникновение животных и корней через почву, а также проведение обработки

Структурообразующий потенциал озимых колосовых культур выше, чем у яровых. Они отличаются более продолжительным вегетационным периодом и более развитой корневой системой, поэтому лучше защищают почвы от

В наших исследованиях, перед посевом озимой пшеницы по нулевой

технологии количество агрономически

ценных агрегатов в почве составляло

при оптимальной влажности.

эрозионных процессов.

Доля глыбистой фракции по традиционной технологии составляла 42.9 % против 31,4...37,2 % в вариантах без обработки. Из-за большого содержания пылевидной и глыбистой фракций коэффициент структурности почвы при традиционной технологии равен 0.9, что достоверно ниже (на 0.4...0.9), чем при отказе от обработки почвы.

водно-физических свойствах.

К фазе колошение озимой пшеницы и 2...3 настоящих листьев гороха и подсолнечника количество агрономически ценных агрегатов в почве увеличивалось, причем на фоне прямого посева более значительно в сравнении с традиционной технологией, и достигало соответственно 62,2...68,2 и 49,9% (табл. 5). Содержание глыбистой фракции при этом на фоне прямого

3. Запасы продуктивной влаги в почве в посевах озимой пшеницы (полная спелость), гороха и подсолнечника (цветение) (2018-2019 гг.), мм

VVIII TVDQ (FIDQ FILLQ OT DQ LILLAY)		Слой по	чвы, м				
Культура (предшественник)	0,00,1	0,10,2	0,20,3	0,01,0			
Традиционная технология							
Озимая пшеница (пар)	1,6	0,1	0,9	33,5			
Пр	ямой посев						
Озимая пшеница (подсолнечник)	5,2	2,2	3,1	42,5			
Озимая пшеница (горох)	4,8	3,3	2,5	44,3			
Горох (озимая пшеница)	4,4	2,1	2,9	42,1			
Подсолнечник (озимая пшеница)	5,3	2,3	4,1	43,1			
HCP ₀₅	0,3	0,4	0,5	0,7			

4. Влияние технологии возделывания на структурно-агрегатный состав почвы перед посевом культур (2018-2019 гг.), %

Культура (предшественник)	Разм	ер агрегато	B, MM	Коэффициент				
культура (предшественник)	> 10	100,25	< 0,25	структурности				
Традиционная технология								
Озимая пшеница (пар чистый)	42,9	46,8	10,3	0,9				
П	рямой по	сев						
Озимая пшеница (горох на зерно)	31,4	64,5	4,1	1,8				
Озимая пшеница (подсолнечник)	35,1	58,1	6,8	1,4				
Подсолнечник (озимая пшеница)	36,1	56,8	7,1	1,3				
Горох (озимая пшеница)	37,2	58,6	4,2	1,4				
HCP ₀₅	1,8	2,5	1,4	0,2				

посева уменьшалось до 28,6...31,2 %, в варианте с традиционной технологией – до 42,8 %. Доля пылевидной сельскохозяйственных культур вследствие оставления на поверхности почвы растительных остатков и формирования

5. Влияние технологии возделывания на структурно-агрегатный почвы в посевах озимой пшеницы (колошение-цветение), гороха и подсолнечника (2...3 настоящих листа) (2018-2019 гг.), %

Культура (предшественник)	Разме > 10	р агрегатов	3, MM < 0.25	Коэффициент
			< 0,2J	структурности
Традиц	ионная тех	нология		
Озимая пшеница (пар чистый)	42,8	49,9	7,3	1,0
П	рямой пос	ев		
Озимая пшеница (горох на зерно)	28,6	68,2	3,2	2,1
Озимая пшеница (подсолнечник)	32,6	62,2	5,2	1,6
Подсолнечник (озимая пшеница)	31,2	63,7	5,1	1,7
Горох (озимая пшеница)	31,2	65,4	3,4	1,9
HCP ₀₅	1,2	1,9	0,9	0,2

традиционной технологии оставалась

фракции также снижалась, но при мульчирующего слоя, трансформации их в органическое вещество почвы.

6. Влияние технологии возделывания на структурно-агрегатный состав почвы в посевах озимой пшеницы (полная спелость), гороха и подсолнечника (цветение) (2018-2019 гг.), %

Культура (предшественник)	Разме > 10	р агрегатов	, мм < 0.25	Коэффициент структурности		
Традиционная технология						
Озимая пшеница (пар чистый)	36,7	59,1	4,2	1,4		
П	рямой пос	ев				
Озимая пшеница (горох на зерно)	26,5	71,3	2,2	2,5		
Озимая пшеница (подсолнечник)	24,5	72,4	3,1	2,6		
Подсолнечник (озимая пшеница)	28,5	68,1	3,4	2,1		
Горох (озимая пшеница)	26,7	70,4	2,9	2,4		
HCP ₀₅	1,1	1,3	0,4	0,2		

выше, чем по нулевой, - соответственно 7,3 и 3,2...5,2 %. Коэффициент структурности почвы при возделывании озимой пшеницы по традиционной технологии был равен 1,0, а при прямом посеве увеличивался на 0,6...1,1.

К фазе полной спелости отмечено дальнейшее улучшение структурности почвы, по отношению к предыдущим срокам определения, независимо от технологии возделывания и культуры (табл. 6). Однако и здесь количество агрономически ценных агрегатов в почве в посевах, возделываемых по нулевой технологии, было выше, а глыбистых и пылевидных агрегатов ниже, чем при традиционной. Коэффициент структурности почвы также увеличивался: при прямом посеве - до 2,1...2,6, при традиционной технологии – до 1,4.

Таким образом, подготовка чистого пара в засушливой зоне под озимую пшеницу, возделываемую по традиционной технологии, приводит к увеличению содержания пылевидной фракции почвы, что делает ее более подверженной эрозии и дефляции. Прямой посев работы мезо- и микрофауны, а также лучшего водного режима, способствует оструктуриванию почвы, формированию большего количества агрономически ценной фракции, в сравнении с традиционной технологией.

Почвенные агрегаты приобретают водопрочность в результате скрепления механических частиц органическими и минеральными коллоидными веществами, но, чтобы агрегаты не расплывались под действием воды, коллоиды должны коагулировать необратимо.

На протяжении всего вегетационного периода водопрочность почвы в нашем эксперименте во всех вариантах и во все сроки определения была отличной. Прежде всего, это обусловлено преобладанием кальция, который служит структурообразователем, в составе поглощенных катионов. От посева к уборке она несколько уменьшалась, что связано с темпами разложения растительных остатков. Так, перед посевом культур по нулевой технологии доля водопрочных агрегатов составляла 70,5...75,9 % (см. рисунок), при традиционной – 66.9 %.

В течение вегетации озимой пшеницы водопрочность почвенных агрегатов заметно снижается по всем предшественникам и технологиям, тем не менее, к уборке на фоне прямого посева после гороха она остается самой высокой в опыте и составляет 72,9 %, после подсолнечника - 66,7 %, а при традиционной технологии – 62,9 %.

Один из показателей структурного состояния почвы - плотность. Под озимой пшеницей в слое 0.0...0.1 м на фоне прямого посева она находилась в пределах 0,97...1,01 г/см3, при традиционной технологии – 1,08 г/см³ (табл. 7). К фазе колошения - цветения озимой пшеницы, цветения гороха и 2...3-х настоящих листьев подсолнечника отмечено увеличение плотности почвы в верхнем (0,0...0,1 м) слое на фоне прямого посева до 1,11...1,16 г/см³, при традиционной технологии - до 1,12 г/см³,

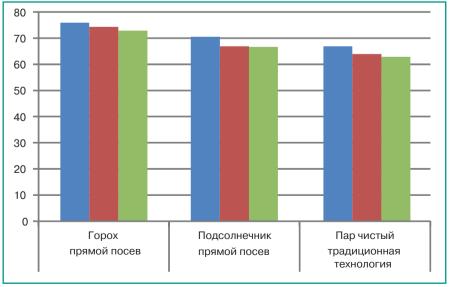


Рисунок. Водопрочность почвенных агрегатов в посевах озимой пшеницы в зависимости от предшественника, технологии возделывания и срока определения (2018—2019 гг.), %: – перед севом; ■ – весеннее кущение и стеблевание; ■ – полная спелость.

7. Влияние технологий возделывания сельскохозяйственных культур на плотность почвы (2018–2019 гг.), г/см³

	1	П3					
			Плотность, г/см ³				
Культура	Слой почвы,	по	озимая пшеница и го-	перед			
(предшественник)	М	до	рох –цветение, подсолнеч-	убор-			
, , , , ,	посева ник – 2-3-		ник – 2-3-х настоящих листа	кой			
	Традици	онная тех	(НОЛОГИЯ				
Озимая пшеница	00,1	1,08	1,12	1,22			
(пар чистый)	0,10,2	1,11	1,21	1,30			
(nap morem)	0,20,3	1,25	1,29	1,32			
		л,20 ОЯМОЙ ПОС		1,02			
0				4.00			
Озимая пшеница	00,1	1,01	1,11	1,23			
(горох на зерно)	0,10,2	1,15	1,22	1,24			
	0,20,3	1,27	1,28	1,30			
Озимая пшеница	00,1	0,97	1,14	1,21			
(подсолнечник)	0,10,2	1,11	1,21	1,25			
, , , ,	0,20,3	1,27	1,30	1,31			
Горох на зерно	00,1	1,12	1,14	1,16			
(озимая пшеница)	0,10,2	1,18	1,19	1,21			
, ,	0,20,3	1,24	1,25	1,29			
Подсолнечник	00,1	1,08	1,16	1,23			
(озимая пшеница)	0,10,2	1,16	1,20	1,29			
, ,	0,20,3	1,23	1,26	1,31			
HCP ₀₅		0,07	0,05	0,04			

в слое 0,1...0,2 м – до 1,19...1,22 и 1,21 г/см 3 , 0,2...0,3 м – до 1,25...1,28 и 1,29 г/см 3 соответственно. К уборке во всех вариантах оно возросла еще больше: в слое 0,0...0,1 м на фоне прямого посева до 1,16...1,23 г/см 3 , при традиционной технологии – до 1,21 г/см 3 , в слое 0,1...0,2 м – до 1,21...1,29 и 1,30 г/см 3 , в слое 0,2...0,3 м – до 1,29...1,31 и 1,32 г/см 3 соответственно.

Анализируя полученные данные можно предположить, что интенсивное механическое воздействие на почву при возделывании полевых культур по традиционной технологии вызывает повышенное образование пылевидной фракции, которая и обусловливает увеличение плотности почвы.

Урожайность – основной показатель эффективности того или иного агроприёма, величина которого зависит от многих факторов, в том числе от предшественников и способов основной обработки почвы.

В 2018 г. на фоне прямого посева сбор зерна озимой пшеницы, возделываемой по гороху, составил 4,93 т/га, что было на 0,81 т/га больше, чем на фоне традиционной технологии при НСР₀₅ 0,52 т/га (табл. 8). Засуха в 2019 г. повлекла за собой снижение урожайности озимой пшеницы. По прямому посеву она составила 3,86 т/га, а по традиционной технологии – 3,24 т/га при НСР₀₅ 0,34 т/га. На озимой пшенице, возделываемой по подсолнечнику, отмечена аналогичная зависимость. При этом разница между урожайностью по

прямому посеву и традиционной технологии была существенной в обоих случаях.

Анализ результатов проведенных исследований свидетельствует, что прямой посев обеспечивает более высокое накопление продуктивной влаги в почве. При использовании этой технологии ее запас в метровом слое почвы под озимой пшеницей, возделываемой после гороха, в период кущения был выше, чем на фоне традиционной технологии после чистого пара (100,2 мм), на 40,0 мм, после подсолнечника – на 23,1 мм.

При традиционной технологии возделывания озимой пшеницы по чистому пару содержание пылевидной фракции в почве засушливой зоны Ставропольского края перед уборкой составляет 4,2 %, что почти в 2 раза выше, чем на фоне прямого посева, и способствует усилению эрозии и дефляции. При прямом посеве формируются больше агрономически ценных агрегатов, что положительно сказывается на водном, воздушном и питательном режимах. Наибольшая в опыте величина этого показателя отмечена в фазе полной спелости озимой пшеницы, когда доля агрономически ценных агрегатов на фоне прямого посева была на 9,0...13,3 % выше, чем по традиционной технологии (59,1 %).

Таким образом, прямой посев способствует улучшению качества почвы, предотвращению эрозии, сохранению влаги, что в итоге ведет к увеличению урожайности. Возделывание озимой 1. Власенко А. Н., Власенко Н. Г., Коротких Н. А. Разработка технологии No-till на черноземе выщелоченном лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2011. № 5. С. 20–22.

пшеницы по технологии без обработки

почвы после гороха на зерно и подсолнечника обеспечивает на 0,71 т/га (19,3 %) и 0,40 т/га (10,9 %) соответственно более высокую урожайность, чем по традиционной технологии после

чистого пара.

Литература.

- 2. Effect of organic farming on a Stagnic Luvisol soil physical quality / Głąb T., Pużyńska K., Pużyński S., et al. // Geoderma. 2016. № 282. P. 16–25. // Geoderma. 2016. № 282. P. 16–25.
- 3. Черкашин Г. В., Малыхина А. Н., Макаров К. А. Фитосанитарное состояние полевых культур при переходе на технологию No-till // Бюллетень СНИИСХ. 2014. № 6. С. 188-190.
- 4. Фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы при технологии No-till / H. Г. Власенко, Н. А. Коротких, О. В. Кулагин и др. // Защита и карантин растений. 2014. № 1. С.18–22.
- 5. Дорожко Г. Р., Власова О. И., Тивиков А. И. Адаптивные энерго- и почвосберегающие технологии возделывания полевых культур // Экология и устойчивое развитие сельской местности: матер. международ. научн.-практ. конф. Ставрополь: Параграф, 2012. С. 91–95.
- 6. Дорожко Г. Р., Власова О. И. Влияние прямого посева на основные агрофизические факторы плодородия почвы и урожайность полевых культур в условиях засушливой зоны // Бюллетень Ставропольского научноисследовательского института сельского хозяйства. 2015. № 7. С. 47.
- 7. Effects of subsoiling during the fallow period and timely sowing on water storage and wheat yield of dryland / M. Lei, M. Sun, Z. Gao, et al. // Scientia Agricultura Sinica. 2017. 50 (15). P. 2904–2915.
- 8. Дридигер В. К., Дрепа Е. Б., Матвеев А. Г. Влияние технологии No-till на содержание продуктивной влаги и плотность чернозема выщелоченного Центрального Предкавказья // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-2. С. 283.
- 9 Влияние приемов основной обработки почвы в севообороте на динамику влажности и агрофизические свойства чернозема выщелоченного / В.Н. Романов, В.К. Ивченко, И.О. Ильченко и др. // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 5. С. 32–34.
- 10. Рахимов З.С., Мударисов С.Г., Рахимов И.Р. Возникновение механической эрозии почвы на склоновых полях и пути её снижения // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13. № 3 (50). С. 96–102.
- 11. Турусов В.И., Гармашов В.М. Влияние способов обработки на плодородие чернозема обыкновенного и урожайность ячменя в условиях юго-востока ЦЧР // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 12. С. 20–25.
- 12. Есаулко А. Н., Сычев В. Г., Сигида М. С. Внедрение технологии no-till в Ставропольском крае: проблемы и перспективы // Эволюция и деградация почвенного покрова:

8. Урожайность озимой пшеницы при возделывании по различным технологиям (2018 – 2019 гг.), т/га

Культура (предшественник)	2018 г.	2019 г.	среднее							
Традиционная технология										
Озимая пшеница (пар чистый)	4,12	3,24	3,68							
Прямой посев										
Озимая пшеница (горох на зерно)	4,93	3,86	4,39							
Озимая пшеница (подсолнечник)	4,75	3,62	4,08							
HCP ₀₅ , т/га	0,52	0,34								
HCP ₀₅ , т/га Sx, %	1,98	1,74								

сб. науч. тр. по материалам V Международной научной конференции. Ставрополь, 2017. С. 98–100.

13. Доспехов Б. А., Васильев И. П., Туликов А. М. Практикум по земледелию. М.: Колос, 1987. 383 с.

Efficiency of direct seeding technology in the cultivation of field crops in the arid zone of the Central Ciscaucasia

I. A. Volters, O. I. Vlasova, V. M. Peredereeva, E. B. Drepa

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

Abstract. The studies were carried out to determine the agrotechnical efficiency of the process of crops cultivation under direct sowing in light chestnut soils. The work was carried out in 2018–2019 in the arid zone of the Central Ciscaucasia. The soil of the study area was light chestnut calcareous medium loamy on loess loam; the content of humus was 1.5%, of P2O5 -17 mg/kg, of K2O - 390 mg/kg; pH value was 7.0 units. Sampling, observations, calculations and analyzes on fixed fields were carried out according to generally accepted methods in the main phases of crops development. Reserves of productive moisture in the soil by the tillering phase of winter wheat increase and reach their maximum values, to full ripeness they decrease in the arable layer in the case of zero technology to 12.1 mm, of traditional one - up to 10.2 mm. In the one-meter layer, productive moisture reserves amount 96.1 mm and 84.9 mm, respectively. With direct sowing, agronomically valuable aggregates are formed in the optimal quantities. With the traditional technology of winter wheat cultivation after bare fallow, the formation of a large amount of dust fraction is observed, which makes this soil capable of undergoing erosion and deflation. Before sowing, high water resistance is noted for direct sowing of winter wheat after pea and sunflower: 75.9% and 70.5%, respectively, versus 66.9% in the variant with traditional technology. To full ripeness, the water-resistance of the soil in all cases reduces while maintaining the advantage of direct sowing over traditional technology. Soil density was optimal when using both technologies. The yield of winter wheat, directly sown after pea for grain and sunflower, was 4.36 t/ha and 4.08 t/ha. respectively, while for traditional technology and cultivation after bare fallow it was 3.68 t/ha.

Keywords: direct sowing; traditional technology; supply of productive moisture; structural and aggregate composition; water stability; soil density; yield.

Author Details: I. A. Volters, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: volters06@rambler. ru); O. I. Vlasova, D. Sc. (Agr.), assoc. prof.; V. M. Peredereeva, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.; E. B. Drepa, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.

For citation: Volters IA, Vlasova OI, Peredereeva VM, et al. [Efficiency of direct seeding technology in the cultivation of field crops in the arid zone of the Central Ciscaucasia]. Zemledelie. 2020; (3):14-8. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10303.

doi: 10.24411/0044-3913-2020-10304 УДК:631.51(470.630)

Влияние технологии возделывания на агрофизические свойства черноземов выщелоченных и урожайность подсолнечника

Е. Б. ДРЁПА, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: drepa-elena@mail.ru)
О. И. ВЛАСОВА, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
А. С. ГОЛУБЬ, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент И. А. ДОНЕЦ, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Ставропольский государственный аграрный университет, пер.
Зоотехнический, 12, Ставрополь, 355017, Российская Федерация

Исследования проводили в 2016-2017 гг. с целью изучения влияния технологии No-till при возделывании подсолнечника на его урожайность и агрофизические свойства чернозёма выщелоченного в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Для этого в многолетнем стационарном опыте культуру высевали по традиционной технологии (с двукратным лущением стерни после уборки предшественника, вспашкой, промежуточными и предпосевной культивациями) и по технологии No-till. Основная обработка почвы по традиционной технологии способствует снижению содержания продуктивной влаги в пахотном слое, а плотность почвы в этом горизонта остается близкой к оптимальной. При возделывании подсолнечника по технологии No-till остающиеся на поверхности поля растительные остатки предшествующей культуры (озимой пшеницы) способствуют большему накоплению почвенной влаги в метровом (на 18,2%) и пахотном (на 21,8%) слоях почвы, чем по традиционной технологии. Но повышенная плотность сложения чернозёмов выщелоченных (1,34...1,40 г/ см³) отрицательно сказывается на его росте, развитии и урожайности. При возделывании культуры по технологии No-till масса 1000 семян была меньше, чем в варианте с традиционной технологией, на 10,6 %, масса семян в корзинке - на 11,2%. Как следствие, урожайность по технологии No-till составила 1,15 т/га, что было достоверно ниже, чем по традиционной, на 0,19 т/га. Несмотря на снижение производственных затрат на возделывание подсолнечника по технологии No-till, более высокую рентабельность обеспечивала традиционная технология.

Ключевые слова: технология no-till, подсолнечник (Helianthus), плотность почвы, влажность почвы, урожайность.

Для цитирования: Влияние технологии возделывания на агрофизические свойства черноземов выщелоченных и урожайность подсолнечника / Е. Б. Дрёпа, О. И. Власова, А.

С.Голубьи др.//Земледелие. 2020. № 3. С. 18–20. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10304.

Одна из важнейших задач современного сельскохозяйственного производства освоение ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих повышение экономической эффективности растениеводства [1]. В последние годы всё больший интерес вызывают технологии возделывания сельскохозяйственных культур без обработки почвы, которые в мире принято называть «прямым посевом» (No-till), а у нас в стране - «нулевыми технологиями» [2]. В отличие от традиционных, они отвечают требованиям природоохранного земледелия (исключается переуплотнение, ослабляются процессы разрушения почв, снижаются темпы минерализации органического вещества) [3].

Строение пахотного слоя зависит от размеров агрегатов, соотношения капиллярной и некапиллярной скважности. Рост некапиллярной скважности сопровождается увеличением воздухопроницаемости, что благоприятно влияет на скорость разложения органического вещества и накопление в почве нитратов [4].

Нулевая технология предусматривает посев в необработанную почву с отказом от всех видов механического воздействия на нее. Растительные остатки (стерня и измельченная солома), которые сохраняются на поверхности поля, способствуют задержанию снега, уменьшению интенсивности эрозионных процессов, улучшению структуры почвы, защите озимых культур от низких температур, накоплению питательных веществ. При этом значительно увеличивается популяция дождевых червей и почвенных микроорганизмов, существенно снижаются производственные затраты, в том числе на топливо, сохраняется окружающая среда [5].

В этой связи большой научный интерес представляет технология возделывания подсолнечника, на долю которого в нашей стране приходится 75 % площади посевов всех масличных культур, без обработки почвы (по технологии No-Till).

Цель работы – изучение влияния традиционной и No-till технологий возделывания на продуктивность подсолнечника на выщелоченных черноземах в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края.

Для достижения поставленной цели определяли влияние указанных технологий на основные агрофизические свойства почвы, а также на процессы формирования урожая маслосемян культуры.

Исследования проводили в 2016—2017 гг. в стационарном полевом опыте кафедры общего земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства им. профессора Ф. И. Бобрышева на опытной станции Ставропольского ГАУ, расположенной в зоне умеренного увлажнения Ставропольского края.

Содержание гумуса в пахотном слое почвы экспериментального участка варьировало от 5,8 до 6,2 %, нитратного азота перед посевом – 9,8...10,2 мг, подвижного фосфора и калия (по Мачигину в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26205–91) – 24,3...26 мг/кг почвы и 264...278 мг/кг почвы, что соответствует низкой обеспеченности азотом и средней фосфором и калием.

Агрофизические показатели почвы определяли общепринятыми методами [6, 7].

Схема опыта включала два варианта технологии возделывания подсолнечника:

традиционная, предусматривающая обработку почвы с оборотом пласта на глубину 20...22 см;

технология «No-till» (прямой посев) без обработки почвы.

Объекты исследований – подсолнечник, выращиваемый после озимой пшеницы и чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый. Повторность – трехкратная, размещение вариантов – организованные повторения в два яруса, общая площадь делянки 750 м² (15 м × 50 м), учетная – 112,5 м².

Сложившиеся агрометеорологические условия в годы проведения исследований отличались от среднемноголетних значений. Сумма выпавших осадков в период вегетации в 2016 г. составила 312 мм, что было на 25 мм ниже нормы, а в 2017 г. – 347 мм, что на 10 мм превышало норму. Неравномерность распределения осадков в течение вегетации и особенно отсутствие их в критический период водопотребления подсолнечника отразились на продуктивности культуры. Температурный режим в годы исследований был выше среднемноголетнего на 0,6...3,3 °С.

При технологии No-till отсутствует контакт обрабатывающих органов и почвы, что приводит к снижению испарения влаги с поверхности. В этом случае большую роль в ее сохранении и накоплении играют стерня и мульча, сохранение которых снижает скорость движения ветра, уменьшает вы-

сыхание почвы, что особенно важно в условиях неустойчивого увлажнения. Кроме того, растительные остатки способствуют хорошему просачиванию воды дождевых осадков.

В опыте изучали характер использования продуктивной влаги подсолнечником из корнеобитаемого слоя почвы в течение вегетационного периода 2016 и 2017 гг. в зависимости от технологии возделывания (табл.1).

на 9,6 % больше, но из-за неравномерности распределения они не оказали существенного влияния на урожайность культуры. После малоснежной зимы накопление продуктивной влаги перед посевом подсолнечника по технологии No-till в слое почвы 0...50 см было больше, чем по традиционной технологии, на 16,2 %, в слое 50...100 см – на 14,1 %. Растительные остатки озимой пшеницы способствовали как накоплению влаги

1. Влияние технологии возделывания на накопление продуктивной влаги в метровом слое почвы (2016–2017 гг.), мм*

Технология	Глубина, см	Срок определения (фактор С)								
(фактор А)		пе	ред посе	ВОМ	пе	ред убор	кой			
	(фактор В)	2016 г.	2017 г.	среднее	2016 г.	2017 г.	среднее			
Традиционная	050	71	86	79	56	64	60			
	50100	89	106	98	64	77	70			
	0100	160	192	176	120	141	81			
Прямой посев	050	90	100	95	61	73	67			
	50100	104	121	113	82	99	91			
	0100	194	221	208	143	172	158			
HCP ₀₅ : фактор A -	· 1,6; фактор Б	3 − 2,1; ф	рактор С	– 1,9; взаи	модейст	вие АВС	- 3,6			

*критерии достоверности приведены для метрового слоя почвы, в среднем за два года исследований.

В 2016 г. при традиционной технологии возделывания запасы продуктивной влаги в слое почвы 0...50 см перед посевом составляли 71 мм, перед уборкой – 56 мм. Аккумуляция влаги в осенне-зимний период, осадки, выпавшие перед посевом подсолнечника, а также мульчирующий слой растительных остатков озимой пшеницы позволили накопить в почве в варианте с No-till на 26.8 % больше влаги, чем по традиционной технологии. Снижение влажности почвы перед уборкой вполне объяснимый факт, поскольку, несмотря на выпадение большого количества осадков в течение вегетации, влага интенсивно расходуется на формирование урожая. При этом следует отметить, что и в этот период ее запасы в варианте с применением No-till были на 8,9 % больше. Аналогичная закономерность отмечена и для слоя 50...100 см, в котором при традиционной технологии количество продуктивной влаги перед посевом было ниже, чем при прямом посеве, на 16,8%, а перед уборкой – на 28,1 %.

В 2017 г. влагообеспеченность была несколько лучше, по сравнению с предыдущим годом. За период вегетации подсолнечника осадков выпало

зимой, так и её сохранению в почве в течение всего периода вегетации, когда содержание продуктивной влаги в этом варианте было достоверно больше, чем по традиционной технологии. Критический период водопотребления для подсолнечника – фаза цветения, но в зоне неустойчивого увлажнения в это время обычно проявляется атмосферная и почвенная засуха, а растения дополнительно используют для формирования урожая влагу, сохранившуюся в почве. С этим связано снижение содержания влаги к периоду уборки по обеим технологиям более чем на 25 %.

Оптимальная плотность черноземов находится в пределах от 1,10 до 1,25 г/см 3 . В наших исследованиях при традиционной технологии возделывания подсолнечника в слое 0...30 см в среднем за 2 года перед посевом она составляла 1,23 г/см 3 , после уборки – 1,32 г/см 3 , при использовании прямого посева – соответственно 1,33 и 1,39 г/см 3 (табл. 2).

В ходе исследований отмечены изменения плотности почвенных горизонтов в течение вегетации подсолнечника. В период посева изучаемой культуры четко проявлялась ее зависимость от системы обработки почвы.

2. Влияние технологии возделывания на плотность почвы (2016-2017 гг.), г/см 3*

Технология	Глубина, см	Срок определения (фактор С)								
		пер	оед посеі	вом	пеј	ред убор	кой			
(фактор А)	(фактор В)	2016 г.	2017 г.	среднее	2016 г.	2017 г.	среднее			
Традиционная	010	1,11	1,15	1,13	1,24	1,26	1,25			
	1020	1,19	1,26	1,23	1,33	1,38	1,36			
	2030	1,31	1,35	1,33	1,37	1,36	1,37			
	среднее	1,20	1,25	1,23	1,31	1,33	1,32			
Прямой посев	010	1,22	1,29	1,26	1,30	1,39	1,35			
	1020	1,30	1,37	1,34	1,39	1,42	1,41			
	2030	1,39	1,46	1,43	1,43	1,46	1,45			
	среднее	1,30	1,37	1,34	1,37	1,42	1,40			
HCP ₀₅ : фактор A –	0,07; фактор	B - 0.09;	фактор	С – 0,06; в	заимоде	йствия А	BC - 0,12			

*критерии достоверности приведены для слоя почвы 0...30 см, в среднем за два года исследований.

3. Структура урожая подсолнечника в зависимости от технологии возделывания (2016–2017 гг.)

Показатель	Традиционная технология	Прямой посев
Густота стояния, тыс. шт./га	46,0	40,0
Диаметр корзинки, см	18,3	16,7
Масса 1000 семян, г	56,0	50,1
Масса семян в корзинке, г	24,2	21,5

При традиционной технологии плотность почвы в посевном слое 0...10 см находилась в зависимости от года в пределах 1,11...1,15 г/см³. В среднем за два года она составляла 1,13 г/см³. В варианте с прямым посевом средняя величина этого показателя находилась на уровне 1,26 г/см³ с колебаниями по годам от 1,22 до 1,29 г/см³, что было существенно выше, по сравнению с традиционной технологией, и оказало негативное влияние на своевременность появления всходов. Это косвенно свидетельствует о низкой степени воздухообмена, а также о том, что при такой плотности почвы посевного слоя возникает механическая преграда для проростков подсолнечника. Вместе с тем при более высокой плотности в почве лучше сохраняется влага.

К уборки плотность почвы значительно увеличивалась в обоих вариантах. Так, в среднем за два года исследований в слое 0...10 см при традиционной технологии плотность почвы составила 1,25 г/см³, а в варианте с прямым посевом – 1,35 г/см³.

Аналогичная тенденция отмечена и в слоях 10...20 и 20...30 см. Плотность слоя 10...20 см при нулевой технологии перед посевом оставалась более высокой в оба года (1,30...1,37, в среднем – 1,34г/см³). После уборки она значительно увеличивалась и в среднем за два года составляла 1,41 г/см³.

Перед посевом плотность всех исследуемых слоев в варианте с No-till была значительно выше, чем по традиционной технологии. В силу физических свойств чернозема выщелоченного, предрасположенного к самоуплотнению, в процессе вегетации подсолнечника на фоне прямого посева отмечено снижение оструктуренности почвы и, как следствие, ухудшение развития корневой системы, а также уменьшение урожайности маслосемян подсолнечника.

Густота стояния растений к уборке по традиционной технологии составила 46,0 тыс. шт./га (табл. 3), что было на 6,0 тыс. шт. больше, чем при прямом посеве. Кроме того, в условиях зоны неустойчивого увлажнения масса тысячи семян в варианте с No-till снизилась, в сравнении с традиционной технологией, на 13 %.

Самая высокая урожайность в опыте отмечена в 2016 г., когда в период бутонизации, цветения и налива семян (июнь–июль) осадков выпало больше климатической нормы. В 2017 г. дождей в это время было меньше, а урожайность – ниже.

Традиционная технология обеспечивала увеличение урожайности маслосемян подсолнечника, по сравнению с No-till, на 20,0 %. В среднем за 2 года исследований сбор маслосемян в этих вариантах составил соответственно 1,34 т/га и 1,15 т/га. В оба года исследований урожайность при использовании традиционной технологии была достоверно выше, чем при прямом посеве (табл. 4).

4. Урожайность подсолнечника в зависимости от технологии возделывания, т/га

Технология	Гс	Сред-	
технология	2016	2017	няя
Традиционная	1,45	1,23	1,34
Прямой посев	1,21	1,08	1,15
HCP ₀₅	0,18	0,16	0,20

Таким образом, при возделывании подсолнечника по технологии No-till остающиеся на поверхности поля растительные остатки предшествующей культуры (озимой пшеницы) способствуют большему (на 18,2...21,8 %) накоплению почвенной влаги, чем по традиционной технологии. Однако чрезмерно высокая плотность сложения вышелоченного чернозёма (1,34...1,40 г/см³) отрицательно сказывается на росте, развитии и урожайности культуры. При возделывании подсолнечника по технологии No-till масса 1000 семян была меньше, чем в варианте с традиционной технологией, на 10,6 %, масса семян в корзинке - на 11,2%, а урожайность – на 14,2%.

Литература.

- 1. Дридигер В. К. Технология прямого посева в Аргентине // Земледелие. 2013. № 1. С. 21–25.
- 2. Дридигер В. К., Дрепа Е. Б., Матвеев А. Г. Влияние технологии No-Till на содержание продуктивной влаги и плотность чернозема выщелоченного Центрального Предкавказья // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-2.; URL: http://www.scienceeducation.ru/ru/article/view?id=19802 (дата обращения: 25.02.2020).
- 3. Дрёпа Е. Б. Физические свойства почвы при применении технологии No-Till // Вестник АПК Ставрополья. 2014. № 4(16). С. 181–185.
- 4. Дридигер В. К., Стукалов Р. С., Гаджиумаров Р. Г. Плотность и содержание влаги в почве зависимости от технологии возделываемых культур// Современная аграрная наука как фактор повышения эффективности сельскохозяйственного производства региона: матер. науч.-практ. конфер. с междун. участ.: ФГБНУ «Калужский научноисследовательский институт сельского хозяйства». 2018. С. 80–84.

- 5. Влияние традиционной технологии возделывания и прямого посева полевых культур на агрофизические факторы почвенного плодородия чернозема обыкновенного в зоне неустойчивого увлажнения / И. А. Вольтерс, О. И. Власова, Л. В Трубачева и др. // Агрофизика. 2018. № 4. С. 24–30.
- 6. Петров Л.Н. Характеристика почв равнинной части Ставропольского края и приемы их улучшения // Научные достижения сельскому хозяйству. Вып. 3. Ставрополь: Ставроп. кн. изд-во. 1976. С. 158–169.
- 7. Доспехов Б. А., Васильев И. П., Туликов А. М. Практикум по земледелию. М.: ВО Агропромиздат. 1987. С. 18–107.

Influence of cultivation technology on the agrophysical properties of leached chernozems and sunflower yield

E. B. Drepa, O. I. Vlasova, A. S. Golub, I. A. Donets

Stavropol State Agrarian University, per. Zootekhnicheskii, 12, Stavropol', 355017, RussianFederation

Abstract. The studies were carried out in 2016–2017 to determine the influence of no-till technology in the cultivation of sunflower on its yield and agrophysical properties of leached chernozem in the unstable humidification zone of the Stavropol Territory. In a long-term stationary experiment, sunflower was sown according to the traditional technology with double stubble cultivation after forecrop harvesting, ploughing, intermediate and pre-sowing cultivations, and according to no-till technology. The main tillage by the traditional technology helps to reduce productive moisture content in the arable layer, and the density of the soil in this horizon remains close to the optimal one. When cultivating sunflower according to no-till, the plant residues of the previous crop (winter wheat) on the surface of the field contribute to a greater accumulation of soil moisture in the meter (18.2%) and arable (21.8%) soil layers than for the traditional technology. But the higher density of leached chernozems (1.34-1.40 g/cm3) negatively affects the growth, development and productivity of sunflower. When cultivating sunflower according to no-till technology, the weight of 1000 seeds was less by 10.6% then for the traditional technology, the weight of seeds in the anthodium was less by 11.2%. As a result, the yield in the case of no-till technologywas 1.15 t/ha, which was significantly lower than for the traditional technology (by 0.19 t/ha). Despite the reduction in production costs for sunflower cultivation using no-till, traditional technology provided higher profitability.

Keywords: no-till technology, sunflower (Helianthus), soil density, soil moisture, productivity.

Author Details: E. B. Drepa, Cand. Sc. (Agr), assoc. prof. (e-mail:drepa-elena@mail. ru); O. I. Vlasova, D. Sc. (Agr.), prof.; A. S. Golub, Cand. Sc. (Agr), assoc. prof.; I. A. Donets, Cand. Sc. (Agr), assoc. prof.

For citation: Drepa EB, Vlasova OI, GolubAS, et al. [Influence of cultivation technology on the agrophysical properties of leached chernozems and sunflower yield]. Zemledelie. 2020;(3):18-20. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10304

doi: 10.24411/0044-3913-2020-10305 УДК 633.11«324»:631.459: 633.1:631.445.51:631.559

Влияние развития эрозионных процессов на содержание подвижных соединений фосфора и калия, урожайность озимой пшеницы на пашне и разнотравно-злаковых ассоциаций на целине

В. А. СТУКАЛО, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: stukalo.vladimir@gmail.com) Т. Г. СТЕПАНЕНКО, кандидат биологических наук, доцент В. Д. ДРУП, кандидат биологических наук, доцент С. В. ОКРУТ, кандидат биологических наук, доцент Т. Г. ЗЕЛЕНСКАЯ, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Ставропольский государственный аграрный университет, пер. Зоотехнический, 12, Ставрополь, 355017. Российская Федерация

Исследования проводили с целью сравнения изменений морфологических признаков темно-каштановых почв. содержания подвижного фосфора и калия, урожайности озимой пшеницы из-за развития эрозионных процессов для установления возможности их вовлечения в пашню. Работу выполняли в 2017-2019 гг. в Петровском городском округе Ставропольского края. Почва темно-каштановая карбонатная. Срок использования пашни – 56 лет. Для проведения исследования выбран сложный по рельефу ландшафтный участок. Крутизна склона 3,4°, длина склона 710 м. В опыте изучали два фактора: А – вид угодий (целина и пашня), Б – тип рельефа (плакор, крутой склон, подножье склона, элювиальный ландшафт). На пашне в годы исследования выращивали озимую пшеницу сорта Юка, на целине произрастали разнотравно-злаковые ассоциации. Вовлечение темно-каштановых почв в пашню привело к снижению содержания элементов питания, по сравнению с целиной, из-за их отчуждения с урожаем и уменьшение мошности почвенных горизонтов в связи с развитием водной и ветровой эрозии. Урожайность разнотравнозлаковых ассоциаций на целине находилась в пределах 0.96...1,14 т/га, а их продуктивность составляла 336,0...339,0 корм. ед./га. Самая высокая урожайность на пашне за годы исследования отмечена в условиях ключевого vчастка элювиального ландшафта (зона c аккумулятивной функцией) - 4,64 т/га. В подножье склона (зона с частично аккумулятивной функцией) и на плакоре (зона развития дефляции) она составляла 3,80...3,87 т/га, на крутом склоне (зона водной эрозии) -3,14 т/га. Продуктивность 1 га пашни была выше, чем у целинных угодий, в 20...25 раз.

Трендовые модели отразили тесную и очень тесную связь между мощностью почвенного горизонта, показателями содержания подвижного фосфора, калия и урожайностью озимой пшеницы (r=0,884...0,983).

Ключевые слова: целина, пашня, морфологические признаки почв, озимая пшеница (Triticum aestivum L.), урожайность, кормовые единицы, экономическая эффективность, деградация, эрозионные процессы, эродированнность.

Для цитирования: Влияние развития эрозионных процессов на содержание подвижного фосфора и калия, урожайность озимой пшеницы на пашне и разнотравно-злаковых ассоциаций на целине / В. А. Стукало, Т. Г. Степаненко, В. Д. Друп и др. // Земледелие. 2020. № 3. С. 21–24. doi:10.24411/0044-3913-2020-10305.

Деградация природных компонентов и антропогенных элементов на сельскохозяйственных угодьях неизбежно приводит к ситуации, когда вложение средств не обеспечивается эквивалентным приростом сельскохозяйственной продукции [1, 2, 3].

Петровский городской округ находится в пределах северной части Прикалаусских высот. Рельеф сельско-хозяйственных угодий характеризуется разветвленной овражно-балочной сетью [3], что способствовало развитию деградации угодий и уменьшению урожайности сельскохозяйственных культур [4, 5].

Для увеличения продуктивности сельскохозяйственных угодий необходимо изучение факторов, определяющих их современное состояние [6, 7].

Цель исследования – сравнение изменений морфологических признаков темно-каштановых почв, содержания подвижного фосфора и калия, урожайности озимой пшеницы для определения возможности их вовлечение в пашню при развитии эрозионных процессов.

Работу выполняли в 2017–2019 гг. на смежных участках пашни и целины в СПК «Родина» Петровского городского округа Ставропольского края, производственный участок № 2, поле № 2 (45°18' С.Ш., 43°03' В.Д). Исследуемая терри-

тория распахана в 1963 г. До 1994 г. ее использовали в кормовом севообороте с высокой долей многолетних трав. В 1995 г. участок перевели в полевой севооборот. В годы исследования (2017–2019 гг.) выращивали озимую пшеницу сорта Юка, предшественник – чистый пар.

Опыт двухфакторных. Первый фактор – видугодий (целина, пашня). Второй фактор – тип рельефа (плакор, крутой склон, подножье склона, элювиальный ландшафт). Повторность – трехкратная, размещение вариантов – организованные повторения в два яруса. На пашне общая площадь делянки 100 м² (10×10 м), учетная – 18 м², на целине – 20 м².

Целинные угодья представлены разнотравно-злаковыми ассоциациями, в которых произрастали пырей ползучий и плевеловидный, тимофеевка луговая, костер безостый, канареечник тростниковидный, ежа сборная, овсяница луговая, красная и валлийская, райграс пастбищный, мятлик луговой, тонконог кавказский. Учет урожайности проводили укосным методом.

Для полевого эксперимента выбран сложный по рельефу ландшафтный участок: крутизна склона 3,4°, длина склона 710 м. Почва – темно-каштановая карбонатная, вскипает от 10 %-ной соляной кислоты с поверхности. Содержание органического вещества в пахотном слое почвы опытного участка (ГОСТ 26213-91) варьировало от 4,2 до 6,2 %, нитратного азота перед посевом озимой пшеницы (ГОСТ 26951-86) – 8,5...10,0 мг/кг почвы, подвижного фосфора и калия (ГОСТ 26205-91) – 18,3...32,0 и 264,0... 278,0 мг/кг почвы соответственно.

Почвенные разрезы закладывали по методу ключей, располагали их на пашне и целине в непосредственной близости один от другого. В ходе эксперимента оценивали морфологические признаки ключевых участков (почвенные разрезы), содержание подвижного фосфора и калия по генетическим горизонтам почвы и продуктивность целины и пашни.

Математическую обработку результатов выполняли методом двухфакторного дисперсионного анализа. Трендовые модели взаимосвязи урожайности озимой пшеницы и разнотравно-злаковых ассоциаций в зависимости от мощности почвенных горизонтов, а также содержания $\rm K_2O$, и $\rm P_2O_5$ рассчитывали в программе Statistica 17.0.

Изученные почвенные разрезы имели ряд схожих признаков: хорошая структурность, наличие карбонатов с поверхности, пористость почвенных агрегатов, наличие следов биогенной деятельности. Различия морфологических признаков почвы ключевых участков отмечены по мощности почвенного профиля.

На целине плакора выявлены все генетические горизонты, характерные для темно-каштановых карбонатных почв. Элювиальная зона (горизонт A_n)

1. Морфологические признаки исследуемых ключевых участков (почвенные разрезы)

	Граница почвенного горизонта, см											
Вариант	A _д /A _{nax} *		A ₁		В		BC		С			
	целина	пашня	целина	пашня	целина	пашня	целина	пашня	целина	пашня		
Плакор	09	022	940	_	4058	_	5877	2238	более 77	более 38		
Крутой склон	08	020	830	-	3043	_	4355	-	более 55	более 20		
Подножье склона	012	020	1230	-	3050	3034	5062	3446	более 62	более 46		
Элювиальный ландшафт	014	022	1438	2241	3852	4155	5268	5573	более 68	более 73		

^{*}А_л – дерновый горизонт для целины, А_{пах} – пахотный горизонт для пашни.

мощностью 9 см была представлена дерниной. Мощность иллювиального и переходного горизонта составляла 58 см. Материнская порода начиналась с 78 см. На пашне ключевого участка плакора почвенный горизонт A_1 и В отсутствовали. Горизонт С начинался с 40 см. Можно сделать вывод, что пашня плакора потеряла 38 см почвы, по сравнению с целиной, что связано с активных развитием дефляция на пашне (табл. 1).

На крутых склонах целины и пашни выявлена схожая ситуация. На целине диагностировали все почвенные горизонты, но мощность их была меньше, чем на целине плакора, на 10 см. В этом разрезе материнская порода (горизонт С) начиналась с 55 см. На пашне крутого склона пахотный горизонт располагался непосредственно материнской породе и его мощность составляла 20 см. Достоверные потери почвы на крутом склоне пашни, по сравнению с целиной, определить не удалось. Это, на наш взгляд, связано с тем, что сам пахотный горизонт перемешан с материнской породой.

На ключевом участке целины в подножье склона так же диагностировали все генетические горизонты почвы. Но если сравнивать с ключевыми участками целины плакора и крутого склона, мощность горизонта А, (дернина) была больше на 3...4 см (12 см). Мощность горизонта А, составила 30 см, что находится на одном уровне с ключевым участком целины на крутом склоне, но на 10 см меньше, по сравнению с целиной на плакоре. Мощность горизонт В была равна 20 см, переходного горизонта – 12 см. Материнская порода начиналась с 62 см. То есть можно предположить, что целина в подножье склона частично выполняет аккумулятивную функцию, принимая делювиальный смыв. На ключевом участке пашни в подножье

склона мощность почвы составляла 46 см, то есть на 18 см меньше, чем на целине. При этом на нем диагностировали горизонт ВС мощностью 14 см, который отсутствовал и на ключевых участках пашни на плакоре и крутом склоне. Следовательно, почва пашни в подножье склона не аккумулирует делювиальный смыв и подвержена водной эрозии, но в значительно меньшей степени, чем на крутом склоне.

На ключевом участке целины на элювиальном ландшафте в зоне аккумуляции делювиального смыва диагностировали все почвенные горизонты. Мощность горизонта А_д была самой высокой, по сравнению с другими целинными участка, на которых были заложены почвенные разрезы, и составляла – 14 см, превышая величину этого показателя на целине плакора на 5 см. Мощность почвы составляла 68 см. На пашне горизонт А отсутствовал, но имелся иллювиальный и переходный горизонты. Мощность горизонтов В составляла 55 см. Порода начиналась с 73 см (см. табл. 1).

При сравнении целины и пашни выявлены значительные изменения в содержании подвижного фосфора в почвенных горизонтах. Так, на ключевом участке плакора на целине в дерновом горизонте $A_{_{_{1}}}$ оно составляло 59,0 мг/кг, $A_{_{_{1}}}$ – 32,0 мг/кг. В горизонте В и ВС количество подвижного фосфора постепенно снижалось и в горизонте С на глубине более 77 см находилось на уровне 14,8 мг/кг (табл. 2).

На пашне плакора содержание подвижного фосфора в горизонте A_n составило 18,4 мг/кг, что соответственно на 40,6 и 13,6 мг/кг меньше, чем в горизонтах A_n и A_n на целине. В переходном горизонте ВС содержание фосфатов возрастало, по сравнению с пахотным, на 7,5 мг/кг. То есть в результате развития процессов дефляции происходит

процесс илювиирования подвижного фосфора в нижележащие горизонты. Его содержание в материнской породе находилось на уровне целины.

На крутом склоне целины сохранялась аналогичная закономерность. Разница заключалась лишь в том, что в дерновом горизонте содержание подвижного фосфорабыло в 2 раза меньше. На пашне крутого склона в пахотном горизонте величина этого показателя находилась на уровне плакора (18,4 мг/кг).

На целине и пашне подножья склона содержание подвижного фосфора было аналогичным соответствующим разрезам на плакоре, с той разницей, что в горизонте С оно оказалось на 6,3 мг/кг меньше. То есть наблюдается накопление подвижного фосфора в зоне аккумуляции делювиального смыва, как и на плакоре, с последующим снижением в горизонте С до 10,4 мг/кг.

На целине элювиального ландшафта так же происходят потери P_2O_5 , но значительно меньше, чем на плакоре и крутом склоне. При этом содержание подвижного фосфора в элювиальных горизонтах на пашне в 2 раза меньше, чем на целине.

Содержание подвижного калия в дерновом горизонте целины плакора очень высокое – 998 мг/кг. С глубиной происходит его постепенное снижение до 316 мг/кг в материнской породе.

На ключевом участке пашни на плакоре содержание подвижного калия в пахотном горизонте составляет 342 мг/кг, что в 3 раза меньше, чем на целине. С глубиной оно снижается незначительно – до 310 мг/кг в горизонте С (см. табл. 2).

Несмотря на развитие водной эрозии на крутом склоне целины, выявлена такая же закономерность, как и на плакоре. Содержание подвижного калия в

2. Содержание подвижного фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) по генетическим горизонтам темно-каштановых почв (среднее за 2017–2019 гг.), мг/кг

				P ₂ O ₅					K ₂ O			
Ключевой участок	Вид угодий [генетический горизонт								
		$A_{_{\rm I\! I}}/A_{_{\rm I\! I}}$	A ₁	В	BC	С	$A_{\rm g}/A_{\rm n}$	A ₁	В	BC	С	
Плакор	целина	59,0	32,0	20,0	18,1	14,8	998,0	852,0	600,0	418,0	316,0	
	пашня	18,	18,4 25,9		,9	14,6	342	2,0	329,0		310,0	
Крутой склон	целина	29,2	21,1	23,3	21,5	14,3	945,0	476,0	345,0	304,0	285,0	
	пашня	18,	4		22,0		321,0		272,0			
Подножье склона	целина	52,0	29,0	15,8	15,2	11,0	804,0	638,0	356	322,0	294,0	
	пашня	18,	2	20,0	14,9	10,4	585	5,0	475	304,0	289,0	
Элювиальный	целина	48,6	34,6	21,2	16,4	15,0	790,0	680,0	530	320,0	285,0	
ландшафт	пашня	28,4	26,3	20,2	15,8	12,0	590,0	545,0	420	305,0	290,0	

3. Продуктивность целины и пашни (среднее за 2017-2019 гг.)

Ключевой участок	Озимая пшени	ца (пашня)	Разнотравно-злаковые ассоциации (целина)		
	т/га	корм. ед.	т/га	корм. ед.	
Плакор	3,87	4102,2	1,03	360,5	
Крутой склон	3,14	3328,4	0,96	336,0	
Подножье склона	3,80	4028,0	1,10	385,0	
Элювиальный ландшафт	4,64	4918,4	1,14	399,0	
HCP ₀₅	1,29		0,28	·	

дерновым горизонте $A_{_{\rm A}}$ (945 мг/кг) было всего на 53 мг/кг меньше, чем в почве аналогичного угодья на плакоре. Разница между горизонтами $A_{_{\rm I}}$ и В более значительная. В почве целины на крутом склоне содержание подвижного калия снижалось, по сравнению с целиной на плакоре, соответственно на 376 мг/кг (до 476 мг/кг) и 255 мг/кг (до 600 мг/кг). Величина этого показателя в материнской породе составляла 285 мг/кг.

Содержания ${\rm K_2O\,B}$ пахотном горизонте на пашне крутого склона составило 321 мг/кг, что на 21 мг/кг меньше, по сравнению с пашней плакора, и в 3 раза меньше, чем на целине крутого склона. В материнской породе оно находилось на уровне 272 мг/кг.

У подножья склона на целине содержание К₂О и его изменение по профилю в целом совпадало с ключевым участком на целине крутого склона. Разница заключалась в том, что в горизонте А оно было на 141 мг/кг меньше, чем на крутом склоне. У подножья склона на пашне содержание подвижного калия достигало 585 мг/кг, что в 2 раза больше, по сравнению с пашней крутого склона. С глубиной оно снижалось до 289 мг/кг в горизонте С. На элювиальном ландшафте распределение подвижного калия по профилю практически полностью совпадало с таковым в подножье склона. То есть и подножье склона, и элювиальный ландшафт выполняют в отношении этого элемента аккумулятивную функцию.

Установленные различия по содержанию основных элементов минерального питания растений в почве на целине и пашне, на наш взгляд обусловлены их отчуждением вместе с урожаем сельскохозяйственных культур, а также уменьшением мощности почвенного покрова в связи с развитием водной и ветровой эрозии.

Урожайность разнотравно-злаковых ассоциаций на целинных угодьях в среднем за 3 года исследования, не имела значительных различий по элементам рельефа. Она находилась в пределах 0,96...1,14 т/га, что соответствует 336,0...339,0 корм. ед. (табл. 3).

Наибольший сбор зерна озимой пшеницы (4,64 т/га) отмечен на пашне элювиального ландшафта. На плакоре в зоне развития дефляции происходило снижение урожайности культуры, по сравнению с лучшим вариантом, на 21 %. В зоне развития водной эрозии на крутом склоне она была самой низкой - на 32,3 % ниже, чем в элювиальном ландшафте. У подножья склона в условиях частичного выполнения аккумулятивных функций величина этого показателя составила 3,80 т/га. Продуктивность 1 га пашни была выше, чем у целинных угодий, в 20...25 раз. Это объясняет значительное снижение содержания элементов питания на пашне, по сравнению с целиной, из-за постоянного отчуждения с урожаем сельскохозяйственных культур.

Трендовые модели изменения урожайности озимой пшеницы в зависимости от мощности почвенных горизонтов, содержания подвижного фосфора (P_2O_5) и подвижного калия (K_2O), построенные на основании регрессионного анализа результатов исследований (табл. 4) свидетельствуют, что при посеве озимой пшеницы на крутом склоне между перечисленными факторами существует тесная связь (r=0,884). На всех остальных участках она была очень тесной (r=0,938...0,983), а для разнотравно-злаковых ассоциаций – тесной (r=0,822...0,858).

4. Трендовые модели взаимосвязи урожайности озимой пшеницы и разнотравно-злаковых ассоциаций в зависимости от мощности почвенных горизонтов, содержания ${\rm K_2O}$ и ${\rm P_2O_5}^*$

	•		2 2 5
Ключевой участок	r	Сила связи	Уравнение регрессии
		Паш	ня
Плакор	0,938		$Y = -154,525 + 11,05x_1 + 33,562x_2 - 0,245x_3$
Крутой склон	0,884	тесная	Y= -284,596+20,628x ₁ +37,642x ₂ -0,3457x ₃
Подножье склона	0,976	очень тесная	$Y = -168,145+12,714x_1+44,689x_2-0,326x_3$
Элювиальный			1 2 3
ландшафт	0,983	очень тесная	$Y = -179,589 + 14,814x_1 + 59,245x_2 - 0,578x_3$
		Цели	ина
Плакор	0,842	тесная	$Y = -345,545 + 27,474x_1 + 48,458x_2 - 0,3458x_3$
Крутой склон	0,822		$Y = -298,686 + 24,589x_1 + 55,643x_2 - 0,2454x_3$
Подножье склона	0,848	тесная	$Y = -389,895 + 26,714x_1 + 69,489x_2 - 0,3786x_3$
Элювиальный			1 2 0
ландшафт	0,858	тесная	$Y = -425,596 + 34,714x_1 + 57,289x_2 - 0,3478x_3$

^{*}r – коэффициент Пирсона; факторные признаки: $x_{_1}$ – мощность почвенных горизонтов, см; $x_{_2}$ – $K_{_2}$ О, мг/кг; $x_{_3}$ – $P_{_2}$ О $_{_{S'}}$ мг/кг.

Таким образом, вовлечение темнокаштановых почв в пашню приводит к сильному снижению содержания элементов минерального питания, по сравнению с целиной, по причине их отчуждения вместе с урожаем сельскохозяйственных культур и из-за уменьшения мощности почвенных горизонтов в связи с развитием водной и ветровой эрозии.

Величина урожайности разнотравно-злаковых ассоциаций на целине практически не зависит от расположения на ландшафте и варьирует в пределах 0,96...1,14 т/га, их продуктивность составляет 336,0...339,0 корм. ед./га. Максимальный в опыте сбор зерна пшеницы на пашне в годы исследования отмечен на элювиальном ландшафте в зоне аккумулятивной функций - 4,64 т/га. У подножья склона и на плакоре (зона развития дефляции) она составила 3,80...3,87 т/га, а в зоне развития водной эрозии (крутой склон) - 3,14 т/га. Продуктивность 1 га пашни была выше, чем у целинных угодий, в 20...25 раз.

Трендовые модели отразили тесную и очень тесную связь между факторными признаками (мощность почвенного горизонта, содержание подвижного фосфора и калия) и урожайностью озимой пшеницы (r = 0.884...0.983).

Литература.

- 1. Системы земледелия Ставрополья / под общ. ред. Акад. РАН, РАСХ А. А. Жученко, чл.-кор. РАСХН В. В. Трухачева. Ставрополь: AГРУС, 2011. 844 с.
- 2. Бурлай А. В., Фурсов А. Д. Оценка агрохимического и эколого-токсикологического состояния земель сельскохозяйственного назначения в западной части Ставропольского края // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 4. С. 16–19.
- 3. Власова О. И. Плодородие черноземных почв и приемы его воспроизводства в условиях Центрального Предкавказья. Ставрополь: монография. Ставрополь: Ставропольский гос. аграрный ун-т, 2014. 308 с.
- 4. Previous crop as an element of organic farming in the cultivation of winter wheat in the Central pre Caucasus / O. I. Vlasova, V. M. Perederieva, I. A. Volters et al. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. Vol. 9. No. 6. Pp. 1272–1276.
- 5. Системы земледелия / В. М. Передериева, А. Н. Есаулко, Г. Р. Дорожко и др. // Международный журнал экспериментального образования. 2016. № 10. С. 122–123.
- 6. Передериева В. М., Власова О. И. Влияние предшественников и основной обработки почвы под озимую пшеницу на оптимизацию агрофитоценоза // Успехи современного естествознания. 2006. № 4. С. 66.
- 7. Письменная Е. В. Эколого-ландшафтная организация территории для оптимизации аграрного землепользования в зоне степей Северо-Кавказского региона: монография. Ставрополь: Ставропольский гос. аграрный ун-т, 2017. 352 с.

Influence of erosion process development on the content of mobile phosphorus and potassium and on the productivity of winter wheat on arable land and forbscereals associations on virgin soil

V. A. Stukalo, T. G. Stepanenko, V. D. Drup, S. V. Okrut, T. G. Zelenskaya Stavropol State Agrarian University,

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

Abstract. The studies aimed to compare changes in the morphological characteristics of dark chestnut soils, the content of mobile phosphorus and potassium, and winter wheat productivity due to the development of erosion processes to establish the possibility of the use of these soils as arable land. The work was carried out in 2017-2019 in the Petrovsky urban district of the Stavropol Territory. The soil was dark chestnut carbonate. The term of use of arable land was 56 years. A landscape plot with complex relief was selected for the study. The steepness of the slope was 3.4 degrees, the length of the slope was 710 m. Two factors were studied in the experiment: A - the type of land (virgin land and arable land), B - the type of relief (upland, steep slope, foot of the slope, eluvial landscape). During the years of the research, arable land was used to grow winter wheat Yuka, and forbs-cereals associations grew on virgin soil. The involvement of dark chestnut soils in arable land led to a decrease in the content of nutrients compared. to virgin soil due to their carry-over with harvest and a decrease in the thickness of soil horizons due to the development of water and wind erosion. The productivity of forbs-cereals associations on virgin soil was in the range of 0.96-1.14 t/ha, and their productivity was 336.0-339.0 fodder units/ha. The highest yield on arable land over the years of the research was noted under the conditions of the key plot of the eluvial landscape (a zone with an accumulative function) – 4.64 t/ha. At the foot of the slope (a zone with a partially accumulative function) and on the upland (a zone of deflation), it was 3.80-3.87 t/ha, on the steep slope (a zone of water erosion) - 3.14 t/ha. The productivity of 1 ha of arable land was higher than that of virgin lands by a factor of 20–25. Trend models reflected a close and very close relationship between the thickness of the soil horizon, the content of mobile phosphorus, potassium and the productivity of winter wheat (r = 0.884 - 0.983).

Keywords: virgin soil; arable land; morphological characteristics of soils; winter wheat (Triticum aestivum L.); productivity; fodder units; economic efficiency; degradation; erosion processes; erosion.

Author Details: V. A. Stukalo, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: stukalo.vladimir@gmail.com); T. G. Stepanenko, Cand. Sc. (Biol.), assoc. prof.; V. D. Drup, Cand. Sc. (Biol.), assoc. prof.; S. V. Okrut, Cand. Sc. (Biol.), assoc. prof.; T. G. Zelenskaya, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.

For citation: Stukalo VA, Stepanenko TG, Drup VD, et al. [Influence of erosion process development on the content of mobile phosphorus and potassium and on the productivity of winter wheat on arable land and forbs-cereals associations on virgin soil]//Zemledelie. 2020;(3):21-4. Russian. doi: 10.24411 / 0044-3913-2020-10305.

doi: 10.24411/0044-3913-2020-10306 УДК 631.461.:633.11 «324»:631.872-027.32/33

Влияние сжигания стерни и соломы озимой пшеницы на численность микроорганизмов в чернозёме выщелоченном

В. С. ЦХОВРЕБОВ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (e-mail: tshovrebov@mail.ru) В. И. ФАИЗОВА, доктор сельскохозяйственных наук, профессор В. Я. ЛЫСЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент А. А. НОВИКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, сольскохозяйственных наук,

доцент Д. В. КАЛУГИН, кандидат сельскохозяйственных наук,

Ставропольский государственный аграрный университет, пер. Зоотехнический, 12, Ставрополь, 355017, Российская федерация

Цель исследований – изучить влияние сжигания стерни и соломы озимой пшеницы на численность различных физиологических групп микроорганизмов и содержание основных элементов питания в выщелоченном черноземе Ставропольского края. Содержание гумуса в почве перед закладкой опыта составляло 4,1...4,3 %, рН_{вод} – 6,8, ёмкость поглощения – 37...38 мг-экв./100 г, содержание подвижных (по Мачигину) форм фосфора и калия - соответственно 18...25 и 280...290 мг/кг, серы – 3,5...4,0 мг/кг. Среднемноголетняя сумма осадков за год - 630...650 мм, гидротермический коэффициент за период вегетации - 1,1...1,2. Сжигание стерни и соломы проводили на площадках 5 м², затем имитировали полив дистиллированной водой в дозе 250 м³/га. Масса соломы составляла 5,0...5,5 т/га. Почвенные образцы отбирали из слоя 0...5 см. Первый отбор проводили сразу после сжигания, второй - через сутки, третий - через 5 суток после увлажнения. Сжигание не повлияло на численность аммонификаторов. При их количестве 60 млн КОЕ/г почвы разница с контролем без сжигания составила 2,5 млн (НСР 9,7 млн КОЕ/г). Через сутки численность микроорганизмов этой группы возросла втрое. Аналогичная картина отмечена и по численности нитрификаторов. Количество Azotobacter сразу после сжигания стерни оставалось неизменным, через сутки величина этого показателя в контрольном варианте увеличивалась почти в 2 раза, в опытном – в 3 раза. Численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов сразу после сожжения стерни снижалась до 160 тыс. КОЕ/г, или на 20 тыс. КОЕ/г, по сравнению с контролем, а через сутки после полива возрастала до 226 и 249 тыс. КОЕ/г соответственно.

Численность микромицетов подчинялась такой же динамике. После сжигания стерни и её увлажнения отмечено увеличение содержания нитратного азота и подвижного калия, в сравнении с контролем, тогда как концентрация подвижных фосфора и серы оставалась неизменной.

Ключевые слова: сжигание стерни, численность микроорганизмов, аммонификаторы, нитрификаторы, микромицеты, элементы питания.

Для цитирования: Влияние сжигания стерни и соломы озимой пшеницы на численность микроорганизмов в чернозёме выщелоченном / В. С. Цховребов, В. И. Фаизова, В. Я. Лысенко и др. // Земледелие. 2020. № 3. С. 24–26. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10306.

Сегодня необходимость заделки соломы злаковых культур в почву и нецелесообразность её сжигания не вызывает сомнений в сообществе почвоведов и земледелов [1, 2]. Однако существуют некоторые исключения, когда солому лучше сжечь. Такая необходимость появляется при отсутствии комбайнов с измельчителями соломы или дефиците азотных удобрений, которые необходимо вносить на стерню как обязательный технологический приём, способствующий увеличению скорости разрушения растительных остатков. К тому же это может быть и фитосанитарным приёмом на поле, в котором отмечали вспышки определённых болезней [3, 4].

Вопрос о влиянии сжигания стерни на показатели почвы, в том числе и микробиологические, остаётся дискуссионным. Одни исследователи считают, что при сжигании растительных остатков погибает микрофлора в верхнем почвенном горизонте, которая длительное время не восстанавливается [5]. Некоторые авторы придерживаются другого мнения [6].

Цель исследования – изучить влияние сжигания стерни и соломы озимой пшеницы на численность различных физиологических групп микроорганизмов и содержание основных макроэлементов питания в почве.

Исследования проводили в 2019 г. на опытной станции Ставропольского ГАУ. Почва – чернозем выщелоченный мощный малогумусный тяжелосуглинистый на лёссовидных суглинках, содержание гумуса – 4,1...4,3 %;

1. Количество различных физиологических групп микроорганизмов в слое 0...5 см чернозёма выщелоченного в результате сжигания стерни

Вариант	Влажность почвы. %	Аммонификато- ры, млн КОЕ/г	Нитрификаторы, млн КОЕ/г	Azotobacter, тыс. КОЕ/г	Целлюлозоразруша- ющие, тыс. КОЕ/г	Микромицеты, тыс. КОЕ/г
Исходное:	,				, - , - , - , - ,	, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,
без сжигания (контроль)	14,3	62,5	55,0	15,0	181	204
после сжигания	_	60,0	64,5	14,0	164	162
Через 1 сутки после увлажнения:						
без сжигания (контроль)	22,6	177,0	143,0	27,5	226	251
после сжигания	21,9	186,5	172,5	48,0	249	270
Через 5 суток после увлажнения						
без сжигания (контроль)	17,3	115,0	110,0	22,0	358	258
после сжигания	16,7	146,0	142,0	24,0	345	292
HCP ₀₅	1,8	9,7	11,0	4,2	17,0	20,5

рН водной вытяжки – 6,8; ёмкость поглощения – 37...38 мг-экв./100 г; степень насыщенности основаниями – до 93 %; содержание (по Мачигину) подвижного фосфора и калия – соответственно 18...25 и 280...290 мг/кг, серы – 3,5...4,0 мг/кг.

Территория опытной станции находится в зоне неустойчивого увлажнения, годовое количество осадков составляет обычно 630...650 мм, в том числе за период вегетации – 350... 400 мм, гидротермический коэффициент за вегетацию – 1,1...1,2, сумма активных температур – 2800...3000 °C.

Сжигание стерни проводили на площади в 5 м², затем имитировали полив дистиллированной водой в дозе 250 м³/га (25 мм осадков). Масса соломы составляла 5,0...5,5 т/га, при урожайности озимой пшеницы в 4,5...5,0 т/га. Смешанные почвенные образцы отбирали из верхнего слоя 0...5 см на сожженной и несожженной части. Первый отбор проводили сразу после сжигания стерни, второй – через 1 сутки и третий – через 5 суток после увлажнения. В образцах определяли влажность, количество микроорганизмов различных групп и содержание элементов питания. Кроме того, сразу после сжигания измеряли температуру почвы в слоях 0...2 и 3...5 см. Опыт заложен в трёхкратной повторности. В контрольном варианте сжигание не проводили.

Численность колоний образующих единиц (КОЕ) микроорганизмов определяли путем прямого подсчета выросших колоний на твердых, селективных питательных средах: аммонификаторов - на мясо-пептонном агаре (МПА); микроорганизмов, использующих минеральные формы азота - на крахмало-аммиачном агаре (KAA); азотфиксаторов рода Azotobacter - на среде Эшби; целлюлозоразрушающих микроорганизмов - на среде Гетчинсона; микромицетов – на среде Чапека-Докса. Содержание нитратного азота определяли потенциометрическим методом; подвижных фосфора и калия – по Мачигину в модификации ЦИНАО; подвижной серы – по методике ЦИНАО, влажность почвы - весовым методом, температуру почвы – с использованием электронного экспресс-термометра.

В начальный период влажность почвы в слое 0...5 см составляла 14,4 % (табл. 1). Это всего на 2,8 % выше влажности завядания. Через сутки после увлажнения почвы дистиллированной водой в дозе 250 м³/га (имитация 25 мм осадков) величина этого показателя в контроле возрастала на 8,3 %, в опытном варианте – на 7,6 %. Через 5 суток после увлажнения она снижалась до 17,3 и 16,7 % соответственно.

Температура почвы до сжигания в слое 0...2 см была равна 38 °C, в слое 3...5 см – 26 °C. Сжигание стерни и соломы привело к кратковременному ее повышению до 65 °C и 34 °C соотвественно.

Сжигание стерни и соломы не повлияло на численность аммонификаторов (см. табл. 1). При количестве микроорганизмов 60 млн КОЕ/г почвы разница с контролем составила 2,5 млн КОЕ/г при НСР = 9,7 млн КОЕ/г. Через сутки после имитации полива численность микроорганизмов этой группы возросла втрое, что произошло в результате увлажнения почвы. Достоверной разницы по величине исследуемого показателя между вариантами со сжиганием стерни и соломы и без него не отмечено.

Через 5 дней после полива наблюдали некоторое сокращение популяции аммонификаторов, по сравнению с предыдущим периодом. Так, численность микроорганизмов в контроле со 178 млн КОЕ/г уменьшилась до 115 млн КОЕ/г, а в варианте со сжиганием - со 186,5 до 146,0 млн КОЕ/г. На наш взгляд основная причина таких изменений – снижение влажности почвы. Необходимо отметить, что в варианте со сжиганием стерни и соломы количество микроорганизмов исследуемой группы было достоверно (на 31 млн КОЕ/г) выше, чем в контроле. Следовательно, сжигание стерни не влияет на численность аммонификаторов как сразу после сжигания, так и через сутки после увлажнения.

Аналогичная ситуация отмечена и для микроорганизмов, использующих минеральные формы азота, абсолютное большинство которых представ-

лено нитрификаторами. Как известно, между этими двумя физиологическими группами микроорганизмов существует тесная метабиотическая связь, обусловленная тем, что выделения аммонификаторов служат пищей для нитрификаторов. Это приводит к сходству изменений численности микроорганизмов указанных групп.

Численность азотфиксаторов рода Azotobacter сразу после сжигания стерни оставалась практически неизменной, через сутки после увлажнения в контроле она увеличивалась почти в 2 раза, в варианте со сжиганием стерни и соломы – в 3 раза. Рост численности азотфиксакторов также можно связать с повышением влажности почвы, при этом после сжигания соломы он был достоверно выше, чем в контроле. Возможно, повлияло единовременное обогащение почвы поступившими продуктами горения соломы, среди которых немаловажное значение имеет калий [7, 8].

Через 5 суток после сжигания и имитации полива количество азотфиксаторов снижалось в 1,5... 2,0 раза при отсутствии различий между исследуемыми вариантами.

В изменении численности целлюлозоразрушающих микроорганизмов отмечены некоторые отличия, по сравнению с азотпреобразующими. Так, сразу после сжигания стерни и соломы установлено достоверное уменьшение величины этого показателя до 160 тыс. КОЕ/г, или на 20 тыс. КОЕ/г, по сравнению с контролем. Через сутки после полива их численность возросла в контрольном и опытном вариантах до 226 и 249 КОЕ/г, а через 5 суток - до 358 и 345 тыс. КОЕ/г соответственно при отсутствии достоверных различий между вариантами в оба срока определения.

Количество микромицетов изменялось в соответствии с такой же закономерностью, которая отмечена для целлюлозоразрушающих микроорганизмов. Для них так же было характерно снижение популяции сразу после сжигания стерни и соломы. По всей видимости, в верхнем пересушенном слое почвы, подверженном действию ультрафиолетового излу-

2. Содержание элементов питания в слое 0...5 см чернозема выщелоченного, мг/кг

Вариант	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
Исходное:				
без сжигания (контроль)	8,5	18,2	295	3,5
после сжигания	8,8	19,1	305	3,8
Через 1 сутки после увлажнения:				
без сжигания (контроль)	11,6	18,5	290	3,5
после сжигания	14,8	20,2	326	3,8
Через 5 суток после увлажнения:				
без сжигания (контроль)	8,8	18,0	290	3,5
после сжигания	9,0	18,5	310	3,7
HCP ₀₅	1,1	1,5	9,4	0,4

чения [8, 9], бактериальная микрофлора не сохраняет свою популяцию. По этой причине микроскопические грибы, которыми представлена в большинстве своём и целлюлозоразрушающая микрофлора, осуществляющие свою жизнедеятельность на поверхности и в верхних слоях почвы, в большей степени страдают от перегрева в результате сжигания стерни. Для них характерно снижение численности сразу после сжигания и увеличение после полива, особенно через 5 суток. При этом разница с контролем достигает 34 тыс. КОЕ/г при величине этого показателя в контроле 258 тыс. КОЕ/г почвы (см. табл. 1). Следовательно, микромицеты очень быстро восстанавливают свою популяцию после воздействия высоких температур.

Содержание подвижных форм основных элементов питания (азота, фосфора, калия и серы) в почве сразу после сжигания стерни и соломы не изменялось (табл. 2). Через сутки после увлажнения отмечали достоверное увеличение содержания нитратного азота, особенно в варианте со сжиганием. Через 5 дней после полива величина этого показателя в обоих вариантах была близка к первоначальной.

Содержание подвижного калия через сутки после имитации полива в почве в контроле практически не изменилось и составляло 290 мг/кг. В варианте со сжиганием стерни и соломы отмечен рост величины этого показателя на 36 мг/кг. Через 5 суток в опытном варианте она снижалась, но оставалась достоверно выше, чем в контроле, на 20 мг/кг.

Обеспеченность почвы подвижными формами фосфора и серы при сжигании стерни и соломы с последующим увлажнением не менялась.

Таким образом, сжигание стерни и соломы озимой пшеницы не приводит к снижению количества азотпреобразующей микрофлоры, представленной аммонификаторами, нитрификаторами и азотфиксаторами рода Azotobacter, в слое почвы 0...5 см. При увлажнении дистиллированной водой в результате имитации полива в дозе 250 м³/га (25 мм осадков) происходит увеличение

чиленности изучаемых микроорганизмов, особенно в вариантах со сжиганием стерни, хотя и незначительно. Количество микромицетов и целлюлозоразрушающих микроорганизмов сразу после сжигания уменьшается. После увлажнения почвы их численность также возрастает. Следовательно, воздействие высоких температур, в конечном итоге, не приводит к снижению популяции микробов.

Сжигание стерни и соломы с последующим увлажнением приводит к увеличению содержания нитратного азота и подвижного калия в почве, тогда как содержание подвижных фосфора и серы остаётся неизменным.

Литература.

- 1. Багаутдинов Ф. Я., Хазиев Ф. Х., Мукатанов А. Х. Влияние соломы и древесных опилок на некоторые биохимические процессы в эродированных почвах // Агрохимия. 1985. № 2. С. 75–81.
- 2. Дзюин А. Г. Влияние соломы в севообороте на численность микроорганизмов и биологическую активность почвы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. Т. 62. № 1. С. 58–64.
- 3. Мишустин Е. Н. Текущие задачи в изучении микробного населения почв // Микробные сообщества и их функционирование в почве: Сб. науч. тр. Киев: Наукова думка, 1981. С. 3–13.
- 4. О природе продуктов разложения соломы в почве, ингибирующих рост растений / В. Т. Емцев, ЈІ. К. Ницэ, М. Х. Брук и др. // Известия ТСХА. Вып. З. 1981. С. 81–87.
- 5. Авров О. Е. Влияние температуры и влажности почвы на разложение соломы // Использование соломы как органического удобрения. М.: Наука, 1980. С. 103–113.
- 6. Гамаюнова В. В. Влияние запахивания и сжигания соломы на плодородие почвы и урожай культур // Орошаемое земледелие. 1986. № 31. С. 11–16.
- 7. Мишустин Е. Н. Использование соломы в качестве удобрения // Почвоведение. 1971. № 8. С. 49–54.
- 8. Bakken Lars R. Straw decomposition in soil, effects on denitrification and mineralization/immobilization of nitrogen during the fall and spring // Meld. Norg. Landbrukshogsk. 1986. № 13. P. 1–16.
- 9. Soil fertility problems in Central Ciscaucasia / VS Tskhovrebov, VI Faizova, AM Nikiforova et al. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2017. T. 8. № 6. C. 574–580.

Influence of burning of stubble and straw of winter wheat on the population of microorganisms in leached chernozem

V. S. Tshovrebov, V. I. Faizova, V. Ya. Lysenko, A. A. Novikov, D. V. Kalugin

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

Abstract. The research aimed to study the effect of burning stubble and straw of winter wheat on the population of different physiological groups of microorganisms and the content of the main nutrients in leached chernozem of the Stavropol Territory. The humus content in the soil before the experiment was 4.1-4.3%, pH - 6.8 units, absorption capacity - 37-38 mEa/100 a, the content of mobile forms of phosphorus and potassium (according to Machigin) - 18-25 and 280-290 mg/kg, respectively, the content of sulphur was 3.5-4.0 mg/kg. The long-term average annual precipitation is 630-650 mm, the hydrothermal coefficient for the growing season is 1.1-1.2. The stubble and straw of winter wheat were burned on an area of 5 m2, and then we imitated irrigation with distilled water at the dose of 250 m3/ ha (25 mm of precipitation). The straw mass was about 5.0-5.5 t / ha. Soil sampled from the upper horizon of 0-5 cm. The first sampling was carried out immediately after burning, the second - in a day, the third - in 5 days after moistening. Burning did not affect the number of ammonifiers. With their amount of 60 million CFU/a of soil, the difference with the control without burning amounted to 2.5 million (LSD was 9.7 million CFU/q). A day later, the number of microorganisms in this group tripled. A similar pattern was noted in the number of nitrifying microorganisms. The amount of Azotobacter immediately after stubble burning remained unchanged, in 24 hours the value of this indicator in the control variant increased almost 2 times. in the experimental one - 3 times. The number of cellulose-destroying microorganisms immediately after stubble burning decreased to 160 thousand CFU/g, or by 20 thousand CFU/g, compared to the control, and in a day after irrigation, it increased to 226 and 249 thousand CFU/g, respectively. The number of micromycetes obeyed the same dynamics. After stubble burning and its moistening, an increase in the content of nitrate nitrogen and mobile potassium was noted in comparison with the control, while the concentration of mobile phosphorus and sulphur remained unchanged.

Keywords: stubble burning; number of microorganisms; ammonifiers; nitrifiers; micromycetes; nutrients.

Author details: V. S. Tskhovrebov, D. Sc. (Agr.), prof. (e-mail: tshovrebov@mail.ru); V. I. Faizova, D. Sc. (Agr.), prof.; V. Ya. Lysenko, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.; A. A. Novikov, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.; D. V. Kalugin, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.

For citation: Tskhovrebov VS, Faizova VI, Lysenko VYa et al. [Influence of burning of stubble and straw of winter wheat on the population of microorganisms in leached chernozem]. Zemledelie. 2020;(3):24-6. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10306.

Применение микробных препаратов на черноземе обыкновенном в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья

В. И. ФАИЗОВА¹, доктор сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: verafaizova@gmail.com) В. С. ЦХОВРЕБОВ¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (e-mail: stavpochvoved@yandex.ru)

В. Я. ЛЫСЕНКО¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент А. Н. МАРЬИН¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Л. М. ОНИЩЕНКО², доктор сельскохозяйственных наук, профессор

¹Ставропольский государственный аграрный университет, пер. Зоотехнический, 12, Ставрополь, 355017, Российская Федерация ²Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, ул. Калинина, 13, Краснодар, 350044, Российская Федерация

Исследования проводили с целью определения влияния применения полифункциональных микробных препаратов на микрофлору почвы под кукурузой на зерно. Работу выполняли в 2018–2019 гг. в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края на черноземе обыкновенном среднемошном малогумусном тяжелосуглинистом. Схема опыта: без обработки (контроль): комплекс биологических препаратов на основе азотфиксирующих и фосфатмобилизирующих микроорганизмов (КБП стандарт и КБП инновационный); комплекс полиштаммный микробный (ПКМ) и комплекс микробных препаратов (КМП-92) на основе азотфиксирующих, фосфатмобилизирующих и ростстимулирующих микроорганизмов. Семена обрабатывали перед посевом, растения – в фазах 3...4 листа и цветения. В фазе 10...11 листьев наименьшее количество аэробных азотфиксаторов было в контроле (21,1 тыс. КОЕ/г), в фазе цветения оно достигало – 83,91 тыс. КОЕ/г, при применении КБП стандарт величины этих показателей возрастали в 2,2 и 1,7 раза, КБП инновационный – в 1,9 и 1,6 раз, ПКМ – в 2,1 и 1,4 раза и КПМ-92 – в 1,7 и 1,4 раза соответственно. Наименьшая численность аммонификаторов отмечена в фазе восковой спелости (от 43,5 до 59,4 млн КОЕ/г почвы), наибольшая – в период цветения (от 185,2 млн КОЕ/г в контроле до 283 млн КОЕ/г в варианте КБП стандарт). Количество микроорганизмов, преобразующих минеральные формы азота, в фазе цветения составляло от 163 млн КОЕ/г в контроле до 253 млн КОЕ/г при использовании КБП инновационный. В этой же фазе наблюдали наибольшее увеличение численности микроскопических грибов (на 71...119 тыс. КОЕ/г) при использовании изучаемых средств, по сравнению с контролем, при абсолютных значениях 415...463 тыс. КОЕ/г. Применение микробных препаратов повышало количество почвенных микроорганизмов во всех вариантах опыта.

Ключевые слова: биопрепараты, азотфиксирующие микроорганизмы, аммонификаторы, нитрификаторы, микромицеты, чернозем обыкновенный, кукуруза на зерно.

Для цитирования: Технология применения 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. doi:10.24411/0044-3913-2020-10307.

На современном этапе развития сельского хозяйства активизация растительно-микробных систем возможна путем применения живых микроорганизмов. При этом возникает необходимость всестороннего изучения условий их эффективного функционирования в конкретных почвенноклиматических зонах [1, 2, 3]. Это связано с невероятным разнообразием почвенных сообществ - источников многих микроорганизмов, включая бактерии, грибы, нематоды, актиномицеты, вирусы и др. [4]. Микробиота незаменимая и неотъемлемая составляющая почвы, которая обладает способностью оказывать комплексное влияние на растения в агроценозах. Биологическая азотфиксация, фосфатмобилизация, ростстимуляция, биопротекция, гумусообразование осуществляются с ее непосредственным участием [5]. Микробы в почве редко находятся в одинаковых количествах или имеют стабильную активность, что сильно ограничивает возможности характеристики популяций [6]. Многие микроорганизмы выделяются из почвы в относительно небольшом количестве, но оказывают значительное влияние на наличие и доступность пищи, развитие растений и качество окружающей среды. При бактеризации микробными препаратами семян происходит интродукция в агробиоценозы полезной микрофлоры - неотъемлемого элемента органического земледелия [7, 8, 9].

Цель исследований – определить влияние применения полифункциональных микробных препаратов на микрофлору почвы под кукурузой на зерно.

Исследования проводили в 2018—2019 гг. на черноземе обыкновенном среднемощном малогумусном тяжелосуглинистом на лессовидном суглинке в НПО «Кукуруза» Грачевского района Ставропольского края.

Объектом исследований были полифункциональные микробные препараты: комплекс биологических препаратов стандарт (КБП-С); комплекс биологических препаратов - инновационный (КБП-И); полиштаммный комплекс микрорганизмов (ПКМ); комплекс микробных препаратов (КМП-92). Контроль – без биопрепаратов. Комплекс микробных препаратов КБП-С и КБП-И готовили путем механического смешивания готовых препаратов Диазофит и Фосфоэнтерин в пропорции 1:1 и 1:2 соответственно. ПКМ и КМП-92 – путем смешивания препаратов Диазофит, Фосфоэнтерин, Биополицид в пропорциях 1:1:2 и 1:2:2 соответственно.

Опыт проводили на гибриде кукурузы Машук 355, которую выращивали на зерно. Препараты применяли для предпосевной обработки семян, а также растений кукурузы в фазах 3...4 листа и цветения. Почвенные образцы отбирали в фазах 10...11 листьев, цветения и восковой спелости из ризосферы растений из слоя 0...20 см по общепринятой методике (Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. Москва, 1991) с соблюдением принципа одномоментности исследований. Среднюю пробу составляли из 5...7 точечных образцов.

Численность микроорганизмов определяли путем высева почвенной суспензии на плотные питательные среды. Для азотфиксирующих аэробных микроорганизмов использовали среду Эшби, для аммонификаторов – мясопептонный агар (МПА), нитрификаторов – крахмало-аммиачный агар (КАА), микромицетов – среду Чапека-Докса. Результат выражали в колониеобразующих единицах (КОЕ) на 1 г сухой почвы.

Математическую обработку результатов исследований проводили методом однофакторного анализа по Б. А. Доспехову, расчеты осуществляли с использованием пакета программного обеспечения Excel.

В среднем за 2 года исследований количество аэробных азотфиксаторов в контроле в фазе 10...11 листьев в контроле составляло 28,7 тыс. КОЕ/г (рис. 1). Обработка семенного материала и вегетирующих растений микробными препаратами способствовала увеличению их численности. Наибольшее количество азотфиксаторов отмечено при использовании КБП-С, в варианте с которым их численность возросла,

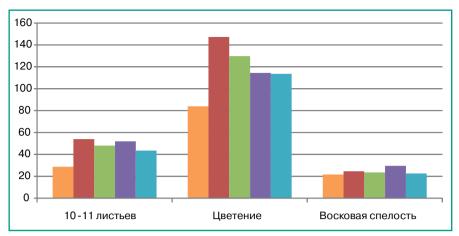


Рис. 1. Сезонная динамика численности микроорганизмов рода Azotobacter (среднее за 2018—2019 гг.), тыс. КОЕ/г.: ■ — контроль; ■ — КБП-С; ■ — КБП-И; ■ — ПКМ; ■ — КМП-92.

по сравнению с контролем, в 2,2 раза и составила 54,01 тыс. КОЕ/г почвы. Наименьшее увеличение количества микроорганизмов рода Azotobacter

почвы. Уменьшение численности азотфиксаторов в этот период в 7...8 раз, по сравнению с фазой цветения, по нашему мнению, обусловлено засухой и крайне

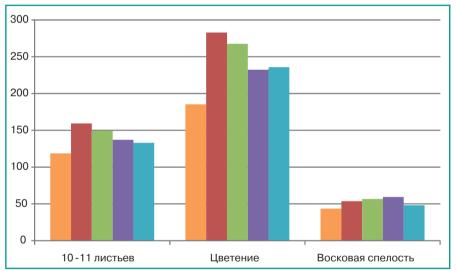


Рис. 2. Сезонная динамика численности аммонификаторов (среднее за 2018—2019 гг.), млн KOE/r: $\blacksquare - контроль$; $\blacksquare - KБП-C$; $\blacksquare - KБП-U$; $\blacksquare - ПКМ$; $\blacksquare - КБП-92$.

(в 1.7 раза) отмечено при обработке препаратом КМП-92. В фазе цветения кукурузы в контроле было выделено 83,91 тыс. КОЕ/г почвы азотфиксаторов. Наибольшее их количество также отмечено при применении КБП-С - 147.31 тыс. КОЕ/г. что выше, чем в контроле. в 1,8 раза. При обработке семян и растений препаратами ПКМ и КМП-92 численность микроорганизмов рода Azotobacter была практически на одном уровне - 114,4...113,6 тыс. КОЕ/г почвы (НСР = 7 тыс. КОЕ/г почвы). В варианте КБП-И она составила 129,7 тыс. КОЕ/г почвы. К фазе восковой спелости в контроле численность азотфиксаторов была равна 21,6 тыс. КОЕ/г. Обработка микробными препаратами не обеспечивала достоверного повышения величины этого показателя за исключением препарата ПКМ, при использовании которого количество микроорганизмов изучаемой физиологической группы возросло в 1,6 раза до 29,6 тыс. КОЕ/г

неблагоприятными условиями для роста и развития изучаемой культуры, как в 2018 г., так и в 2019 г.

Наименьшие количество аммонификаторов в фазе 10...11 листьев отмечали в контроле -118,6 млн КОЕ/г почвы. При использовании микробных препаратов оно возрастало до 132,9...159,4 млн КОЕ/г почвы (рис. 2). В фазе цветения величина этого показателя в контроле повысилась до 185,2 млн КОЕ/г почвы. При обработке КБП-С, КБП-И, ПКМ и КМП-92 численность микроорганизмов изучаемой физиологической группы увеличилась в 1,5; 1,5; 1,3 и 1,3 раза соответственно. В фазе восковой спелости количество аммонификаторов во всех вариантах снизилось до 43,5...59,4 млн КОЕ/г почвы. Достоверная разница с контролем (НСР=15 млн КОЕ/г почвы) установлена только в варианте с использованием препарата ПКМ, в котором величина этого показателя возросла в 1.4 pasa.

Изменение количества нитрификаторов (рис. 3) за вегетационный период (в среднем за годы исследований) практически полностью совпадает с динамикой аммонификаторов. Так, в контроле в фазе 10...11 листьев численность микроорганизмов, преобразующих минеральные формы азота, составляла 104 млн КОЕ/г. Наибольшее увеличение (на 50 млн КОЕ/г почвы) обеспечило применение КБП-С. В фазе цветения кукурузы численность аммонификаторов в контроле составила 163 млн КОЕ/г. В вариантах с применением микробиологических препаратов наибольший рост величины этого показателя отмечен при обработке КБП-С и КБП-И – в 1,5 и 1,6 раза соответственно, наименьшее повышение (в 1,3 раза) произошло в варианте с применением ПКМ. В фазе восковой спелости численность нитрификаторов на контроле составляла 37 млн КОЕ/г почвы. В вариантах с микробиологическими препаратами количество микроорганизмов находилось на одном уровне – 48...54 млн КОЕ/г почвы.

Результаты анализа свидетельствуют, что в фазе 10...11 листьев в

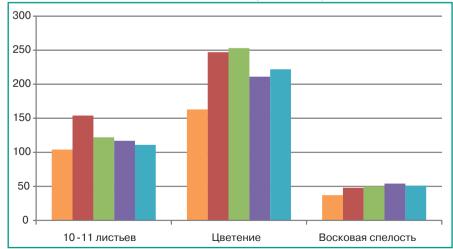


Рис. 3. Сезонная динамика численности микроорганизмов использующих минеральные формы азота (среднее за 2018-2019 гг.), млн KOE/r: \blacksquare — контроль; \blacksquare — $KB\Pi$ -C; \blacksquare — $KB\Pi$ -G: \blacksquare — ABB — ABB

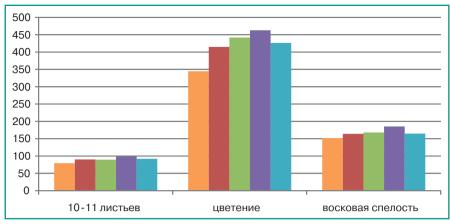


Рис. 4. Динамика численности микроскопических грибов, тыс. КОЕ/г (среднее за 2018—2019 гг.): \blacksquare — контроль; \blacksquare — КБП-С; \blacksquare — КБП-И; \blacksquare — ПКМ; \blacksquare — КМП-92.

контроле было выделено 79,2 тыс. КОЕ/г почвы микромицетов (рис. 4). В результате применения микробных препаратов их численность увеличилась недостоверно (в 1,1...1,2 раза), за исключением варианта с ПКМ, в котором она возросла на 19 тыс. КОЕ/г почвы. В фазе цветения кукурузы в контроле было выделено 344,5 тыс. КОЕ/г грибных пропагул. Наибольшее количество микромицетов отмечено при использовании ПКМ (463 тыс. КОЕ/г), что выше, чем в контроле, в 1,4 раза. Меньше всего микроорганизмов этой группы зафиксировано в варианте с обработкой КБП-С (415 тыс. КОЕ/г почвы). К фазе восковой спелости в контроле численность микромицетов снизилась до 151,6 тыс. КОЕ/г. Обработка микробными препаратами и их метаболитами обеспечила ее увеличение в 1,1...1,2 раза.

Таким образом, применение микробных препаратов обеспечивает увеличение численности почвенных микроорганизмов. Наибольшее количество азотфиксаторов и аммонификаторов отмечали в фазе цветения. В контроле оно достигало соответственно 83,91 тыс. КОЕ/г и 185,2 млн КОЕ/г, под влиянием изучаемых факторов величины этих показателей возрастали в 1,4...1,7 раза и 1,3...1,5 раза соответственно. Аналогичные изменения отмечены и по количеству микроорганизмов, использующих минеральные формы азота. Наибольшее увеличение численности микроскопических грибов при применении изучаемых препаратов, по сравнению с контролем, также происходило в фазе цветения - на 71...119 тыс. КОЕ/г при абсолютных значениях 415...463 тыс. КОЕ/г.

В фазах 10...11 листьев и цветение самый высокий рост численности азотфиксаторов и аммонификаторов наблюдали при использовании КБП-С. Препарат ПКМ способствовал наибольшему и достоверному увеличению количества микроорганизмов всех изучаемых групп в фазе восковой спелости.

Литература.

- 1. Agrochemical Principles of Targetting Winter Wheat Yield on Leached Chernozem of the Stavropol Elevation / A. N. Esaulko, M. S. Sigida, E. A. Salenko, et al. // Biosciences Biotechnology Researhc Asia. 2015. Vol. 12. No. 1. Pp. 301–309.
- 2. Effects of Anthropogenic Environmental and Food Safety / S. A. Emelyanov, Y. A. Mandra, O. Y. Gudiev, et al. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. Vol. 7. No. 3. Pp. 2562–2569.
- 3. 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. Pp. 718–724.
- 4. Nickerson K., Atkin A. L., Hornby J. M. QuorumSensinginDimorphicFungi: Farnesoland Beyond // Applied environmental microbiology. 2006. Vol. 72. No. 6. Pp. 3805–3813.
- 5. 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. Vol. 13 No. 1. Pp. 231–236.
- 6. 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. Pp. 146–150.
- 7. Казеев К. Ш., Колесников С. И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2012. 260 с.
- 8. Подколзин О. А., Анциферов О. Б. Агроэкологический мониторинг региона Кавказских минеральных вод // Удобрения и средства защиты растений в интенсивном земледелии: материалы научнопрактической конференции. Персиановский: Донской государственный аграрный университет, 2008. С. 48.
- 9. Швец Т. В. Плодородие почв низменнозападинного агро ландшафта Азово-Кубанской низменности при возделывании сельскохозяйственных культур: автореф. дисс. ... канд. с-х. наук. Краснодар, 2009. С. 14–18.

The use of microbial preparations in ordinary chernozem in the zone of unstable moistening of the Central Ciscaucasia

V. I. Faizova, V. S. Tshovrebov, V. Y. Lysenko, A. N. Maryin, L. M. Onishchenko

¹Stavropol State Agrarian University, per. Zootekhnicheskii, 12, Stavropol', 355017, Russian Federation ²Trubilin Kuban State Agrarian University, ul. Kalinina, 13, Krasnodar, 350044, Russian Federation

Abstract. The studies were carried out to determine the effect of multifunctional microbial preparations on the soil microflora under maize for grain. The work was carried out in 2018–2019 in the zone of unstable humidification of the Stavropol Territory in ordinary medium-thick low-humic heavy loamy chernozem. The design of the test included the following options: without processing (a control); a complex of biological preparations based on nitrogen-fixing and phosphate-mobilizing microorganisms (CBP standard and CBP innovative); a multi-strain microbial complex (MCM) and a complex of microbial preparations (CMP-92) based on nitrogen-fixing, phosphate-mobilizing and growth-stimulating microorganisms. Seeds were treated before sowing, plants - in the phases of 3-4 leaves and flowering. In the phase of 10-11 leaves, the smallest number of aerobic nitrogen fixers was in the control (21.1 thousand CFU/g), in the flowering phase it reached 83.91 thousand CFU/g; when using CBP standard, the values of these indicators increased 2.2 and 1.7 times, CBP innovative - 1.9 and 1.6 times, MCM - 2.1 and 1.4 times, and CMP-92 - 1.7 and 1.4 times, respectively. The smallest number of ammonifiers was noted in the phase of wax ripeness (from 43.5 to 59.4 million CFU/g of soil), the greatest number during flowering (from 185.2 million CFU/a in the control to 283 million CFU/g for CBP standard). The number of microorganisms that convert mineral forms of nitrogen in the flowering phase ranged from 163 million CFU/g in the control to 253 million CFU/a in the variant with CBP innovative. In the same phase, the largest increase in the number of microscopic fungi was observed (by 71–119 thousand CFU/g) when using the studied preparations, compared with the control, with absolute values of 415-463 thousand CFU/g. The use of microbial preparations increased the number of soil microorganisms in all variants of the experiment.

Keywords: biological products; nitrogenfixing microorganisms; ammonifiers; nitrifying agents; micromycetes; ordinary chernozem; maize for grain.

Author Details: V. I. Faizova, D. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: verafaizova@gmail.com); V. S. Tshovrebov, D. Sc. (Agr.), prof. (e-mail: stavpochvoved@yandex.ru); V. Y. Lysenko, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.; A. N. Maryin, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.; L. M. Onishchenko, D. Sc. (Agr.), prof.

For citation: Faizova VI, Tshovrebov VS, Lysenko VY, et al. [The use of microbial preparations in ordinary chernozem in the zone of unstable moistening of the Central Ciscaucasia]. Zemledelije. 2020;(3):27-9. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10307.



doi: 10.24411/0044-3913-2020-10308 УДК 631.427:631.464:631.55

Влияние приемов биологизации на урожайность сельскохозяйственных культур

Г. М. БРЕСКИНА, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник (e-mail: breskina-galina@yandex.ru) Н. А. ЧУЯН, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник Курский федеральный аграрный научный центр, ул. Карла Маркса, 70б, Курск, 305021, Российская Федерация

Исследования проводили с целью изучения эффективности применения с растительными остатками азотных удобрений или биопрепаратов в зерновом (яровой ячмень - гречиха) и зернопропашном (подсолнечник масличный – яровой ячмень) звеньях севооборотов после озимой пшеницы. Работа выполнена в 2017–2019 гг. в Курской области на черноземе типичном слабоэродированном тяжелосуглинистом. Изучали следующие варианты: растительные остатки (контроль); растительные остатки + азотные удобрения (из расчета 10 кг д.в. на 1 т растительных остатков); растительные остатки + биопрепараты Грибофит и Имуназот (обработка растительных остатков осенью: семян и почвы – перед посевом; растений – 2 раза в течение вегетации). В первый год исследований азотные удобрения, вносимые с растительными остатками озимой пшеницы, обеспечили формирование урожайности ячменя на уровне 3,36 т/га, подсолнечника – 4,74 т/га, биопрепараты – 3,05 и 4,34 т/га при величине этого показателя в контроле 2,87 и 3,12 т/га соответственно. Во второй год внесение с соломой ячменя минерального азота в зерновом звене повышало сбор семян гречихи, по сравнению с контролем (1,39 т/га), на 0,64 т/га, биопрепаратов – на 0,09 т/га. В зернопропашном звене заделка растительных остатков подсолнечника с азотным удобрением увеличивала урожайность ячменя на 0,52 т/га, с биопрепаратами – на 0,42 т/га, по отношению к контролю (2,33 т/га). Максимальная в опыте продуктивность зернового (4,88 тыс. зерн. ед./га) и зернопропашного (9,83 тыс. зерн. ед./ га) звеньев севооборотов отмечена при внесении растительных остатков и азота. В вариантах с биопрепаратами она была выше, чем в контроле (3,91 и 6,92 тыс. зерн. ед./ га) соответственно на 0,25 и 2,19 тыс. зерн. ед./га. В обоих звеньях севооборотов выявлено положительное воздействие азотных удобрений и биопрепаратов на массу 1000 семян и химический состав продукции.

Ключевые слова: биопрепараты, минеральные удобрения, урожайность, продуктивность звена севооборота, качество продукции, растительные остатки.

Для цитирования: 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.

В последние годы в сельском хозяйстве отмечается повышенный интерес к таким приемам биологизации земледелия, как использование биологических препаратов и внесение измельченных растительных остатков сельскохозяйственных культур в качестве органического удобрения [1, 2, 3].

Применение биопрепаратов по стерне увеличивает скорость разложения послеуборочных растительных остатков, обеспечивая интродукцию активных штаммов микроорганизмов на солому и в дальнейшем – в почву [4], что повышает биологическую активность почвы и способствует улучшению водного, воздушного и питательного режимов – основных факторов формирования качественного урожая сельскохозяйственных культур.

Использование биопрепаратов приводит к усилению роста растений благодаря уменьшению стрессового воздействия неблагоприятных условий среды, способствует более полному раскрытию потенциала сорта, что относится как к количественным, так и к качественным показателям сельхозпродукции [5, 6, 7] и доказывает целесообразность обработки соломы биопрепаратами перед ее запашкой [8].

Наряду с определенными положительными результатами, свидетельствующими об эффективности биопрепаратов, применяемых для инокуляции соломы [9, 10, 11], экспериментальные данные некоторых исследователей [12] свидетельствуют об отсутствии их стабильного влияния на улучшение качества почвы и повышение урожайности культур.

По мнению некоторых зарубежных ученых [13], конкуренция с сообществом аборигенной микрофлоры, а также буферность почвенной экосистемы по отношению к внедряемым модификаторам – основные факторы, ограничивающие устойчивый положительный эффект от их применения [14].

Таким образом, анализ научной литературы о влиянии биопрепаратов на урожайность культур свидетельствует о не всегда однозначных и зачастую противоречивых результатах.

В условиях недостаточного поступления органического вещества, снижения содержания гумуса в почвах, их усиливающейся деградации, становится особенно важным использование побочной продукции сельскохозяйственных культур в качестве удобрения, но возникает вопрос, как сделать внесение измельченных растительных остатков более эффективным.

Цель работы – изучить влияние биологических приемов (внесения измельченных растительных остатков с биопрепаратами или с азотными удобрениями) на урожайность и химический состав основной продукции сельскохозяйственных культур, а также на продуктивность различных звеньев севооборотов.

Исследования проводили в 2017-2019 гг. на опытном поле ФГБНУ «Курский ФАНЦ», расположенном в Курской области (Медвенский район, с. Панино). Влияние измельченных растительных остатков на урожайность и качество основной продукции изучали в вариантах с внесением азотных удобрений или биопрепаратов Грибофит и Имуназот в зерновом (яровой ячмень - гречиха) и зернопропашном (подсолнечник масличный - яровой ячмень) звеньях севооборота после озимой пшеницы. После уборки предшествующих культур всю побочную продукцию (измельченные растительные остатки) использовали в качестве удобрения путем заделки в почву.

Схема опытов в обоих звеньях была одинаковой и включала следующие варианты:

измельченные растительные остатки (контроль);

измельченные растительные остатки + азотные удобрения из расчета 10 кг д. в. N на 1 т соломы зерновых культур или стеблей подсолнечника;

измельченные растительные остатки, обработанные биопрепаратами Грибофит (5 л/га) и Имуназот (3 л/га) + обработка семян биопрепаратами Грибофит (2 л/т) и Имуназот (3 л/т) + обработка почвы перед посевом биопрепаратами Грибофит (5 л/га) и Имуназот (3 л/га) + обработка посевов 2 раза в течение вегетации биопрепаратами Грибофит (5 л/га) и Имуназот (3 л/га).

В экспериментах выращивали сорта ярового ячменя Суздалец, подсолнечника масличного – Имерия, гречихи – Деметра.

Опыты закладывали в соответствие с общепринятыми методиками [15] в трехкратной повторности, культуры выращивали по рекомендуемым агротехнологиям. Предшественник подсолнечника в зернопропашном и ячменя в зерновом звене севооборота – озимая пшеница (сорт Синтетик).

Грибофит – экологически безопасный для животных, насекомых и человека биопрепарат, содержащий споры и мицелий гриба Trichoderma, а также продуцируемые грибом в процессе

солнечника проводили во время уборки комбайном Дон-1500 с использованием приспособления лифтер с площади 600 м² (50 м × 12 м) и вручную согласно действующей методике с площади 10 м² [15]. Урожайность гречихи учитывали вручную с метровых учетных площадок в трехкратной повторности.

Почва опытного поля – чернозем типичный слабоэродированный тяжелосуглинистый на лессовидном карбонатном суглинке. При закладке эксперимента в пахотном слое почвы среднее содержание гумуса (по Тюрину) составляло 4,98 ± 0,15 %. Реакция почвенной среды нейтральная. Содержание обменного кальция составляло 22,0...23,3 мг-экв./100 г почвы, подвижных (по Чирикову) форм фосфора и калия – 8,8...12,0 мг/кг и 9,7...11,2 мг/кг соответственно, общего азота (по Кьельдалю) – 0,22...0,23 %, обменного

Результаты обрабатывали методами математической статистики с применением дисперсионного и корреляционнорегрессионного анализов в программе Microsoft Office Excel 2010.

В зернопропашном звене севооборота заделка растительных остатков с биопрепаратами обеспечивала увеличение урожайности подсолнечника масличного, по отношению к контролю, на 1,22 т/га при HCP_{05} = 0,26 т/га, ярового ячменя – на 0,42 т/га при HCP_{05} =0,09 т/га (табл. 1). Азотные удобрения увеличивали сбор семян подсолнечника на 1,62 т/га, зерна ячменя – на 0,52 т/га.

В зерновом звене севооборота применение измельченных растительных остатков озимой пшеницы с азотными удобрениями повышало сбор зерна ячменя на $0,49\,$ т/га, по отношению к контролю, а с биопрепаратами – на $0,18\,$ т/га (HCP_{ns}= $0,06\,$ т/га).

1. Влияние биологических приемов на урожайность культур и продуктивность звеньев севооборотов

		Зерн	юпропа	шное зв	ено	Зерновое звено				
		подсолнечник яров масличный		ячмень	11 17	яровой ячмень		гречиха		продуктив-
Вариант	уро- жай- ность	при- бавка	уро- жай- ность	при- бавка	ность звена, тыс. зерн. ед./га	уро- жай- ность	при- бавка	уро- жай- ность	при- бавка	ность звена, тыс. зерн. ед./га
		Т/	′га			т/га				
Растительные остатки (контроль)	3,12	_	2,33	_	6,92	2,87	_	1,39	_	3,91
Растительные остатки + N ₁₀ на 1 т соломы	4,74	1,62	2,85	0,52	9,83	3,36	0,49	2,03	0,64	4,88
Растительные остатки + биопрепараты	4,34	1,22	2,73	0,42	9,11	3,05	0,18	1,48	0,09	4,16
HCP ₀₅	0,26	-	0,09	_	0,20	0,06	-	0,04	_	0,09

производственного культивирования биологически активные вещества (антибиотики, ферменты, витамины, фитогормоны). Препарат обладает биофунгицидными, ростостимулирующими и фосфатмобилизирующими свойствами [16].

Имуназот – биологический препарат на основе ризосферных бактерий Pseudomonas, фосфатмобилизатор контактного и системного действия. Обладает ростостимулирующей активностью: повышает всхожесть и энергию прорастания, способствует усиленному развитию корневой системы растений [16].

Обработку биопрепаратами измельченных растительных остатков, почвы перед посевом и вегетирующих растений проводили опрыскивателем ОП-2000/24. Внесение аммиачной селитры осуществляли навесным разбрасывателем РН-0,8. Измельченные растительные остатки заделывали в почву дисковой бороной на глубину 10...12 см. Через 40...60 дней после этого проводили основную отвальную обработку почвы под зерновые культуры на глубину 20...22 см, под подсолнечник – на 28...30 см.

Урожайность ячменя определяли при уборке комбайном Sampo-500 с площади 600 м² (50 м ×12 м), а также вручную с метровых учетных площадок по диагонали делянки в трехкратной повторности. Учет сбора семян под-

аммония (по методу ЦИНАО (ГОСТ 26487-85) – 10,9...13,2 мг/кг, нитратного азота (по методу Грандваль-Ляжу) – 4,8...5,1 мг/кг почвы.

Агрометеорологические условия в период исследования характеризовались неустойчивыми влагообеспеченностью и температурным режимом. В 2018 г. отмечали неравномерное выпадение осадков: в июле их сумма составила 228 %, а в августе - 6 % от климатической нормы. При этом в течение вегетации культур отмечали резкое повышение температуры на 5,8 °C, по сравнению со средними многолетними значениями. Среднемесячная температура 2019 г. с апреля по июнь была выше нормы в среднем на 2,9 °C, а с июля по сентябрь - ниже нормы на 1,1 °C. С апреля по август выпало недостаточное количество осадков, гидротермический коэффициент (ГТК) был равен 0,85, а в период май-июнь он находился на уровне 0,46, поэтому для роста возделываемых культур и микроорганизмов, вносимых с биопрепаратами, складывались неблагоприятные условия.

Массу 1000 зерен определяли по ГОСТ 10842-89, общее содержание питательных элементов в зерне ярового ячменя, семенах гречихи и подсолнечника масличного определяли из одной навески после мокрого озоления: азота – по Кьельдалю, фосфора – колориметрическим методом, калия – методом пламенной фотометрии [17].

На урожайность гречихи в наибольшей степени оказывали воздействие также азотные удобрения. Если в варианте с их применением величина этого показателя составляла $2,03\,\text{т/га}$, то при использовании сочетания с биопрепаратами — $1,48\,\text{т/га}$ при сборе семян в контроле $1,39\,\text{т/га}$ (HCP₀₅=0,04 т/га).

Продуктивность зернопропашного звена севооборота во всех вариантах опыта была выше, чем зернового в аналогичных вариантах, в 1,8...2,2 раза (см. табл. 1). В этом же звене отмечена и более высокая эффективность изучаемых агроприемов. Так, применение азотных удобрений на фоне внесения измельченных растительных остатков обеспечивало увеличение суммарной продуктивности зернового и зернопропашного звеньев севооборота на 0,97 и 2,91 тыс. зерн. ед./га (24,8 и 42,1 %), а биопрепаратов - соответственно на 0,25 и 2,19 тыс. зерн. ед./га (6,4 u 31,6 %).

Следовательно, применение азотных удобрений совместно с измельченными растительными остатками более целесообразно, чем использование биопрепаратов, в обоих звеньях севооборотов. В свою очередь, наибольшая эффективность биопрепаратов достигается в зернопропашном звене севооборота.

Изучаемые приемы положительно влияли на массу 1000 семян сельско-хозяйственных культур. Так, в зернопропашном звене севооборота в варианте с

2. Влияние биологических приемов на массу 1000 зерен и химический состав зерна сельскохозяйственных культур

	-		-		
		Macca	Co	держани	ie, %
Культура	Вариант	1000 ce-	N		K ₂ O
		мян, г	IN	P ₂ O ₅	K ₂ O
	Зерновое звено сево	оборота			
Яровой	растительные остатки (контроль)	23,7	1,74	0,71	0,68
ячмень	растительные остатки + N	25,5	1,74	0,71	0,70
	растительные остатки + биопрепараты	24,6	1,76	0,74	0,71
HCP ₀₅		0,4	0,01	0,08	0,01
Гречиха	растительные остатки (контроль)	14,3	2,16	0,71	0,66
	растительные остатки + N	15,9	2,43	0,82	0,68
	растительные остатки + биопрепараты	15,0	2,38	0,79	0,71
HCP ₀₅		0,7	0,37	0,02	0,01
	Зернопропашное звено с	евооборот	га		
Подсол-	растительные остатки (контроль)	75,1	1,94	0,65	0,65
нечник	растительные остатки + N	82,4	2,16	0,71	0,70
	растительные остатки + биопрепараты	79,6	2,04	0,67	0,68
HCP ₀₅		0,9	0,39	0,08	0,13
Яровой	растительные остатки (контроль)	23,1	1,74	0,71	0,69
ячмень	растительные остатки + N	24,7	1,75	0,72	0,70
	растительные остатки + биопрепараты	23,9	1,77	0,76	0,73
HCP ₀₅		0,5	0,01	0,06	0,03

внесением азотных удобрений совместно с измельченными растительными остатками озимой пшеницы величина этого показателя у подсолнечника составила 82,4 г, что было на 7,3 г (9,7%) выше, чем в контроле (табл. 2). При использовании биопрепаратов Грибофит и Имуназот она возрастала, по отношению к контролю, на 4,5 г (6,0%), но была на 2,8 г (2,4%) ниже, чем в варианте с внесением азотных удобрений.

В зерновом звене севооборота наибольшее увеличение массы 1000 зерен ячменя также отмечено при заделке измельченных растительных остатков озимой пшеницы с азотными удобрениями – до 25,5 г против 24,6 г в варианте с биопрепаратами и 23,7 г в контроле.

На 2-й год у ячменя в зернопропашном звене севооборота на фоне внесения азотных удобрений с растительными остатками подсолнечника масса 1000 зерен увеличивалась до 24,7 г против 23,9 г в варианте с применением биопрепаратов и 23,1 г в контроле, или соответственно на 3,3 и 6,9 %. Аналогичная закономерность сохранялась и для гречихи в зерновом звене севооборота, где в варианте с внесением азотных удобрений совместно с растительными остатками ячменя масса 1000 семян составляла 15,9 г, что было выше, чем при использовании биопрепаратов, на 6,0 %, а по сравнению с контролем, – на 11,2 %.

Азотные удобрения и биопрепараты оказывали заметное влияние на содержание основных элементов питания в продукции исследуемых культур. Для подсолнечника наибольшее увеличение концентрации азота, фосфора и калия в семенах (соответственно на 0,22, 0,06 и 0,05 %) было характерно в варианте с внесением азотных удобрений. В семенах гречихи увеличение содержания питательных веществ, по отношению к контролю, в вариантах с азотными удобрениями и биопрепаратами было оди-

наковым (соответственно по элементам на 0,22...0,27,0,08...0,11 и 0,02...0,05%), а в зерне ячменя отмечено преимущественное влияние биопрепаратов (соответственно по элементам на 0,01...0,03,0,01...0,05 и 0,01...0,04%).

Таким образом, используемые биологические приемы оказали положительное воздействие на урожайность культур и продуктивность звеньев севооборотов. При этом эффективность азотных минеральных удобрений была выше, чем биопрепаратов.

В зернопропашном звене севооборота применение азотных удобрений с растительными остатками обеспечило увеличение урожайности подсолнечника масличного, по отношению к контролю, на 1,62 т/га (51,9%), ярового ячменя - на 0,52 т/га (22,3 %), биопрепаратов - соответственно на 1,22 т/га (39,1%) и 0,42 т/га (18,0%). В зерновом звене использование азотных удобрений повышало сбор зерна ярового ячменя, по отношению к контролю, - на 0,49 т/га (17,1 %), гречихи – на 0,64 т/ га (46,0 %), биопрепаратов - соответственно на 0,18 т/га (6,3 %) и 0,09 т/га (6,5%).

Продуктивность зернопропашного звена севооборота в варианте с азотными удобрениями возрастала на 2,91 тыс. зерн. ед./га (42,1 %), с биопрепаратами – на 2,19 тыс. зерн. ед./га (31,6 %). В зерновом звене прибавка составляла соответственно 0,97 тыс. зерн. ед./га (24,8 %) и 0,25 тыс. зерн. ед./га (6,4%). При этом продуктивность зернопропашного звена севооборота была выше, чем зернового, в 1,5... 2,2 раза, окупаемость азотных удобрений дополнительной продукцией – больше в 3,0, биопрепаратов – в 8,8 раза.

Литература.

1. Влияние на урожайность зерновых и бобовых культур психротолерантного

- штамма Pseudomonas chlororaphis Vsk-26a3 с фосфатрастворящими и фунгицидными свойствами / М. В. Клыкова, И. А. Дунайцев, С. К. Жиглецова и др. // Агрохимия. 2017. № 7. С. 63–70.
- 2. Алферов А. А. Влияние почвенноклиматических условий на эффективность биопрепаратов и азотных удобрений при выращивании ячменя //Агрохимический вестник. 2017. №6. С. 38–42.
- 3. Рябчинская Т. А., Зимина Т. В. Средства, регулирующие рост и развитие растений, в агротехнологиях современного растениеводства // Агрохимия. 2017. № 12. С. 62–92.
- 4. Русакова И. В., Московин 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.
- 5. Совместное использование микроорганизмов с фосфатрастворяющими и фунгицидными свойствами для повышения урожайности и защиты зерновых культур от фузариозов / С. К. Жиглецова, А. А. Старшов, М. В Клыкова и др. // Агрохимия. 2015. № 7. С. 49–57.
- 6. 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.
- 7. Высоцкая Е. А., Крекотень М. А. Оптимизация биоресурсного потенциала подсолнечника с использованием в технологии возделывания биологически активных препаратов // Вестник ВГА. 2017. № 1 (52). С. 20–26.
- 8. Русакова И. В. Биопрепараты для разложения растительных остатков в агроэкосистемах // Агрохимия. 2018. № 9. С. 4–9.
- 9. Агроэкологическая эффективность Биопрепарата Экстрасол при выращивании ячменя Я. В. Костин, Р. Н. Ушаков, М. М. Крючков и др. // Вестник РГАТУ. 2017. №3 (35). С.34–37.
- 10. Безлер Н. В., Черепухина И. В. Запашка соломы ячменя и продуктивность культур в зернопропашном севообороте // Земледелие. 2013. № 4. С. 11–13.
- 11. Богатырева Е. В. Использование соломоразлагающих биопрепаратов в зоне неустойчивого разложения Ставропольского края // Земледелие. 2013. № 8. С. 14–16.
- 12. How effective are 'Effective microorganisms (R) (EM)' Results from a field study in temperate climate / J. Mayer, S. Scheid, F. Widmer, et al. // Applied Soil Ecology. 2010. V. 46 (2). Pp. 230–239.
- 13. Omar de Kok-Mercado. Microbial decomposition of corn residue in two Iowa Mollisols // Graduate Theses and Dissertations. 2015. 114 p. URL: http:// lib.dr.iastate.edu/etd/14770.
- 14. Esther O. J., Hong T.X., Hui G. C. Influence of straw degrading microbial compound on wheat straw decomposition and soil biological properties // African Journal of Microbiology Research. 2013. Vol. 7 (28). Pp. 3597–3605.
- 15. Доспехов Б. А., Васильев И. П., Туликов А. М. Практикум по земледелию. М.: Агропромиздат, 1987. 383 с.
- 16. Лазарев В.И. Влияние микробиологических препаратов Грибофит и Имуназот

Земледелие № 3 2020

на микробиологическую активность почвы // Достижения научно-технического прогресса агропромышленному комплексу: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. ак., 2017. С. 30–33.

17. Радов А. С. Практикум по агрохимии. Учебное пособие. М.: Агропромиздат, 1985. 312 с.

Influence of biologization techniques on crop yields

G. M. Breskina, N. A. Chuyan

Kursk Federal Agrarian Scientific Center, ul. Karla Marksa, 70 b, Kursk, 305021, Russian Federation

Abstract. The studies aimed at studying the efficiency of the use of nitrogen fertilizers or biological products with plant residues in a grain link of a crop rotation (spring barley, buckwheat) and a grain-row link (oilseed sunflower, spring barley) after winter wheat. The work was performed in 2017–2019 in the Kursk region in typical chernozem, poor eroded, heavy loamy. We studied the following options: plant residues (the control); plant residues + nitrogen fertilizers (at the rate of 10 kg of active substances per 1 ton of plant residues); plant residues + Gribofit and Imunazot biological preparations (treatment of plant residues in autumn; seeds and soil - before sowing; plants - twice during the growing season). In the first year of the research, nitrogen fertilizers applied with the plant residues of winter wheat ensured the formation of barley productivity at the level of 3.36 t/ha, sunflower - 4.74 t/ha; biological products caused the yield at the level of 3.05 and 4.34 t/ ha with the value of this indicator in the control of 2.87 and 3.12 t/ha, respectively. In the second year, the application of mineral nitrogen with barley straw in the grain link increased the harvest of buckwheat seeds, compared with the control (1.39 t/ha), by 0.64 t/ha, biological products - by 0.09 t/ha. In the grain-row link, the embedding of sunflower plant residues with nitrogen fertilizer increased the barley yield by 0.52 t/ha, with biological products – by 0.42 t/ ha, in relation to the control (2.33 t/ha). The maximum productivity of the grain link of the crop rotation (4.88 thousand cereal units/ha) and the grain-row link (9.83 thousand cereal units/ha) was noted with the application of plant residues and nitrogen. In the variants with biological products, it was higher than in the control (3.91 and 6.92 thousand cereal units/ ha) by 0.25 and 2.19 thousand cereal units/ha, respectively. In both links of the crop rotation, a positive effect of nitrogen fertilizers and biological preparations on the weight of 1000 seeds and the chemical composition of the products

Keywords: biological preparations; mineral fertilizers; yield; productivity of the crop rotation link; product quality; plant residues.

Author Details: G. M. Breskina, Cand. Sc. (Agr), senior research fellow (e-mail:breskinagalina@yandex.ru); N.A. Chuyan, D. Sc. (Agr.), leading research fellow.

For citation: Breskina GM, Chuyan NA. [Influence of biologization techniques on crop yields]. Zemledelie. 2020; (3):30-3. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10308.

doi: 10.24411/0044-3913-2020-10309 УДК 633.11«324»:631.526.32:631.582:631.51:631.445.4:631.452:631.559

Влияние предшественников озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till, на динамику показателей почвенного плодородия и урожайность в условиях засушливой зоны Ставрополья

М. Ю. АЗАРОВА, аспирант (e-mail: azarova778@gmail.com) Е. В. ПИСЬМЕННАЯ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор В. А. СТУКАЛО, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Т. Г. ЗЕЛЕНСКАЯ, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Л. В. КИПА, старший

Ставропольский государственный аграрный университет, пер. Зоотехнический, 12, Ставрополь, 355017, Российская Федерация

преподаватель

Исследования проводили с целью выявления возможностей выращивания озимой пшеницы по подсолнечнику и нуту по технологии No-till. Работу выполняли в засушливой зоне Ставрополья в 2017-2019 гг. Почва - темно-каштановая с содержанием гумуса 2,61...2,70 %, обеспеченностью подвижными соединениями фосфора 33,2...37,0 мг/кг, калия - 364,5... 420,3 мг/кг, рН – 7,7 до 7,9 ед. Схема опыта предусматривала изучение следующих факторов: сорт (фактор A) – Зустрич (St.), Багира, Баграт; предшественник (фактор В) - подсолнечник и нут. Почвенные образцы отбирали перед посевом, в фазы выход в трубку и полная спелость. В среднем по сортам и за вегетацию культуры плотность почвы при посеве по подсолнечнику составила 1,25...1,31 г/см³, по нуту – 1,18...1,21, г/см³. В среднем по сортам от посева до фазы выхода в трубку содержание почвенной влаги в почве после подсолнечника увеличивалось на 66,1 %, после нута - 77,0 %, к полной спелости ее запасы уменьшались на 47.0 и 43.0 % соответственно. Наибольшую влагообеспеченность наблюдали на делянках сорта Баграт по обоим предшественникам – 58,0 мм и 67,2 мм соответственно. Средняя по сортам урожайность по предшественнику подсолнечник находилась на уровне 44,8 ц/га, нут – 47,0 ц/га. Баграт оказался самым продуктивным сортом при посеве по обоим предшественникам и превосходил стандарт на 3.6...4.0 и/га соответственно. Трендовые модели отразили очень тесную связь между факторными признаками (предшественником и показателями плодородия почв) и урожайностью озимой пшеницы (r=0.934...0.996).

Ключевые слова: озимая пшеница (Triticum aestivum L.), предшественник, технология No-till, агрофизические и агрохимические свойства почвы.

Для цитирования: 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. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10309.

Важнейшая задача растениеводства – повышение продуктивности возделываемых культур и эффективное использование земли. Агрофизические и агрохимические свойства почв и физические процессы, протекающие в них, относятся к числу важнейших факторов формирования почвенного плодородия, которое по результатам мониторинга, проводимого учреждениями агрохимической службы, в последние десятилетия постоянно снижается [1, 2]. Падение почвенного плодородия вызвано недостаточным применением органических и минеральных удобрений или их несбалансированностью, неэффективностью использования растительных остатков на удобрение, увеличением доли пропашных культур в структуре посевов, необоснованно повышенной интенсивностью обработки почв и др.

Наработанный практический опыт показывает, что применение технологии No-till способствует повышению плодородия почвы. Кроме того, исследователи отмечают, что при ее использовании происходят другие изменения взаимоотношений в системе «сельскохозяйственные культуры – почва – внешняя среда» [3, 4]. Так, запас продуктивной влаги, плотность почвы, динамика основных элементов почвенного плодородия в пахотном слое могут меняться в зависимости от предшественника и сорта [5, 6]. При этом

1. Динамика изменения температуры и осадков

Показатали	Месяц								Cymanac	Сполиос				
Показатель		II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Χ	ΧI	XII	Сумма	Среднее
2017 г.														
Температура, °С	-2,2	-2,4	5,5	10,4	16,4	21,5	26,5	26,8	20,3	10,6	4,6	3,2	117,7	11,2
Осадки, мм	9	57	78	49	86	67	40	2	18	15	0	0	421	35,1
2018 г.														
Температура, °С	-4,4	-3,6	1,4	9,1	16,3	20,7	24,0	22,9	17,1	10,1	3,2	-1,9	115,2	9,6
Осадки, мм	26	21	26	30	47	64	51	43	34	30	30	26	428	35,7
2019 г.														
Температура, °С	-3,9	-3,1	2,8	10,1	16,1	20,1	21,3	22,4	18,7	10,5	4,9	0,8	120,7	10,1
Осадки, мм	16	9	40	28	51	19	142	0	45	40	24	37	451	37,6

более полную и объективную характеристику того, как влияют культуры и система No-till на водный режим почвы дает ее определение в метровом слое [7, 8]. Кроме того, от наличия влаги в почве зависит эффективность минеральных удобрений [9, 10].

Цель исследования – определение возможности выращивания сортов озимой пшеницы по технологии No-till после подсолнечника и нута.

Работу выполняли в стационарном многофакторном опыте, заложен-

ратура воздуха находилась на уровне 9,6...11,2°С, сумма осадков – 421...451 мм (табл. 1), ГТК – 0,6...0,7.

Схема опыта предусматривала изучение следующих факторов: сорт озимой пшеницы (фактор A) – Зустрич (St.), Багира, Баграт; предшественник (фактор B) – подсолнечник и нут.

Повторность опыта – 3-х кратная, площадь делянки – 500 м². Посев по технологии No-till осуществляли комплексом Buhler+John Deere 1890 (табл. 2). Перед посевом в сентябре–октябре

величина этого показателя по указанным предшественникам варьировала в пределах 1,25...1,31 г/см³ и 1,18...1,21 г/см³ соответственно. Наблюдали ее увеличение от посева до фазы полной спелости по подсолнечнику – на 0,06 г/см³, по нуту – на 0,03 г/см³. Наибольшее уплотнение почвы к уборке при посеве по подсолнечнику отмечали у сорта Зустрич (на 0,07 г/см³), по нуту – у Баграта (на 0,04 г/см³). По результатам более долговременных экспериментов при использовании

2. Технологические операции системы No-till при возделывании озимой пшеницы

Технологическая операция	Норма внесения	Состав сельскохозяйственного агрегата
Предпосевная обработка гербицидами (Спрут Экстра)	2 л/га	Самоходный опрыскиватель Caffini
Сев озимой пшеницы	210 кг/га	Buhler John Deere 1890
Припосевное внесение удобрения (аммиачная селитра)	100 кг/га	Buhler John Deere 1890
Ранневесенняя подкормка (аммиачная селитра)	100 кг/га	MT3 1221 Amazone
Листовая подкормка (КАС)	100 кг/га	МТЗ 80+ОП 2000
Гербицидная обработка (Балерина)	0,4 л/га	МТЗ 80+ОП 2000
Первая фунгицидная обработка (Альтосупер)	0,5 л/га	МТЗ 80+ОП 2000
Вторая фунгицидная обработка (Колосаль Про)	0,4 л/га	МТЗ 80+ОП 2000
Уборка	_	Комбайн CLAAS

ном на территории АО «Агрохлебопродукт» – филиал «АгроКевсалинский», расположенном в засушливой зоне Ставропольского края, в 2017– 2019 гг.

Почвенный покров представлен преимущественно темно-каштановыми карбонатными тяжелосуглинистыми почвами, которые характеризуются низким содержанием гумуса (2,61...2,70 %), высокой обеспеченностью подвижными соединениями фосфора (33,2...37,0 мг/кг) и калия (364,5...420,3 мг/кг). Реакция почвенного раствора в верхних горизонтах щелочная в пределах от 7,7 до 7,9 ед. рН. Плотность почвы и запас продуктивной влаги определяли по Б. А. Доспехову, содержание органического вещества - по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91), подвижных соединений фосфора и калия - по Мачигину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205-91), азота – по ГОСТ 26951-86. Почвенные образцы отбирали по фазам роста и развития озимой пшеницы (перед посевом, выход в трубку и полная спелость) в 3-х кратной повторности.

В засушливой зоне края среднемноголетняя температура воздуха составляет 10,1°С, сумма осадков – 506 мм, ГТК – 0,7. В период исследований (2017–2019 гг.) среднегодовая темпе-

вносили аммиачную селитру (100 кг/га). В марте проводили прикорневую подкормку этим же удобрением (100 кг/га), в апреле вносили КАС (100 кг/га).

Математическую обработку результатов выполняли методом двухфакторного дисперсионного анализа, трендовые модели рассчитывали в программе Statistica 17.0.

В среднем за годы исследования в период вегетации озимой пшеницы отмечали изменение плотности почвы в пределах оптимальных для культуры значений: при посеве по подсолнечнику – 1,26...1,30 г/см³, по нуту – 1,17...1,22 г/см³ (табл. 3). В среднем по сортам и за вегетацию культуры

технологии No-till отмечают, как тенденцию к увеличению плотности почвы [11], так и ее разуплотнение при длительном чередовании предшественников с мочковатой и стержневой системой [12].

В среднем за годы исследования в зависимости от периода вегетации культуры в метровом слое почвы по предшественнику подсолнечник содержалось 64,6...66,2 мм, нут – 74,0... 78,8 мм влаги (табл. 4). В среднем по сортам от посева до выхода в трубку отмечали увеличение ее запасов, вызванное выпадением осадков, при возделывании культуры по подсолнечнику на 37,3 мм, по нуту – на 49,8 мм. К фазе полной спелости происходило

3. Влияние предшественников и технологии No-till на плотность почвы в посевах озимой пшеницы в слое почвы 0...30 см (среднее за 2017–2019 гг.), г/см³

Bax common meetings besieve to issue three our (openior of 2011 2010 11), 1/om								
Предшественник	Сорт		Сроп					
(фактор В)	(фактор А)	перед по-	выход	полная	Сред- нее			
(фактор в)	(фактор А)	севом	в трубку	спелость	нее			
Подсолнечник	Зустрич (St.)	1,26	1,31	1,33	1,30			
	Багира	1,25	1,29	1,31	1,28			
	Баграт	1,23	1,26	1,28	1,26			
	среднее	1,25	1,29	1,31	1,28			
Нут	Зустрич (St.)	1,21	1,22	1,23	1,22			
	Багира	1,19	1,20	1,21	1,20			
	Баграт	1,15	1,18	1,19	1,17			
	среднее	1,18	1,20	1,21	1,20			
Перед посевом	HCP ₀₅ : фактор A =	= 0,01; фактор	В = 0,02; взаи	модействие А	AB = 0.04			
Выход в трубку	HCP ₀₅ : фактор A =	0,02; фактор	В = 0,03; взаи	модействие А	AB = 0.04			
Полная спелость	HCP: фактор A =	0.01: фактор	В = 0.04: взаи	модействие А	AB = 0.05			

4. Влияние предшественников и технологии No-till на запас продуктивной влаги в посевах озимой пшеницы в слое почвы 0...100 см (среднее за 2017–2019 гг.), мм

Предшественник	Сорт		Фаза		
(фактор В)	(фактор А)	перед	выход	полная	Среднее
(ψακτορ Β)	(ψακτορ Α)	посевом	в трубку	спелость	
Подсолнечник	Зустрич (St.)	56,0	93,9	43,9	64,6
	Багира	55,1	92,0	42,5	63,2
	Баграт	58,0	95,0	45,6	66,2
	среднее	56,4	93,7	44,0	64,7
Нут	Зустрич (St.)	64,0	114,0	49,0	75,7
	Багира	63,0	112,0	47,0	74,0
	Баграт	67,2	117,4	51,7	78,8
	среднее	64,7	114,5	49,2	76,2
Перед посевом	HCP ₀₅ : фактор	A = 0,3; факто	р В = 0,2; вза	аимодействи	e AB = 0,5
Выход в трубку	HCP ₀₅ : фактор	A = 0,2; факто	р В = 0,3; вза	аимодействи	e AB = 0,5
Полная спелость	HCP ₀₅ : фактор	A = 0,5; факто	р В = 0,1; вза	аимодействи	e AB = 0,6

их уменьшение на 49,7 мм и 65,3 мм соответственно. Наибольшую влагоо-

По результатам исследований, экономический порог их вредоносности

5. Влияние предшественников и технологии No-till на агрохимические показатели почвы в слое почвы 0...30 см, мг/кг почвы

IIUKasai	ели почвы в сл	OC HOAPPI O	30 CW, WII	/ KI IIU IBBI	
Предшественник (фактор В)	Сорт (фактор А)	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее
(+ = = /	(+	Гумус			
Подсолнечник	Зустрич (St.)	2,63	2,62	2,61	2,62
Подоблие пик	Багира	2,62	2,61	2,60	2,61
	Баграт	2,63	2,62	2,61	2,62
	•		2,62	2,61	
1	среднее	2,63			2,62
Нут	Зустрич (St.)	2,69	2,69	2,68	2,69
	Багира	2,70	2,69	2,69	2,69
	Баграт	2,71	2,70	2,69	2,70
	среднее	2,70	2,69	2,69	2,69
HCP_{05} : фактор $A = 0,0$				= 0,05	
		вижный ка.			
Подсолнечник	Зустрич (St.)	372,0	361,0	350,0	361,5
	Багира	371,0	361,0	349,0	360,3
	Баграт	374,0	366,0	357,0	365,7
	среднее	372,3	362,7	352,0	362,5
Нут	Зустрич (St.)	413,0	401,0	385,0	399,7
	Багира	412,0	401,0	384,0	399,0
	Баграт	415,0	405,0	389,0	403,0
	среднее	413,3	402,3	386,0	400,5
HCP ₀₅ : фактор A=2,3;				,-	,.
- 05 + 1- 7-7		ижный фос			
Подсолнечник	Зустрич (St.)	ижный фос 31,9	дор 33,8	32,9	32,9
Подсолнечник	Багира	30,5	33,4	32,5	32,1
	•	30,3		33,2	33,2
	Баграт	32,3 31,6	34,2 33,8	32,8	33,2 32,7
Lb-	среднее	,		,	,
Нут	Зустрич (St.)	34,7	38,7	36,9	36,8
	Багира	34,8	38,6	36,9	36,8
	Баграт	35,0	39,0	38,1	37,4
	среднее	34,8	38,7	37,3	37,0
HCP ₀₅ : фактор A=0,7;	фактор В=0,6; в		гвие АВ=1,1		
_		Азот			
Подсолнечник	Зустрич (St.)	13,4	13,2	13,1	13,2
	Багира	12,8	12,5	12,4	12,6
	Баграт	14,6	14,4	14,2	14,4
	среднее	13,6	13,4	13,2	13,4
Нут	Зустрич (St.)	13,8	13,8	13,7	13,8
	Багира	13,2	13,0	12,9	13,0
	Баграт	15,1	15,0	14,8	14,9
	среднее	14,0	13,9	13,8	13,9
HCP ₀₅ : фактор A=0,2;	фактор В=0,2; в	заимодейст	гвие AB=0,3		

беспеченность наблюдали в посевах сорта Баграт во все фазы развития культуры. Количество продуктивной влаги в почве в этом варианте было больше, чем в посевах стандарта, по подсолнечнику в фазе выхода в трубку на 1,1 мм, полной спелости — на 1,7 мм, по нуту — на 3,4 и 2,7 мм соответственно.

Накопление растительных остатков на поверхности почвы было не равномерным, что привело к увеличению численности мышевидных грызунов.

в осенний период достигается при наличии 30...50 жилых нор/га, в ве-

сенний – 50...100 жилых нор/га [13]. В 2019 г. в весенний период на 1 м 2 поля насчитывалось 1...2 норы, что вызвало увеличение гибели посевов на 5...7%, по сравнению с 2017 г. и 2018 г., несмотря на проведение родентицидных обработок.

В среднем за годы исследования содержание гумуса перед посевом по подсолнечнику находилось в диапазоне 2,61...2,62 %, по нуту – 2,69...2,70 (табл. 5). Применение технологии Notill не оказывало положительного воздействия на органическую составляющую почвы, поскольку она исключает заделку стерни и пожнивных остатков для дальнейшего их разложения [10].

В среднем за годы исследования перед посевом по подсолнечнику содержание подвижного калия в почве находилось в диапазоне 361,3...365,7 мг/кг, по бобовому предшественнику—399,0...403,0 мг/кг; подвижного фосфора—32,1...33,2 и 36,8...37,4 мг/кг; азота—12,6...14,4 и 13,0...14,9 мг/кг соответственно. При этом динамика показателей по годам находилась в пределах ошибки опыта.

За годы наблюдений урожайность озимой пшеницы при посеве по подсолнечнику составила 42,4...47,2 ц/га, по нуту – 44,0...50,0 ц/га. По предшественнику подсолнечник урожайность сорта Баграт была выше, чем у стандарта, на 8 %, по нуту – на 8,7 %. Сорт Багира был хуже стандарта по обоим предшественникам (табл. 6).

На основании регрессионного анализа результатов исследований были разработаны трендовые модели изменения урожайности сортов озимой пшеницы в зависимости от агрохимических показателей почвы и предшественников. По большинству сортов взаимосвязь между факторными признаками (pH, содержание гумуса и P_2O_5) и урожайностью была очень тесной (r=0,934...0,996). Тесная связь (r=0,894) установлена при возделывании сорта Баграт после нута (табл. 7).

Таким образом, возделывание озимой пшеницы без обработки почв на темно-каштановых почвах в засушливой зоне Ставропольского края в течение трех лет не привело к ее уплотнению. Она находилась в пределах оптимальных значений для озимой пшеницы: в среднем по сортам и фа-

6. Влияние предшественников и технологии No-till на урожайность различных сортов озимой пшеницы. ц/га

сортов озимои пшеницы, ц/га								
Предшественник (фактор В)	Сорт (фактор А)	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее			
Подсолнечник	Зустрич (St.)	46,2	43,8	40,8	43,6			
	Багира	45,1	44,3	37,7	42,4			
	Баграт	50,9	47,1	43,6	47,2			
	среднее	47,4	45,0	40,7	44,4			
Нут	Зустрич (St.)	48,7	45,9	43,5	46,0			
	Багира	46,9	45,1	40,1	44,0			
	Баграт	53,7	49,5	46,9	50,0			
	среднее	49,8	46,8	43,5	46,7			
HCP ₀₅ : фактор A=1,2; фактор В	=1,0; взаимодейств	вие АВ=1	,7					

7. Трендовые модели взаимосвязи урожайности сортов озимой пшеницы в зависимости от предшественника, pH, содержания гумуса, P₂O_e*

Сорт	Предшественник	r	Сила связи	Уравнение регрессии
Зустрич (St.)	подсолнечник	0,966	очень тесная	$Y = -119,861 + 7,857x_1 + 38,071x_2 - 0,011x_3$
	нут	0,946	очень тесная	$Y = -132,525 + 11x_1 + 32,500x_2 - 0,125x_3$
Багира	подсолнечник	0,996	очень тесная	$Y = -182,436+4,857x_1+67,571x_2-0,164x_3$
	нут	0,989	очень тесная	$Y = -159,596 + 6,714x_1 + 55,643x_2 - 0,054x_3$
Баграт	подсолнечник	0,934	очень тесная	$Y = -23,704 + 17,286x_1 + 45,357x_2 - 0,346x_3$
	нут	0,894	тесная	$Y = -217,254 + 19,286x_1 + 37,357x_2 - 0,3496x_3$

 $^{^*}$ r – коэффициент Пирсона; факторные признаки: х $_1$ – кислотность, ед. pH; х $_2$ – содержание гумуса, %; х $_2$ – Р $_2$ О $_{z_1}$ мг/кг.

зам развития растений при посеве по подсолнечнику она составляла $1,28 \, \text{г/cm}^3$, по нуту – $1,20 \, \text{г/cm}^3$. От посева до полной спелости в слое почвы $0...30 \, \text{см}$ отмечали ее уплотнение по подсолнечнику на $0,04 \, \text{г/cm}^3$, или $3,2 \, \text{%}$, нуту – на $0,02 \, \text{г/cm}^3$, или $1,7 \, \text{%}$.

Запас продуктивной влаги в почве от посева до фазы выход в трубку при посеве по подсолнечнику увеличивался на 66,1 %, по нуту – 76,9 %, к полной спелости уменьшался на 46,9 % и 42,9 % соответственно. Наибольшую влагообеспеченность наблюдали в посевах сорта Баграт во все фазы развития культуры. Количество продуктивной влаги в почве в посевах этого сорта по подсолнечнику в фазы выхода в трубку и полной спелости составляло 95,0 и 45,6 мм, нуту – 117,4 и 51,7 мм соответственно.

При посеве после подсолнечника урожайность озимой пшеницы варьировала в пределах 42,4...47,2 ц/га, после нута – 44,0...50,0 ц/га. Наиболее урожайным по обоим предшественникам был сорт Баграт, который превзошел стандарт на 3,6...4,0 ц/га.

Трендовые модели отразили очень тесную связь между факторными признаками (предшественником и показателями плодородия почв) и урожайностью озимой пшеницы (*r*=0,934...0,996).

Литература.

- 1. Бурлай А. В., Фурсов А. Д. Оценка агрохимического и эколого-токсикологического состояния земель сельскохозяйственного назначения в западной части Ставропольского края // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 4. С. 16–19.
- 2. Попов В. В. Состояние плодородия пахотных земель в юго-восточных районах Ростовской области // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. \mathbb{N}^3 3. С. 7–11.
- 3. Шеховцов Г. А., Чайкина Н. Н. Мониторинг плодородия почв // Земледелие. 2018. № 6. С. 21–26.
- 4. Disk-till vs. no-till maize evapotranspiration, microclimate, grain yield, production functions and water productivity / S. Irmak, M. S. Kukal, A. T. Mohammed et al. // Agricultural water management. 2019. Vol. 216. Pp. 177–195.
- 5. Ореховская А. А., Ореховская Т. А. Запасы продуктивной влаги в почве в посевах озимой пшеницы // Проблемы и перспективы инновационного развития агротех-

нологий: материалы XX Международной научно-производственной конференции. Белгород: Белгородский государственный аграрный университет имени В. Я. Горина, 2016. С. 41–42.

- 6. Previous crop as an element of organic farming in the cultivation of winter wheat in the Central pre Caucasus / O. I. Vlasova, V. M. Perederieva, I. A. Volters et al. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. Vol. 9. No. 6. Pp. 1272–1276.
- 7. Беляева О. Н. Система No-till и ее влияние на доступность азота почв и удобрений: обобщение опыта // Земледелие. 2013. № 7. С. 16–18.
- 8. Капустин С. И. Элементы энергосберегающих технологий // Сельскохозяйственный журнал. 2019. № 3 (12). С. 12-18.
- 9. Дридигер В. К. Технология No-till и допускаемые при ее освоении ошибки // Сельскохозяйственный журнал. 2018. № 1 (11). С. 14–23.
- 10. Динамика изменения агрофизических свойств почвы при возделывании полевых культур по технологии No-till / В. К. Дридигер, В. В. Кулинцев, Р. С. Стукалов и др. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018.
- 11. Дридигер В. К. Теоретические основы возделывания сельскохозяйственных культур без обработки почвы на Юге России // Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной научисматериалы IV международной научнопрактической конференции. Симферополы: ООО «Издательство Типография «Ариал», 2019. С. 41–43.
- 12. Хилевский В. А., Зверев А. А. Мышевидные грызуны на озимой пшенице в Ростовской области // Приоритетные научные направления: от теории к практике. 2015. № 18. С. 71–79.
- 13. Письменная Е. В., Азарова М. Ю. Оценка состояния посевов озимой пшеницы в осенний период в засушливой зоне Ставропольского края // Агропромышленные технологии Центральной России. 2019. № 1 (11). С. 43–53.

Influence of forecrops of winter wheat cultivated under no-till technology on the dynamics of soil fertility indicators and yield under conditions of the dry zone of the Stavropol Territory

M. Yu. Azarova, E. V. Pis'mennaya, V. A. Stukalo, T. G. Zelenskaya, L. V. Kipa

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

Abstract. The studies were carried out to identify the possibilities of growing winter wheat after sunflower and chickpea using no-till technology. The work was performed in the arid zone of the Stavropol Territory in 2017-2019. The soil was dark chestnut with a humus content of 2.61-2.70%, provision with mobile phosphorus compounds of 33.2-37.0 mg/kg, with potassium - 364.5-420.3 mg/ kg: pH value was from 7.7 to 7.9 units. The experiment design included the study of the following factors: variety (factor A) and forecrop (factor B). We used Zustrich (St.), Bagira, and Bagrat varieties; sunflower and chickpea were forecrops. The soil was sampled before sowing, in the phases of stem elongation and full ripeness. On average. over varieties and for the growing season, the density of the soil was 1.25-1.31 g/cm3 after sunflower, 1.18-1.21 g/cm3-after chickpea. On average over varieties from sowing to the stem elongation, the soil moisture content after sunflower increased by 66.1%, after chickpea - by 77.0%, to the full ripeness, its reserves decreased by 47.0 and 43.0%, respectively. The greatest moisture supply was observed in the plots with Bagrat variety for both forecrops: 58.0 mm and 67.2 mm, respectively. The average yield of winter wheat after sunflower was at the level of 4.48 t/ha, after chickpea - 4.70 t/ha. Bagrat turned out to be the most productive variety after both forecrops and exceeded the standard by 0.36-0.40 kg/ha, respectively. Trend models reflected a very close relationship between factor attributes (forecrop and soil fertility indicators) and winter wheat productivity (r = 0.934-0.996).

Keywords: winter wheat (Triticum aestivum L.); forecrop; no-till technology; agrophysical and agrochemical properties of the soil.

Author Details: M. Yu. Azarova, post graduate student (e-mail: azarova778@gmail.com); E. V. Pis'mennaya, D. Sc. (Agr.), prof.; V. A. Stukalo, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.; T. G. Zelenskaya, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.; L. V. Kipa, senior lecturer.

For citation: Azarova MYu, Pis'mennaya EV, Stukalo VA, et al. [Influence of forecrops of winter wheat cultivated under no-till technology on the dynamics of soil fertility indicators and yield under conditions of the dry zone of the Stavropol Territory] // Zemledelie. 2020;(3):33-6. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10309.



Эффективность применения жидких и твердых азотных минеральных удобрений в ранневесеннюю подкормку посевов озимой пшеницы

А. Н. ЕСАУЛКО, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (e-mail: aesaulko@yandex.ru) Г. А. ГАРИБДЖАНЯН, аспирант Е. В. ГОЛОСНОЙ, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Н. В. ГРОМОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель Ставропольский государственный аграрный университет, пер. Зоотехнический, 12, Ставрополь, 355017, Российская Федерация

Исследования проводили с целью изучения влияния видов, возрастающих доз и кратности внесения твердых и жидких азотных удобрений в ранневесеннюю подкормку на урожайность и качество зерна озимой пшеницы для совершенствования технологии возделывания культуры. Эксперименты выполняли в 2016-2019 гг. в Центральном Предкавказье. Территория проведения опытов находится в зоне неустойчивого увлажнения, почва - чернозем выщелоченный, мощный, среднегумусный тяжелосуглинистый. В трехфакторном опыте изучали эффективность подкормки возрастающими дозами (35, 70, 105, 140 кг/га д.в.) различных азотных удобрений (аммиачная селитра (Naa) и карбамидно-аммиачная смесь (КАС)) и кратности их внесения (однократное, дробное). Контроль - без подкормки. На фоне повышенного температурного режима во все годы исследований (на 0,2...2,2°С больше среднемноголетнего) гидротермический коэффициент в 2016/17 сельскохозяйственном году был равен 1,24, в 2017/18 г. - 0,74; в 2018/19 г. – 0,63. Все изучаемые дозы азотных удобрений обеспечили достоверную прибавку урожайности озимой пшеницы, по сравнению с контролем (0,82...2,80 т/ га). Дробное внесение КАС и аммиачной селитры оказалось эффективным только при использовании дозы 140 кг/га д.в. В этих вариантах отмечен наибольший сбор зерна - 6,34 и 6,22 т/га соответственно. Азотные удобрения, вне зависимости от вида и кратности внесения, значительно увеличили содержание белка и клейковины в зерне, по сравнению с контролем, на 0,8...3,9 % и 1,3...10,2 % соответственно. С экономической точки зрения из изученных вариантов наиболее предпочтительно дробное внесение карбамидно-аммиачной смеси в дозе N₇₀₊₇₀: прибыль – 47866 руб./ га, уровень рентабельности – 139 %.

Ключевые слова: озимая пшеница (Triticum aestivum L.), азотные удобрения, подкормка, урожайность, качество зерна.

Для цитирования: 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. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10310.

Озимая пшеница – наиболее ценная зерновая культура, выращиваемая практически во всех климатических зонах России. Вместе с этим она очень требовательна к почвам, запасам почвенной влаги, элементов минерального питания и др. Формирование высокой урожайности предопределяют ряд факторов, среди которых обеспеченность почв макрои микроэлементами [1, 2].

Для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур используют минеральные удобрения. Они также служат важнейшим инструментом регулирования биологического круговорота, предотвращающим истощение почв, деградацию агроландшафтов. Применение удобрений с учетом биологических особенностей растений – одно из условий оптимизации сельскохозяйственного производства, экологического и экономического благополучия общества [3].

Азотные подкормки – важный элемент технологии возделывания озимой пшеницы. Как правило, рано весной в фазе кущения нитрификация и аммонификация в почве замедляются по ряду причин, в том числе из-за низких температур. В результате у растений отмечают признаки азотного голодания и, как следствие, снижение урожая [4, 5, 6].

Приоритетная задача агрохимии – рациональный подход к применению удобрений, а также повышение их окупаемости прибавкой урожая. Ее решением может стать внесение жидких и твердых минеральных удобрений в виде ранневесенней подкормки. Увеличением их доз можно обеспечить значительную прибавку сбора зерна [7, 8, 9].

Одним из факторов, влияющих на эффективность азотных удобрений, считают подбор их видов и форм. На юге России среди твердых азотных удобрений наиболее распространены аммиачная селитра и карбамид, а среди жидких – карбамидноаммиачная смесь (КАС) [10, 11].

На трансформацию азота в почве и его потребление растениями озимой пшеницы влияет срок внесения удобрений – чем он ближе к началу устойчивого возобновления вегетации рано весной, которое считают критическим периодом потребления этого элемента растениями, тем выше его использование. При дробном внесении азотных удобрений их эффективность определяют метеоусловия, обеспеченность почвы нитратным и аммонийным азотом, сроки и способы использования [12, 13, 14].

Цель исследований – изучение влияния возрастающих доз аммиачной селитры и КАС в ранневесеннюю подкормку на урожайность и качество зерна озимой пшеницы для совершенствования технологии возделывания культуры.

Работу проводили в 2016-2019 гг. в Ставропольском государственного аграрном университете в Центральном Предкавказье. Почва опытного участка - чернозем выщелоченный мощный среднегумусный тяжелосуглинистый со следующими агрохимическими характеристиками: содержание гумуса (по Тюрину в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26213-91) - 5,2...5,9 %, нитрификационная способность (ионометрическим методом, ГОСТ 26951-86) - 16...30 мг/кг, обеспеченность подвижными формами фосфора и калия (по Мачигину в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26205-91) - 18...28 и 240...290 мг/кг соответственно. Реакция почвенного раствора в верхних горизонтах почвы нейтральная, pH_{вод} – 6,2...6,7.

Среднемноголётнее количество осадков в районе проведения эксперимента составляет 551 мм, из которых 350...370 мм приходится на вегетационный период озимой пшеницы, среднегодовая температура воздуха – 9,2 °C, гидротермический коэффициент – 1,1...1,3.

В годы исследований метеоусловия оказывали различное влияние на формирование урожайности: 2016/17 сельскохозяйственный год характеризовался оптимальной увлажненностью (количество осадков превысило норму на 101 мм). Среднегодовая температура воздуха (9,4°С) и ГТК (1,24) соответствовали среднемноголетним. Сумма осадков (514 мм) в 2017/18 сельскохозяйственном году оказалась ниже нормы

Земледелие № 3 2020

1. Влияние видов, доз и кратности внесения азотных удобрений на урожайность озимой пшеницы (среднее за 2016–2019 гг.), т/га

		Удобрение	(фактор А)		
Поээ кг/гэ п в	N	aa	K.A	Среднее	
Доза, кг/га д.в. (фактор В)	кра	по факто-			
(φακτορ Β)	однократ-	прукратиор	однократ-	двукрат-	ру В
	ное	двукратное	ное		
Контроль	3,19	3,15	3,13	3,19	3,17
35 _(17,5+17,5) *	3,92	3,92	4,10	4,00	3,99
70 ₍₃₅₊₃₅₎ *	4,53	4,69	4,65	4,67	4,64
105 ₍₇₀₊₃₅₎ *	5,09	5,36	5,26	5,46	5,29
140 ₍₇₀₊₇₀₎ *	5,54	6,22	5,76	6,34	5,97
Среднее по фактору А	4,	56	4,	66	
Среднее по фактору С	4,52	4,70			
$HCP_{05 \text{ фактор A}} = 0,16; HCP_{05 ф$	рактор в =0,34;	НСР _{05 фактор С}	= 0,18; HCP ₀	5 взаимодействие Al	_{BC} = 0,42

^{* –} дозы азота при двукратном внесении.

на 37 мм, что на фоне повышенного температурного режима (11,4 °C) снизило ГТК до 0,74 и дало основание считать анализируемый год засушливым. Условия 2018/19 года характеризовались низким количеством выпавших осадков (474 мм) и повышенной, относительно нормы, среднегодовой температурой воздуха на 1,7 °C при ГТК=0,63.

Схема опыта предусматривала следующие варианты:

вид удобрения (фактор A) – аммиачная селитра (ГОСТ 2-2013, твердые); КАС-32 (ТУ 2181-629-00209023-02, жидкие);

доза внесения удобрений (фактор В) – 35, 70, 105, 140 кг/га д.в.;

кратность внесения удобрений (фактор С) – однократное, дробное.

До посева в качестве фона под все варианты вносили аммофос в дозе $N_{12}P_{52}$. Контроль – без дополнительных азотных удобрений.

Первую азотную подкормку проводили в фазе полного кущения весной при возобновлении вегетации растений озимой пшеницы, при дробном внесении – вторую в конце кущения.

Делянки размещали методом рендомизированных повторений в 3-х кратной повторности. Общая площадь делянки – 72 м²; учетная – 40 м².

Учет урожая проводили методом механизированной уборки с последующим пересчетом на стандартную влажность и чистоту по методике Госсортоиспытания [15]; содержание белка в зерна определяли по ГОСТ 10846-91; массовую долю клейковины – ГОСТ Р 54478-2011.

Экономическую эффективность рассчитывали по технологическим картам с использованием действующих на 2019 г. нормативов затрат и цен. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом трехфакторного дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (М., 2011).

Вид азотного удобрения не оказал значительного влияния на урожай-

ность (табл. 1) – средние по фактору A (Naa и KAC) находились на одном уровне (4,56 и 4,66 т/га соответственно).

Все изучаемые дозы азотных удобрений в среднем по опыту обеспечили значительную прибавку урожайности, по сравнению с контролем, на уровне 0,82...2,80 т/га. Дробная подкормка увеличила урожайность, относительно разового применения всей дозы, на 0,18 т/га. Причем существенную прибавку отмечали только в вариантах с высокими дозами азота (140 кг/га д.в.). В этих же вариантах зафиксирован наибольший сбор: при использовании КАС – 6,34 т/га, Naa – 6,22 т/га.

на 0,8...3,9 % (табл. 2). При анализе средних по фактору С отмечена значимая прибавка содержания белка от дробного внесения азотных удобрений (на 0,4 %), относительно однократной подкормки. Самое высокое содержание белка в зерне (14,7 %) зафиксировано при дробном использовании КАС в дозе N_{70-70} .

В среднем по всем изучаемым дозам при внесении КАС содержание клейковины было выше, чем на фоне использования Naa, на 0,7 % (табл. 3). По мере наращивания доз азотной подкормки (фактор В) величина этого показателя повышалась, по сравнению с контролем, на 1,3...10,2 %. Наибольшее содержание клейковины обеспечила максимальная в опыте доза $N_{_{140\,(70+70)}}$ при двукратном внесении КАС (27,9 %), что соответствует зерну 3-го класса. Дробное использование азотных удобрений незначительно влияла на величину этого показателя. В контроле было выращено зерно 5 класса, а при внесении N_{35} и N_{70} оно соответствовало 4-му классу.

Экономическую эффективность рассчитывали для вариантов с применением максимальной в опыте дозы азота 140 кг/га д.в. в виде аммиачной селитры и КАС, как обеспе-

2. Влияние азотных подкормок на содержание белка в зерне озимой пшеницы (среднее за 2016–2019 гг.), %

			- ,, -		
		Удобрение	(фактор А)		Сполиос
Доза, кг/га д.в.	Na	aa	KAC		Среднее
(фактор В)	кра	атность внесе	ния (фактор С)	по фак-
	однократное	двукратное	однократное	двукратное	тору В
Контроль	10,2	10,1	10,2	10,1	10,2
35 _(17,5+17,5) *	11,0	11,1	10,7	11,0	11,0
70 ₍₃₅₊₃₅₎ *	11,5	11,8	12,1	12,6	12,0
105 ₍₇₀₊₃₅₎ *	12,3	13,0	12,5	13,1	12,7
140 ₍₇₀₊₇₀₎ *	13,5	14,2	14,1	14,7	14,1
Среднее по фактору А	11	,9	12,1	1	
Среднее по фактору С	11,8		12,2		
$HCP_{05 \text{ фактор A}} = 0,3, HCP_{0}$	_{5 фактор В} = 0,3, Н	ICP _{05 фактор C} = (0,2, HCP _{05 взаимо}	действие АВС = 0	,60

^{* –} дозы азота при двукратном внесении.

В среднем все изучаемые дозы азотных удобрений достоверно увеличивали содержание белка в зерне, по сравнению с контролем, чивших наибольшую урожайность и самые высокие показатели качества зерна, по сравнению с другими вариантами опыта (табл. 4).

3. Влияние азотных подкормок на содержание клейковины в зерне озимой пшеницы (среднее за 2016–2019 гг.), %

	Удобрение (фактор А)								
		удоорение			Сред-				
Доза, кг/га д.в.	l Na	a	KA	C	нее по				
(фактор В)	кра	тность внесе	ения (фактор С	C)	фактору				
	однократное	двукратное	однократное	двукратное	В				
Контроль	16,7	16,8	16,7	16,8	16,8				
35 _(17,5+17,5) *	18,1	18,2	17,8	18,3	18,1				
70 ₍₃₅₊₃₅₎ *	19,0	19,7	21,3	22,5	20,6				
105 ₍₇₀₊₃₅₎ ^	23,1	24,1	23,3	24,6	23,8				
140 ₍₇₀₊₇₀₎ *	25,6	27,5	27,1	27,9	27,0				
Среднее по фактору А	20,	9	21	,6					
Среднее по фактору С	20,9	21,6							
$HCP_{05 \text{ фактор A}} = 0,6, HCP_{0}$	_{05 фактор В} = 1,2, Н	ICP _{05 фактор С} =	0,8, HCP _{05 взаим}	одействие АВС = 2	,0				

^{* –} дозы азота при двукратном внесении.

4. Экономическая эффективность производства зерна озимой пшеницы в зависимости от доз азотных удобрений (среднее за 2016–2019 гг.)

П			Вариант		
Показатель	контроль	Naa ₁₄₀	Naa ₇₀₊₇₀	KAC ₁₄₀	KAC ₇₀₊₇₀
Урожайность с 1 га, т	3,19	5,54	6,22	5,76	6,34
Цена за 1 т, руб.	11000	13000	13000	13000	13000
Денежная выручка с 1 га, руб.	35090	72020	80860	74880	82420
Затраты труда на 1 га, челч.	12,6	13,9	14,2	13,9	14,2
Затраты труда на 1 т, челч.	3,94	2,51	2,28	2,40	2,20
Производственные затраты на 1 га, руб.	26250	34520	35280	34094	34554
Себестоимость 1 т продукции, руб.	8228	6231	5672	5919	5450
Прибыль на 1 га, руб.	8840	37500	45580	40786	47866
Уровень рентабельности, %	34	109	129	120	139

По сравнению с контролем, внесение $N_{_{140}}$ и $N_{_{70+70}}$ увеличивало денежную выручку на 36930...47330 руб.; затраты труда на 1 га - на 1,3 и 1.6 чел.-ч.; производственные затраты - на 7844...9030 руб.; прибыль – на 28660...39026 руб. При этом себестоимость 1 т зерна снижалась на 1997...2778 руб., а уровень рентабельности в вариантах внесения N₁₄₀ и N₇₀₊₇₀ возрастал – на 75 и 105 % соответственно. По всем рассмотренным показателям экономической эффективности разовое и дробное внесение карбамидно-аммиачной смеси в дозе 140 кг д.в. оказалось выше, чем при использовании аммиачной селитры.

Таким образом, применение возрастающих доз азотных удобрений на черноземе выщелоченном Центрального Предкавказия обеспечило значительную прибавку урожая озимой пшеницы, относительно контроля, на 0,82...2,80 т/га. Дробное применение удобрений относительно разового внесения всей дозы увеличило урожайность зерна на 0,18 т/га. В среднем азотные подкормки увеличивали содержание белка в зерне относительно контроля на 0,8...3,9 %; клейковины – на 1,3...10,2 %.

Согласно результатам экономической оценки применение азотных удобрений наиболее предпочтительно путем дробного внесения карбамидно-аммиачной смеси в дозе N₇₀₊₇₀. Прибыль в этом случае составит 47866 руб./га, уровень рентабельности – 139 %.

Литература.

- 1. Сычёв В. Г., Милашенко Н. З., Шафран С. А. Агрохимические аспекты получения высококачественного зерна в России // Плодородие. 2018. № 1. С. 18–19.
- 2. Есаулко А. Н., Ожередова А. Ю., Громова Н. В. Оптимизация питания сортов озимой пшеницы путем внесения расчетных доз минеральных удобрений на планируемый уровень урожайности // Агрохимический вестник. 2018. № 4. С. 3–7.
- 3. Кирюшин В. И. Минеральные удобрения как ключевой фактор развития сельского хозяйства и оптимизации природопользования // Достижения науки и техники АПК. 2016. № 3. С. 19–25.

- 4. Шеуджен А. Х Агрохимия: учеб. пособие. М.: ООО «Полиграф Юг», 2017. 860 с.
- 5. Агрохимия / В. Г. Минеев, В. Г. Сычёв, Г. П. Гамзиков и др. М.: ВНИИА, 2017. 854 с.
- 6. Responses of winter wheat production to green manure and nitrogen fertilizer on the loess plateau / Z. Dabin, Y. Pengwei, Z. Na et al. // Agronomy Journal. 2015. Vol. 107. No. 1. P. 361–374.
- 7. Завалин А. А., Соколов О. А. Азот и качество зерна пшеницы // Плодородие. 2018. № 1. С. 14–17.
- 8. Муравин Э. А., Титова В. И. Агрохимия. М.: КолосС, 2010. 463 с.
- 9. Influence of crop residue management, cropping system and N fertilizer on soil N and C dynamics and sustainable wheat (*Triticum aestivum* L.) production / J. Bakht, M. Shafi, M. Tariq Jan et al. // Soil and Tillage Research. 2009. Vol. 104. No. 2. P. 233–240.
- 10. Донцов А. Ф., Есаулко А. Н., Сигида М. С. Изучение доз и способов ранневесенней подкормки озимой пшеницы на черноземе обыкновенном // Агрохимический вестник. 2012. № 6. С. 22–24.
- 11. Мониторинг плодородия почв Ставропольского края: динамика агрохимических показателей с учетом зональных особенностей почв / В. Н. Ситников, В. П. Егоров, А. Н. Есаулко и др. // Агрохимический вестник. 2018. № 4. С. 14–17.
- 12. Завалин А. А., Соколов О. А., Шмырева Н. Я. Азот в агросистеме на черноземных почвах. М.: РАН, 2018. 180 с.
- 13. Роль азота в интенсификации продукционного процесса сельскохозяйственных культур / В. Г. Сычёв, О. А. Соколов, А. А. Завалин и др. М.: ВНИИА, 2012. 271 с.
- 14. Завалин А. А., Соколов О. А. Потоки азота в агроэкосистеме: от идей Д. Н. Прянишников. М: ВНИИА, 2016. 900 с.
- 15. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под общ. ред. М. А. Федина. М.: Министерство сельского хозяйства СССР, 1985. Вып. 1. 269 с.

Efficiency of liquid and solid nitrogen mineral fertilizers under early spring top dressing of winter wheat

A. N. Esaulko, G. A. Garibdzhanyan, E. V. Golosnoi, N. V. Gromova Stavropol State Agrarian University, per. Zootekhnicheskii, 12, Stavropol', 355017, Russian Federation

Abstract. The studies aimed at the determination of the influence of types increasing doses and the application frequency of solid and liquid nitrogen fertilizers under early spring top dressing on the yield and quality of winter wheat grain to improve the technology of the crop cultivation. The experiments were performed in 2016-2019 in the Central Ciscaucasia. The territory of the experiments was in the zone of unstable moisture, the soil was leached chernozem, thick, heavy loamy with medium humus content. In a threefactor experiment, we studied the efficiency of top dressing by various nitrogen fertilizers (ammonium nitrate (Naa) and urea-ammonia mixture (UAM)) depending on the dose (35, 70, 105, 140 kg/ha a.s.) and the application frequency (single, fractional). The control was without top dressing. Against the background of increased temperature conditions in all years of the research (the average temperature was higher by 0.2-2.2 C than the long-term average annual value), the hydrothermal coefficient in the 2016/17 agricultural year was 1.24, in 2017/18 - 0.74; in 2018/19 -0.63. All studied doses of nitrogen fertilizers provided a significant increase in winter wheat productivity, compared with the control (0.82-2.80 t/ha). Fractional application of UAM and ammonium nitrate was effective only at the dose of 140 kg/ ha. In these variants, the largest grain harvest was noted: 6.34 and 6.22 t/ha, respectively. Nitrogen fertilizers, regardless of the type and frequency of application, significantly increased the protein and gluten content in the grain, compared to the control, by 0.8-3.9% and 1.3-10.2%, respectively. From an economic point of view, the fractional application of ureaammonia mixture at the dose of N(70 + 70)is the most preferable among the studied options: the profit was 47,866 rubles/ha, the profitability level was 139%.

Keywords: winter wheat (Triticum aestivum L.) nitrogen fertilizers; top dressing; productivity; grain quality.

Author Details: A. N. Esaulko, D. Sc. (Agr.), professor of the RAS (e-mail: aesaulko@yandex.ru), G. A. Garibdzhanyan, post graduate student, E. V. Golosnoi, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.; N. V. Gromova, Cand. Sc. (Agr.), senior lecturer.

For citation: Esaulko AN, Garibdzhanyan GA, Golosnoi EV, et al. [Efficiency of liquid and solid nitrogen mineral fertilizers under early spring top dressing of winter wheat]. Zemledelie. 2020;(3):38-40. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10310.



doi: 10.24411/0044-3913-2020-10311

УДК: 633.34:631.526.32:631.559:631.452:631.67

Урожайность сортов сои различных групп спелости при естественном плодородии почвы в условиях орошения

О. Г. ШАБАЛДАС¹, кандидат сельскохозяйственных наук. доцент (e-mail: shabaldas-olga@mail.ru) К. И. ПИМОНОВ², доктор сельскохозяйственных наук. профессор Л. В. ТРУБАЧЕВА¹, кандидат сельскохозяйственных наук. доцент С. С. ВАЙЦЕХОВСКАЯ¹, кандидат экономических наук, доцент ¹Ставропольский государственный аграрный университет, пер. Зоотехнический, 12, Ставрополь, 355017, Российская Федерация ²Донской государственный аграрный университет, ул. Кривошлыкова 24, пос. Персиановский, Октябрьский р-н, Ростовская обл., 346493, Российская

Федерация

Исследования проводили с целью подбора наиболее продуктивных сортов сои для увеличения производства зерна при оптимизации влагообеспеченности посевов путем орошения. Работа выполнена в условиях степной зоны Центрального Предкавказья в 2005-2011 гг. Почва опытного участка карбонатный мощный малогумусный тяжелосуглинистый чернозем на лессовидном суглинке. Материалом для исследования служили 12 сортов разных групп спелости южного экотипа. Предшественник – озимая пшеница. Норма высева семян скороспелых сортов – 600 тыс. шт./га, раннеспелых – 550 тыс. шт./га, среднеспелых – 500 тыс. шт./га. Ширина междурядий 70 см. Поливы проводили дождевальной машиной ДДА-100МА расчетной поливной нормой, которая в среднем составляла 350...580 м³/га. В группе скороспелых сортов период всходы-цветение был наиболее коротким (37 дн.), у раннеспелых и среднеспелых сортов он увеличивался на 4...9 дн. Период от цветения до налива бобов был наиболее продолжительным и сильно варьировал по группам спелости сорта раннеспелой и среднеспелой групп проходили его на 8...13 дн. дольше, чем скороспелые. Период вегетации в среднем за годы исследований у скороспелых сортов составил 102 дн., у раннеспелых и среднеспелых – на 15...26 дн. дольше. В среднем за 2005–2011 гг. самая высокая урожайность в опыте сформирована при выращивании среднеспелого сорта Селекта 302-2,51 т/га,

что больше стандарта (Вилана) на 0,07 т/га, прибыль в этом варианте составила 25536,3 руб./га, при себестоимости 12826.2 руб./т и рентабельности 79.3 %.

Ключевые слова: соя культурная (Glycine max (L) merryll), группа спелости, сорт, суммарное водопотребление, урожайность, межфазный период, орошение.

Для цитирования: 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:10.24411/0044-3913-2020-10311.

Россия занимает 11 место в мире по производству сои, но в то же время вынуждена импортировать семена этой культуры из других государств. По данным Росстата, в 2018 г. посевные площади сои в нашей стране составляли 2 919,0 тыс. га. За год они увеличились на 10,7 % (283,2 тыс. га), за 5 лет – на 90,0 % (1 382,3 тыс. га), за 10 лет - на 290,1 % (2170,8 тыс. га). В сравнении с 2001 г., площади посевов культуры выросли на 600,7 % (2502,5 тыс. га) [1]. При этом в стране есть все условия для дальнейшего расширения её производства. Например, в Ставропольском крае большинство почвенно-климатических зон благоприятны для возделывания сои. В последние годы площадь посевов сои в хозяйствах всех категорий на Ставрополье колеблется в пределах 30 тыс. га при урожайности 1,2 т/га [2].

Как указывал профессор В. М. Пенчуков, почвенно-климатические условия Ставропольского края позволяют выращивать сою на орошении практически во всех районах. Возделывать культуру без полива возможно на небольших площадях, сосредоточенных лишь в Центральной и Предгорной зонах края. Учитывая, что большая часть пахотных земель находится в нестабильных условиях по выпадению осадков, а критический период сои по влагообеспеченности приходится на межфазный период от цветения до налива бобов, возникает необходимость увеличения площади

орошаемых земель и подбора сортов культуры, адаптированных для выращивания в условиях орошения [3].

В. Б. Енкен [4] отмечал, что отношение сортов к продолжительности светового дня во многом зависит от района их происхождения. По реакции на изменение светового режима он разделил все сорта сои на 4 группы: очень слабо реагирующие (скороспелые), слабо (раннеспелые) средне (среднеспелые) и сильно реагирующие (позднеспелые). Так, среднеспелые и скороспелые сорта сои, созданные в условиях Дальневосточного региона, слабо реагируют на продолжительность дня и относятся к нейтральным сортам. Такие генотипы могут созревать в условиях как короткого, так и длинного дня. У южных сортов, попадающих в северные районы, длительность вегетационного периода возрастает, а при перемещении северных экотипов на юг – уменьшается. В связи с этим растения сои могут обладать наиболее высокой продуктивностью только в тех условиях, в которых их создавали [4].

Многие исследователи [5, 6, 7] **УТВЕРЖДАЮТ. ЧТО КАЖДОМУ СОРТОТИПУ И** сортообразцу зернобобовых культур, учитывая морфологическое строение растения, период прохождения фенологических фаз и прочее, свойственен определенный критический период по обеспеченности влагой. Ее отсутствие в это время невозможно компенсировать более поздним избытком осадков. По мнению О. В. Щегорец [8], критический период по обеспеченности влагой индивидуален для каждого вида и сорта бобового растения и зависит от таких факторов, как биометрические параметры растения, длительности межфазных периодов, показателей структуры урожая и урожайности в целом. Для прорастания семян необходимо количество воды, равное 150...220 % от их сухой массы. Кроме того, на скорость этого процесса сильно влияют температура воздуха и почвы. Транспирационный коэффициент в период вегетации сои может варьировать в пределах от 239 до 990 (в среднем для вегетационного периода – 520). Опыт возделывания сои свидетельствует о том, что самые критические периоды по ее влагообеспеченности приходятся на фазы цветения и образования бобов [9, 10].

Цель исследований – подобрать наиболее продуктивные сорта для увеличения производства семян сои при оптимизации влагообеспеченности посевов путем орошения в условиях степной зоны Центрального Предкавказья.

Опыты проводили в 2005-2011 гг. на базе ОПХ «Изобильненское» Изобильненского района Ставропольского края, которое расположено рядом с каналом Право-Егорлыкской оросительнообводнительной системы. Почва экспериментального участка - карбонатный мощный малогумусный тяжелосуглинистый чернозем, сформированный на лёссовидном суглинке. Грунтовые воды залегают на глубине 1,7...2,2 м. В солевом составе грунтовых вод преобладют сульфаты, из них более 50 % гипса. На хлориды приходится до 10...12 % сухого остатка. Содержание сухого остатка 1,2...1,5 г/л воды. Плотность почвы в слое 0...50 см составляет 1,27 г/см³; общая скважность - 53,7 %; максимальная гигроскопичность - 9,8 %; наименьшая влагоёмкость в слое 0...100 см – 26,6 % от массы абсолютно-сухой почвы; влажность устойчивого завядания (мертвый запас) – 10,5 %.

Согласно агрохимическому обследованию, проведенному в годы закладки полевых опытов, почва экспериментального участка в целом обладает высоким потенциальным плодородием и способна обеспечить хорошие урожаи сельскохозяйственных культур, в частности, сои. Содержание гумуса в пахотном слое почвы орошаемого участка варьирует от 3,4 до 3,6 % (по Тюрину). Реакция почвенного раствора слабощелочная, рН – 7,85...7,96 (по ГОСТ 26423-85). Содержание кальция и магния в пахотном горизонте составляет соответственно 26,2 и 1,73 мг-экв/100 г почвы. Нитрификационная способность по Кравцову (в модификации Болотиной) - 24,8...29,6 мг/кг почвы. Содержание подвижного фосфора (по Мачагину) варьирует от 18,4 до 20,6 мг/кг, что соотвествует средней обеспеченности, подвижного калия (по Кирсанову) - 347...378 мг/кг (высокая обеспеченность). Содержание серы, кобальта, меди и цинка – низкое и составляет соответственно 5,20; 0,05; 0,6 и 0,12 мг/кг, бора - высокое (2,2 MF/KF).

В период исследований погодные условия различались по температурному режиму, особенно по количеству осадков. В целом можно отметить, что наиболее острозасушливыми были 2007 и 2010 гг., когда за период вегетации сои выпадало 120...175 мм, что меньше нормы на 53,0...125,5 %, дефицит влаги приходился на вторую половину вегетации растений сои. Хорошо обеспеченным влагой был 2009 г., когда в период вегетации сои выпало 315 мм садков, превысив среднемноголетние показатели на 60,7 %. Остальные годы исследований (2005, 2006, 2008 и 2011 гг.) по обеспеченности влагой можно отнести к умеренным - количество осадков находилось в пределах 203...279 мм.

Материалом для исследований служили 12 сортов сои разных групп спелости южного экотипа: скороспелые (Лира, Бара, Злата, Селекта 101), раннеспелые (Дельта, Дуар, Селекта 201, Армавирская2) и среднеспелые (Вилана, Селекта 302, Армавирская 15), созданные в Южном федеральном округе.

Агротехнические мероприятия проводили в соответствии с рекомендациями по возделыванию культуры в условиях зоны [12]. Предшественник – озимая пшеница.

Система основной обработки почвы состояла из дискового лушения стерни и последующей вспашки на глубину 25... 27 см. Перед посевом проводили две культивации. Норму высева в условиях орошения увеличивали на 100 тыс./га всхожих семян, по сравнению с рекомендованными для обычных условий. Для скороспелых сортов она составляла 600 тыс. шт./га, раннеспелых – 550 тыс. шт./га, и среднеспелых – 500 тыс. шт./га. Посев осуществляли в первой и второй декадах мая в зависимости от погодных условий. Ширина междурядий 70 см. Для поддержания предполивной влажности почвы 70...80 % в слое 0,6 м поливы проводили дождевальной машиной ДДА-100МА расчетной поливной нормой, которая в среднем составляла 350...580 м³/га. Инокуляцию семян штаммами ризобий не проводили, так как сою в севообороте возделывают регулярно один раз в пять лет. Перед посевом семена обрабатывали фунгицидом Феразим КС (500 г/л), в период опыта Б. А. Доспехова. Учеты и наблюдения осуществляли в соответствии с «Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [13] и «Методикой полевых опытов в условиях орошения» [14], суммарное водопотребление определяли водобалансовым методом А. Н. Костякова [15], статистическую обработку полученных данных выполняли в программе Excel.

В результате сложившихся погодных условий посев сои в 2005–2007 гг. и в 2011 г. проводили при достаточном количестве тепла и влаги в первой декаде мая. Обильные осадки в первой декаде мая и низкая температура воздуха в 2008–2009 гг. сместили время посева на более поздние сроки – вторую декаду мая. Высокая температура воздуха и отсутствие осадков в апреле и первой декаде мая в 2010 г. позволили провести посев сои только во второй декаде мая.

Различия в прохождении межфазных периодов отмечены в фазе цветения растений сои (табл. 1). В группе скороспелых сортов продолжительность периода всходы-цветение была наименьшей - в среднем 37 дн., у раннеспелых и среднеспелых сортов она увеличивалась на 4...9 дн. Период от цветения до налива бобов был самым длительным, сорта раннеспелой и среднеспелой групп проходили его на 8...13 дн. дольше, чем генотипы скороспелой группы. В среднем за годы исследований период вегетации у скороспелых сортов составил 102 дн., у раннеспелых и среднеспелых его продолжительность увеличивалась на 15... 26 дн.

1. Продолжительность межфазных периодов сортов сои разных групп спелости, возделываемых на орошении (среднее за 2005–2011 гг.)

			Межфазный п	ериод, дн.						
Сорт	посев-	всходы-	цветение-	налив бобов-	период					
	всходы	цветение	налив бобов	созревание	вегетации					
		Скороспелые								
Лира,St	8	37	44	20	101					
Бара	8	37	45	20	102					
Злата	8	36	45	19	100					
Селекта 101	8	37	46	20	103					
Среднее	8	37	45	20	102					
		Рань	неспелые							
Дельта, St	8	40	53	22	115					
Дуар	8	43	53	23	118					
Селекта 201	8	43	53	23	119					
Армавирская 2	8	42	54	23	119					
Дуниза	8	38	50	22	111					
Среднее	8	41	53	23	117					
		Сред	неспелые							
Вилана, St	8	46	59	23	128					
Селекта 302	8	45	57	24	126					
Армавирская 15	8	46	59	24	129					
Среднее	8	46	58	24	128					

вегетации при появлении болезней применяли Фундазол СП (500г/кг), для уничтожения сорной растительности и вредителей посевы опрыскивали гербицидом Базагран ВР (400 г/л) и инсектицидом Шарпей МЭ (250 г/л).

Закладку эксперимента проводили в соответствии с методикой полевого

Наибольшая урожайность в группе скороспелых сортов отмечена в 2005, 2009 и 2011 гг.: 2,25...2,36, 1,67...2,26 и 1,78...2,20 т/га соответственно (табл. 2). Самой высокой она была у сорта Селекта 101, который превзошёл стандарт Лира на 0,20 т/га. Наиболее благоприятные условия для роста и развития

2. Урожайность сортов сои различных групп спелости, выращиваемых на орошении (2005–2011 гг.), т/га

Conz			Год и	сследова	ния					
Сорт	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011			
	Скороспелые									
Лира,St	2,25	1,52	1,43	1,73	1,67	1,53	1,95			
Бара	-*	_	_	1,73	2,26	1,56	2,04			
Злата	_	_	-	1,52	2,08	1,23	1,78			
Селекта 101	2,36	1,84	1,52	1,82	2,31	1,71	2,20			
		Pa	ннеспел	ые						
Дельта,St	2,60	1,94	1,38	1,70	2,45	1,43	2,51			
Дуар	2,83	2,30	2,26	2,28	2,72	1,55	2,77			
Селекта 201	_	_	-	2,16	2,64	1,48	2,75			
Армавирская 2	2,37	1,42	1,23	1,43	2,24	1,32	2,44			
Дуниза	2,46	2,05	1,64	2,22	2,52	1,54	2,57			
		Сре	еднеспел	пые						
Вилана, St	2,95	2,26	1,92	2,40	2,66	2,08	2,84			
Селекта 302	2,78	2,20	2,26	2,58	2,70	2,14	2,93			
Армавирская 15	2,16	1,72	1,62	2,12	2,14	1,59	2,50			
HCP ₀₅	0,11	0,08	0,07	0,10	0,12	0,09	0,11			

^{* –} сорта не высевали

раннеспелых и среднеспелых сортов складывались в 2005 и 2011 гг., урожайность составила 2,64...3,35 и 2,90...3,40 т/га соответственно.

Регулярные поливы в комплексе с обильными осадками, выпавшими в 2009 г. в августе и сентябре и превысившими норму на 33 и 75 %, снижали потенциальные возможности сортов сои раннеспелой и среднеспелой групп, затягивая вегетационный период и способствуя формированию избыточной вегетативной массы. В связи с этим возникла необходимость в десикации посевов.

В среднем за 2005–2011 гг. исследований наибольшую урожайность в опыте сформировали среднеспелые сорта Вилана – 24,4 т/га и Селекта 302...2,51 т/га. В раннеспелой группе выделился сорт Дуар, урожайность которого превзошла стандарт Дельта на 0,38 т/га.

В 2005, 2006, 2008 и 2011 гг. для скороспелых сортов провели два полива с оросительной нормой от 980 до 1160 м³/га, для раннеспелых и среднеспелых – три полива (от 1400 до 1510 м³/га). В засушливых 2007 и 2010 гг. посевы

скороспелых сортов поливали 3 и 4 раза (оросительная норма -1550 и 1705 м 3 /га), раннеспелых и среднеспелых -4 и 5 раз (1910 и 2155 м 3 /га). Обильные осадки в мае и июле 2009 г. способствовали снижению поливной нормы, однако изза отсутствия достаточного количества влаги в июне и третьей декаде августа возникла необходимость в орошении. Для скороспелых сортов при двух поливах оросительная норма составила 760 м 3 /га, для раннеспелых и среднеспелых при трех поливах -1130 м 3 /га.

По результатам анализа расхода воды в среднем на долю осадков приходилось от 26 до 54 %. На начальных этапах роста и развития растения сои расходовали 18...24 м³/га в сутки, во второй половине вегетации, особенно в период полного цветения и налива бобов – в среднем 45...55 м³/га в сутки.

Суммарное водопотребление сортами сои скороспелой группы в среднем за годы исследований составило 3698 м³/га, что меньше, чем у растений раннеспелой и среднеспелой групп на 417 и 462 м³/га соответственно (рис. 1).

Сучетом урожайности коэффициент водопотребления скороспелых сортов сои варьировал в пределах от 1967 (Селекта 101)до 2340 м³/т (Злата), раннеспелых – от 1728 (Дуар) до 2311 м³/т (Армавирская 2), среднеспелых – от 1657 (Селекта 302) до 2111 м³/т (Армавирская 15). В среднем за 7 лет исследований у среднеспелых сортов величина этого показателя составила 1824 м³/т, это меньше, чем у растений раннеспелой группы, на 143 м³/т, скороспелой – на 308 м³/т.

Себестоимость семян сортов среднеспелой группы составила 12826,2... 16213,9 руб./т (рис. 2), что на 679,7... 1684,7 руб./т меньше, чем у раннеспелых сортов, и на 2800,7...3150,2 руб./т, по сравнению со скороспелой группой. Самая высокая прибыль в условиях орошения отмечена при возделывании сортов Селекта 101, Дуар и Селекта 302. Она была больше, чем у сортов-стандартов (Лира, Дельта, Вилана), на 4514,4; 3166,6 и 1583,3 тыс. руб. соответственно. В результате уровни рентабельности производства раннеспелых и среднеспелых сортов в среднем были выше, чем у скороспелых, на 18,6...32,0 %.

Таким образом, суммарное водопотребление сортов сои зависит от условий года, продолжительности межфазных периодов и периода вегетации в целом. В среднем за годы исследований самая высокая величина этого показателя отмечена у сортов раннеспелой и среднеспелой групп – в среднем 4115 и 4160 м³/га, что больше, чем у сортов скороспелой группы, на 417 и 462 м³/га соответственно.

В среднем за 2005–2011 гг. коэффициент водопотребления у среднеспелых сортов составил 1824 м³/т, что меньше, чем у генотипов раннеспелой и скороспелой групп, на 143 и 308 м³/т.

Для увеличения производства семян сои при оптимизации влагообеспе-

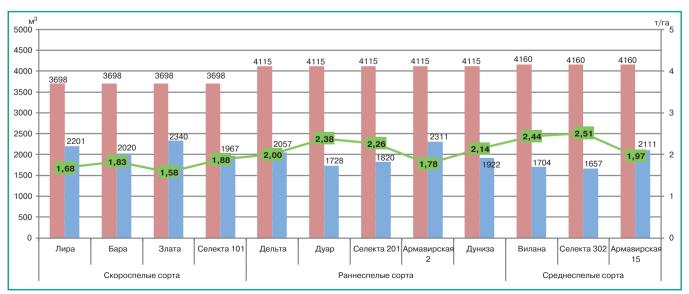


Рис. 1. Суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления сортов сои (среднее за 2005—2011 гг.): — – суммарное водопотребление, м³/га; — – коэффициент водопотребления, м³/т; — – урожайность, т/га.

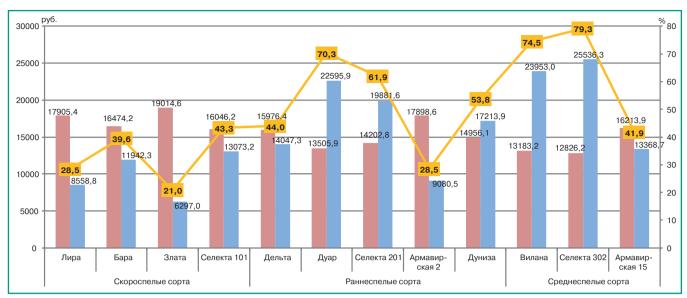


Рис. 2. Экономическая эффективность возделывания сортов сои в условиях орошения (среднее за 2005—2011 гг.): — — себестоимость, руб./т; — — прибыль, руб./га; — — уровень рентабельности, %

ченности посевов путем орошения в условиях степной зоны Центрального Предкавказья можно рекомендовать выращивание среднеспелых сортов Вилана и Селекта 302, которые в среднем за 7 лет исследований сформировали наибольшую урожайность – 2,44 и 2,51 т/га соответственно. Уровень рентабельности производства их семян составил 74,5 и 79,3 %.

Литература.

- 1. Федеральная служба государственной статистики URL:http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1265196018516 (Дата обращения: 15.11.2019 г.).
- 2. Трухачев В. И., Клюшин П. В. Соя на Северном Кавказе. Ставрополь: Агрус, 2007. 532c.
- 3. Пенчуков В. М., Медяников Н. В., Каппушев А. У. Культура больших возможностей. Ставрополь: Кн. издательство, 1984.
- 4. Енкен В. Б. Соя. М.: Гос. изд-во с.-х. литературы, 1959. 653 с.
- 5. Балакай Г.Т., Балакай Н.И. Поволжье перспективная зона для возделывания сои // Земледелие. 2010. № 3. С. 16-18.
- 6. Баранов В. Ф., Кочегура А. В., Лукомец В. М. Соя на Кубани / под общей редакцией В. М. Лукомца. Краснодар: ООО «Бизнес-Групп», 2009. 321c.
- 7. Пимонов К. И., Ионов Д. Ф. Динамика производства высокобелкового зерна в Донском регионе // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2015. № 3. С. 40–46.
- 8. Петибская В. С. Соя: химический состав и использование / под ред. В. М. Лукомца. Майкоп: ОАО « ПолиграфюГ», 2012.432c.
- 9. Щегорец О. В. Соеводство. Благовещенск: «Зея», 2002. 432 с.
- 10. 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.

- 11. 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.
- 12. Системы земледелия Ставрополья: монография / под общ. ред. А. А. Жученко. Ставрополь: Агрус. 2011. С. 429–433
- 13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. / Гос. комиссия по сортоиспытанию с.-х. культур при МСХ СССР. М.: Колос, 1985. Вып. 2. 264 с.
- 14. Плешаков В. Н. Методика полевого опыта в условиях орошения (рекомендации). ВАСХНИЛ, Всерос. отделение, Всерос. НИИ орошаемого земледелия. Волгоград: Всерос. НИИ орошаемого земледелия, 1983. 149 с.
- 15. Костяков А. Н. Основы мелиорации. М.: Сельхозиздат, 1952. 750 с.

Yield of soybean varieties of different maturity groups under condition of soil natural fertility and irrigation

O. G. Shabaldas¹, K. I. Pimonov², L. V. Trubacheva¹,

S. S. Vaytsekhovskaya¹

¹Stavropol State Agrarian University, per. Zootekhnicheskii, 12, Stavropol', 355017, Russian Federation ²Don State Agrarian University, ul. Krivoshlykova 24, pos. Persianovskii, Oktyabr'skii r-n, Rostovskaya obl., 346493, Russian Federation

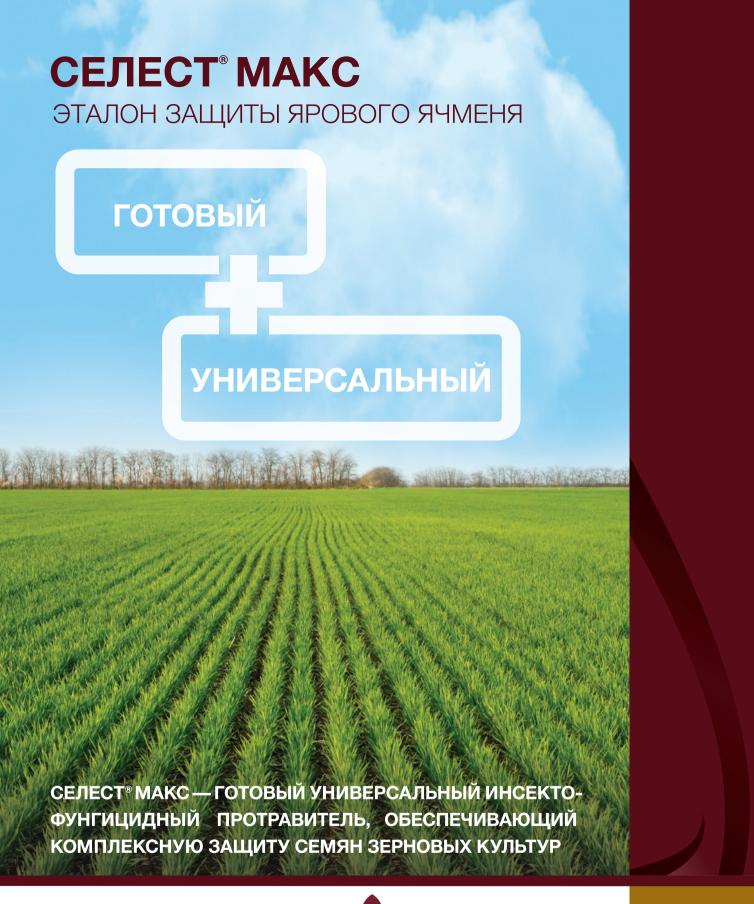
Abstract. The research aimed at selecting the most productive soybean varieties to increase grain production while optimizing the

moisture supply of crops through irrigation. The work was carried out in the steppe zone of the Central Ciscaucasia in 2005-2011. The soil of the experimental plot was thick carbonate heavy loamy chernozem with low humus content on loess-like loam. The material for the study was 12 soybean varieties of different ripeness groups of the southern ecotype. The forecrop was winter wheat. The seeding rate was 600 ths seeds/ha for precocious varieties, 550 ths seeds/ha for early-ripening varieties, 500 ths seeds/ha for mid-season varieties. Row spacing was 70 cm. Irrigation was carried out with DDA-100MA sprinkler machine with a calculated irrigation rate, which averaged 350-580 m3/ha. In the group of precocious varieties, the seedling - flowering period was the shortest (37 days); in early-ripening and mid-ripening varieties, it increased by 4-9 days. The period from flowering to the filling of beans was the longest and varied greatly among ripeness groups; in varieties from early-ripening and mid-season groups, it lasted by 8-13 days longer than from the precocious group. The vegetation period on average over the years of the research was 102 days in precocious varieties, in early-ripening and mid-season groups it was longer by 15-26 days. On average for 2005-2011 the highest vield in the experiment was formed during the cultivation of Selekta 302 mid-season variety -2.51 t/ha, which was higher by 0.07 t/ha than in the standard (Vilana); the profit in this variant was 25536.3 rubles/ha, at a cost price of 12826.2 rubles/t and profitability of 79.3%.

Keywords: soybean (Glycine max (L) merryll); maturity group; variety; total water consumption; yield; interphase period; irrigation.

Author Details: O. G. Shabaldas, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: shabaldas-olga@mail.ru); K. I. Pimonov,D. Sc. (Agr.), prof.; L. V. Trubacheva,Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.; S. S. Vaytsekhovskaya, Cand. Sc. (Econ.), assoc. prof.

For citation: Shabaldas OG, Pimonov KI, Trubacheva LV, et al. [Yield of soybean varieties of different maturity groups under condition of soil natural fertility and irrigation]. Zemledelije. 2020;(3):41-4. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10311.





syngenta.

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







doi: 10.24411/0044-3913-2020-10312 УДК 633.361:632:631.445.51

Экологически безопасная защита семенных посевов эспарцета виколистного

Л. В. ТУТУРЖАНС, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: lady.tuturzhans@yandex.ru) А. П. ШУТКО, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (e-mail: schutko.an@yandex.ru) Л. А. МИХНО, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель (e-mail: udovi4encko.mila@yandex.ru) Н. С. СОЛТАНОВ, магистрант (e-mail: 89064902603@rambler.ru) Ставропольский государственный аграрный университет, пер. Зоотехнический, 12, Ставрополь, 355017, Российская Федерация

Цель исследования - повышение vpoжайности семян эспарцета виколистного путем применения биофунгицидов. Работу выполняли в 2018-2019 гг. в засушливой зоне Ставропольского края. Почва – темнокаштановая с содержание гумуса в пахотном горизонте 2,8...3,2%, подвижных форм фосфора и калия - 30..32 и 290...320 мг/кг почвы соответственно. В апреле 2018 г. в период бутонизация-налив бобов отмечали превышение температуры воздуха, по сравнению со среднемноголетней, на 2,9 ℃, во второй декаде – похолодание до заморозков. В мае 2019 г. габюдали понижение температуры, по сравнению с нормой, на 4,6 °C. В оба года отмечали дефицит осадков. Схема опыта включала следующие варианты: без обработки – контроль; Алирин Б, Ж (2,0 л/ га); Псевдобактерин-2, Ж (1,0 л/га). Объект исследования - эспарцет виколистный (Onobrychis viciifolia Scop.) 2-го года жизни сорта Русич. Размер делянки 5 га, повторность – 3-х кратная. Через 14 дней после обработки распространенность аскохитоза в вариантах опыта снизилась, по сравнению с контролем, в 1,3...1,4 раза, развитие болезни – в 1,7 раза; применительно крамуляриозу величины этих показателей сократились в 1,6 раза. При этом достоверных различий в биологической эффективности биопрепаратов не установлено. Через 28 дней наиболее эффективным и статистически значимым, по сравнению с контролем и обработкой биопрепаратом Псевдобактерин-2, было применение биофунгицида Алирин Б, Ж. В этом варианте распространенность и развитие аскохитоза, по сравнению с контролем, снизились в 1,6 и 1,7 раза, рамуляриоза – в 1,7 и 1,6 раза соответственно. Прибавка урожайности семян при опрыскивании биопрепаратом Алирин Б, Ж составила 0,09 т/га, что достоверно превысило величину этого показателя при обработке биопрепаратом Псевдобактерин-2 на 0,04 т/га.

Ключевые слова: эспарцет виколистный (Onobrychis viciifolia), аскохитоз эспарцета (Ascochyta onobrychidis), рамуляриоз эспарцета (Ramularia onobrychidis), распространенность, вредоносность, биофунгициды, урожайность семян.

Для цитирования: Экологически безопасная защита семенных посевов эспарцета виколистного / Л. В. Тутуржанс, А. П. Шутко, Л.А. Михно и др. // Земледелие. 2020. № 3. С. 46–48. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10312

Производство животноводческой продукции неразрывно связано с созданием прочной кормовой базы путем расширения посевов кормовых культур, однолетних и многолетних трав, а также рационального использования природных кормовых угодий и создания сеяных высокопродуктивных сенокосов и пастбищ. При этом увеличение площади посевов бобовых трав и повышение их продуктивности во многом ограничено проблемами создания и освоения новых высокопродуктивных сортов, а также несовершенством технологий производства семян [1, 2]. Самую высокую и наиболее устойчивую семенную продуктивность, по сравнению с другими видами многолетних бобовых трав, отмечают у эспарцета [3].

Современное состояние кормопроизводства в Ставропольском крае носит экстенсивный характер, прежде всего, вследствие низкой обеспеченности материально-техническими ресурсами. В этих условиях возрастает роль бобовых культур, как источника кормов высокого качества, содержащих незаменимые питательные вещества в соответствии с физиологическими потребностями животных [4, 5].

Важная многолетняя бобовая культура, выращиваемая на Северном Кавказе, в том числе в Ставропольском крае – эспарцет (песчаный, виколистный и др.). Семенные посевы этой культуры

предъявляют высокие требования к фитосанитарному состоянию. Известно, что комплекс фитопатогенов и фитофагов при благоприятных условиях может снизить урожайность семян и зеленой массы эспарцета на 30...50 %. В 2018 г. в Российской Федерации болезни многолетних трав были выявлены на площади 148,17 тыс. га. Основной вред нанесли мучнистая роса, аскохитоз, антракноз, фузариоз и бурая пятнистость [6].

Патокомплекс болезней и насекомыхвредителей на многолетних бобовых травах весьма разнообразен, поскольку их выращивают на одном месте несколько лет подряд [7]. При этом среди болезней эспарцета сильной вредоносностью отличаются листовые пятнистости: аскохитоз (Ascochyta onobrychidis Bond – Mont.) и рамуляриоз (Ramularia onobrychidis Allesch.).

Концепция экологически безопасной системы интегрированной защиты семенных посевов многолетних бобовых трав должна быть направлена на «конструирование экологически устойчивых агроэкосистем с задачей фитосанитарной оптимизации агробиоценозов», которое заключается в сохранении и поддержании собственной устойчивости агроэкосистемы, а не в уничтожении вредных видов [8]. Одно из эффективных направлений развития аграрных технологий - использование достижений биологии и биотехнологии, распространение в практике растениеводства биологических препаратов на основе микроорганизмов, способствующих росту и развитию растений, а также их защите от вредителей и возбудителей болезней [9].

Цель исследования – повышение урожайности семян эспарцета виколистного путем применения биофунгицидов.

Работу выполняли в Степновском городском округе в засушливой зоне Ставропольского края в 2018–2019 гг. Почва опытного участка – темно-каштановая с содержанием гумуса в пахотном горизонте 2,8...3,2% (по Тюрину в модификации ЦИНАО), подвижных форм фосфора и калия (по Мачигину в модификации ЦИНАО) – 30...32 и 290...320 мг/кг почвы соответственно.

Степновский городской округ относится ко второй засушливой аэроклиматической зоне с резко континентальным климатом, для которого характерно малое количество осадков, высокое испарение и преобладание восточных ветров. Среднегодовая сумма осадков 462 мм (ГТК = 0,7...0,9). Район отличается засушливостью весенне-летнего периода,

1. Метеоусловия в период проведения исследований

Гол	Месяц						3a						
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
		Сред	неме	сячна	ая тем	ипера	тура	возд	yxa, °	С			
Среднемно-													
голетняя	-3,1	-2,4	2,8	11,1	16,8	21,2	24,1	23,0	17,7	10,3	4,3	-0,5	10,1
2018	7,0	1,1	4,5	14,1	18,9	24,1	27,1	23,8	19,9	12,9	3,0	1,8	12,2
2019	-0,2	1,4	5,8	10,7	12,2	25,2	24,2	24,4	17,5	12,6	3,6	1,8	12,1
		Ср	едне	меся	чная	сумм	a oca	дков	, мм				
Среднемно-													
голетнее	20	21	26	40	54	80	48	52	32	29	31	30	462
2018	42	25	68	4	24	6	112	36	5	2	56	36	416
2019	20	7	26	21	45	68	28	16	29	12	33	10	336

неустойчивым и недостаточным по годам количеством атмосферных осадков и значительной ветровой деятельностью в течение года. За вегетационный период отмечается до 90 дней с относительной влажностью воздуха ниже 30 %. Сумма положительных температур (выше +10 °C) достигает 3400...3600 °C. Среднегодовая температура воздуха составляет 10,1 °C [10].

Метеоусловия в годы исследований, по сравнению со среднемноголетними, характеризовались дефицитом влаги в периодбутонизация—налив бобов эспарцета. В апреле 2018 г. отмечали превышение среднемесячной температуры воздуха, по сравнению со среднемноголетней, на 2,9 °С с контрастным похолоданием вплоть до заморозков во второй декаде; в мае 2019 г. — понижение на 4,6 °С. При этом количество осадков в мае 2019 г. было ниже нормы, но выше, чем в аналогичный период 2018 г. (табл. 1). Сложившиеся условия оказали влияние на общий иммунный статус растений.

Схема опыта включала следующие варианты: без обработки – контроль; Алирин Б, Ж (2,0 л/га); Псевдобактерин-2, Ж (1,0 л/га).

Алирин Б, Ж – малоопасный фунгицид на основе бактерии *Bacillus subtilis* штамм В-10 ВИЗР. Псевдобактерин-2, Ж – биофунгицидсо стимулирующим эффектом на основе бактерии *Pseudomonas aureofaciens* штамм BS-1339.

Объект исследования – эспарцет виколистный (Onobrychis viciifolia Scop.) 2-го года жизни сорта Русич. Предмет исследования – поражаемость растений культуры листовыми пятнистостями и урожайность семян в зависимости от применения биологических препаратов против фитопатогенов.

Опыт закладывали в производственных условиях в трехкратной повторности. Размер делянки — 5 га. Опрыскивание проводили однократно в фазе бутонизации. Расход рабочей жидкости 200 л/га. Распространенность и развитие болезней эспарцета учитывали дважды через 14 и 28 дней после обработки в соответствии с «Методическими указаниями по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» [11].

Статистическую обработку результатов исследований проводили методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (М., 1985).

Мониторинг вредителей эспарцета в условиях опытного участка показал наличие среди доминирующих фитофагов клубеньковых долгоносиков, люцерновых совок, клопов и тлей. Личинки клубеньковых долгоносиков из рода Sitona (полосатый и щетинистый) питались на корнях растений. Зеленую массу повреждали гусеницы люцерновой совки (Heliothis viriplaca Hufn.), которые сначала скелетировали, а затем грубо объедали листья. Люцерновый щитник (Piezodorus lituratus Fabricius) и гороховую тлю (Acyrthosiphon pisum Harr.) отмечали в период бутонизации и

(табл. 2). Через 14 дней после обработки посевов биопрепаратами Алирин Б, Ж и Псевдобактерин-2, Ж распространенность болезни составила 32,7...35,4 %, что в 1,3...1,4 раза меньше, чем в контроле. Развитие болезни снизилось, по сравнению с контрольным вариантом, в 1,7 раза. Достоверных различий в биологической эффективности биопрепаратов между собой не установлено.

Через 28 дней после обработки в фазе полного образования бобов в контроле распространенность болезни достигла 60,3%, ее развитие с течением времени также увеличилось (в 1,4 раза) и составило 25,6 %. Алирин Б, Ж (2,0 л/га) эффективно сдерживал развитие заболевания. Распространенность аскохитоза не превышала 38,8%, что в 1,6 раза ниже, чем в контроле, и в 1,2 раза меньше, по сравнению с Псевдобактерином-2, Ж (1,0 л/ га). Аналогичный и даже более наглядный результат продемонстрировал анализ развития болезни. Таким образом, лучший эффект обеспечила обработка растений биофунгицидом Алирин Б, Ж при норме применения 2,0 л/га.

2. Влияние биологических препаратов на проявление аскохитоза эспарцета виколистного (среднее за 2018–2019 гг.)

Рорионт	Через 14 после обр		Через 28 после обр	
Вариант	распростра- ненность, %	развитие %	распростра- ненность, %	развитие %
Контроль (без обработки)	45,6	18,5	60,3	25,6
Алирин Б, Ж	32,7	10,9	38,8	14,8
Псевдобактерин-2, Ж	35,4	11,1	47,9	19,4
F ₀₅ =6,94	$F_{\phi} = 138,86$	$F_{\phi} = 42,21$	$F_{\phi} = 262,05$	$F_{\phi} = 105,94$
HCP ₀₅	3,75	4,44	4,33	3,42

цветения. Они питались на цветоносных побегах, вызывая их усыхание. Против комплекса надземных вредителей в фазе бутонизации провели фоновую обработку инсектицидом Алиот, КЭ (норма применения – 0,4 л/га).

Результаты фитосанитарного мониторинга листовых пятнистостей, проведенного на посевах эспарцета второго года жизни, показали, что в среднем за 2 года в фазе бутонизации культуры распространенность аскохитоза в посевах эспарцета составила 26 %, при развитии болезни 8,9 %. При этом следует отметить, что в 2019 г. аскохитоз развивался интенсивнее. Это связано с более благоприятным микроклиматом, который сформировался благодаря выпавшим в мае осадкам.

Применение биопрепаратов позволило снизить темпы нарастания болезни В целом распространенность и вредоносность аскохитоза в посевах эспарцета была более высокой, чем рамуляриоза (табл. 3). Первые симптомы этого заболевания также были обнаружены в фазе бутонизации культуры. Развитие болезни нарастало до фазы полного цветения. В годы проведения исследований заболевание ограничивалось нижним и частично средним ярусами листьев.

Через 14 дней после обработки биопрепаратами распространенность болезни в контроле достигла 28,8 %, при развитии 9,9 %. Применение биопрепаратов позволило снизить величины этих показателей в 1,6 раза. Достоверных различий между обработками Алирином Б, Ж и Псевдобактерином-2, Ж не установлено.

В фазе образования бобов (через 28 дней после обработки) распро-

3. Влияние биологических препаратов на проявление рамуляриоза эспарцета виколистного (среднее за 2018–2019 гг.)

Вариант	Через 14 дней		Через 28 дней		
	после обработки		после обработки		
	распростра- ненность, %	развитие %	распростра- ненность, %	развитие %	
Контроль (без обработки)	28,8	9,9	43,1	17,0	
Алирин Б, Ж	17,7	5,5	25,1	10,4	
Псевдобактерин-2, Ж	18,3	5,8	33,5	14,2	
F ₀₅ =6,94	$F_{\Phi} = 87,68$	$F_{\Phi} = 11,16$	$F_{\phi} = 182,51$	F _φ =39,5	
HCP ₀₅	4,33	4,33	4,33	3,42	

4. Урожайность эспарцета виколистного в зависимости от обработки биофунгицидами (среднее за 2018–2019 гг.)

Вариант	Количество бобов	Macca 1000	Урожайность,
	на одном стебле, шт.	бобов, г	т/га
Контроль (без обработки)	17	15,9	0,63
Алирин Б, Ж	18	19,0	0,72
Псевдобактерин-2, Ж	17	17,7	0,68
F ₀₅ =6,94	$F_{\Phi} = 4.0$	F _⊕ =8,25	$F_{\Phi} = 36,75$
HCP	_	1,3	0,04

страненность рамуляриоза в контроле увеличилась на 14,3 %, а развитие болезни – практически в 2 раза. Наиболее эффективно сдерживало ее нарастание опрыскивание биопрепаратом Алирин Б. Ж. В целом следует отметить, что распространение болезни в фазе полного цветения замедлялось, а показатели развития нарастали из-за разрастания некрозов на нижних листьях. Таким образом, эффективность биопрепарата Алирин Б, Ж на основе бактерий рода Bacillus выше, чем у биофунгицида на основе Pseudomonas aureofaciens. Это можно объяснить способностью бактерий рода Bacillus к спорообразованию. позволяющему им более длительное время сохранять свою жизнеспособность под воздействием негативных факторов окружающей среды: температура, влажность, солнечное излучение идр. [12].

Опрыскивание посевов биопрепаратами обеспечило лучшую сохранность растений в течение вегетационного периода – их было на 4...7 шт./ м² больше, чем в контроле (табл. 4). На количество завязавшихся бобов такая обработка влияния не оказывала, однако благодаря лучшей сохранности ассимиляционной поверхности налив бобов происходил более интенсивно – в экспериментальных вариантах масса 1000 бобов была на 1,8...3,1 г выше, чем в контроле.

Прибавка урожая семян при опрыскивании биопрепаратом Алирин Б, Ж, по сравнению с контролем, составила 0,09 т/га, или 14,3 %. Уровень рентабельности в этом варианте был равен 45,4 % против 44,7 % в контроле (разница в пределах ошибки опыта). Однако применение биопрепарата обеспечивало не только прибавку урожая, но и высокое с фитосанитарной точки зрения качество производимых семян.

Таким образом, в условиях засушливой агроклиматической зоны обработка растений эспарцета виколистного в фазе бутонизации биопрепаратами Алирин Б, Ж (норма применения 2,0 л/ га) и Псевдобактерин-2, Ж (норма применения 1,0 л/га) обеспечивает защиту посевов от листовых пятнистостей и достоверную прибавку урожая семян (0,05...0,09 т/га). Опрыскивание био-Фунгицидом Алирин Б. Ж снижает развитие листовых пятнистостей, по сравнению с контролем, в 1,6...1,7 раза и позволяет сформировать достоверную прибавку урожая семян, по сравнению с биопрепаратом Псевдобактерин-2,

равную 0,04 т/га. Это обусловлено более эффективной защитой ассимиляционной поверхности в силу лучшей адаптации бактерий рода *Bacillus* к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды из-за их способности к спорообразованию.

Литература.

- 1. Borreani G., Peiretti P. G., Tabacco E. Evolution of yield and quality of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) in the spring growth cycle // Agronomie. 2003. No. 23. Pp. 193–201
- 2. Sainfoin production in western Canada: Areview of agronomic potential and environmental benefits / S. C. Sheppard, D. J. Cattani, K. H. Ominski et al. // Grass Forage Sci. 2019. Pp. 1–13. doi: 10.1111/gfs.12403.
- 3. Волошин В. А. Эспарцет песчаный в Пермском крае // Пермский аграрный вестник. 2013. Вып. 4. С. 8–11.
- 4. Гребенников В. Г., Шипилов И. А., Хонина О. В. Энергосберегающая технология выращивания многолетних трав на деградированных каштановых почвах сухостепной зоны // Животноводство и кормопроизводство. 2019. Т. 102. № 2. С. 163–173.
- 5. Видовой состав и продуктивность бобово-злаковых травостоев пастбищного типа на осушаемых землях Нечерноземья / Н. Н. Иванова, Е. Н. Павлючик, Д. А. Вагунин и др. // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 6. С. 40–43.
- 6. Говоров Д. Н., Живых А. В., Новоселов Е. С. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2018 году и прогноз развития вредных объектов в 2019 году. М.: Журн. «Защита и карантин растений», 2019.900 с.
- 7. Перцева Е. В., Васин А. В. Влияние энтомофауны на урожайность люцерны в условиях лесостепи Самарской области // Кормопроизводство. 2017. № 9. С. 24–27.
- 8. Карпова Т.Л., Комаров Е.В., Комарова О. П. Экологическая защита семенных посевов многолетних бобовых трав в орошаемых агроландшафтах Нижнего Поволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4 (52). С. 152–158.
- 9. Рябова О. В. К вопросу разработки микробиологических препаратов (фунгицидов и удобрений) для условий Северо-Востока европейской части Российской Федерации // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 1 (50). С. 31-40.
- 10. Системы земледелия Ставрополья / А. А. Жученко, В. И. Трухачев, В. М. Пенчуков и др. Ставрополь: АГРУС, 2011. 844 с.
- 11. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / под ред. В. И. Долженко. С.-Пб.: ВИЗР, 2009. 378 с.

12. Франк Р. И., Кищенко В. И. Биопрепараты в современном земледелии // Защита и карантин растений. 2008. № 4. С. 30–32.

Environmentally safe protection of seed crops of sainfoin

L. V. Tuturzhans, A. P. Shutko, L. A. Mikhno, N. S. Soltanov Stavropol State Agrarian University, per. Zootekhnicheskii, 12, Stavropol', 355017, Russian Federation

Abstract. The purpose of the study was to increase the yield of sainfoin seeds by the use of biofungicides against diseases. The work was carried out in 2018-2019 in the arid zone of the Stavropol Territory. The soil was dark chestnut with the content of humus in the arable horizon of 2.8-3.2%, of mobile forms of phosphorus and potassium of 30-32 mg/kg and 290-320 mg/kg, respectively. Meteorological conditions during the years of research, compared with the long-term average values, were characterized by a moisture deficit during budding - filling of beans and an increase in the average monthly air temperature in April 2018 by 2.9 C with contrast cooling to frost in the second decade; in May 2019 it was a decrease by 4.6 C. The experimental design included the following options: the control without treatment: Alirin B. fl (2.0 L/ha); Pseudobacterin-2, fl(1.0 L/ha). Alirin B biofungicide is based on B-10 VIZR strain of Bacillus subtilis. The object of the study was sainfoin 'Rusich' (Onobrychis viciifolia Scop.) of the second year of life. The size of the plot was 5 ha, and the test was repeated 3 times. In 14 days after treatment, the prevalence of Ascochyta blight in the experimental variants decreased compared to the control without treatment by a factor of 1.3-1.4, the development of the disease - 1.7 times. With regard to Ramularia blight, the studied parameters decreased 1.6 times. Significant differences in the biological effectiveness of the products were not established. In 28 days, the application of Alirin B was the most effective and statistically significant compared to the control and Pseudobacterin-2. The prevalence and development of Ascochyta blight, compared with the control, decreased 1.6 and 1.7 times, Ramularia blight - 1.7 and 1.6 times, respectively. The increase in seed yield when spraying with Alirin B was 0.09 t/ha, or 14.3%, which significantly exceeded the value of this indicator by 0.04 t/ha for the variant with Pseudobacterin-2.

Keywords: sainfoin (Onobrychis viciifolia); Ascochyta blight (Ascochyta onobrychidis); Ramularia blight (Ramularia onobrychidis); prevalence; harmfulness; biofungicides; seed yield.

Author Details: L. V. Tuturzhans, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: lady.tuturzhans@yandex.ru); A. P. Shutko, D. Sc. (Agr.), prof. (e-mail: schutko.an@yandex.ru); L. A. Mikhno, Cand. Sc. (Agr.), senior lecturer (e-mail: udovi4encko.mila@yandex.ru); N. S. Soltanov, master's student (e-mail: 89064902603@rambler.ru).

For citation: Tuturzhans LV, Shutko AP, Mikhno LA, et al. [Environmentally safe protection of seed crops of sainfoin]. Zemledelie. 2020;(3):46-8. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10312.



SOLAR NPK micro – линейка водорастворимых комплексных удобрений **с микроэлементами.**

www.solar.uralchem.com

- 100% растворимость в воде
- Наличие необходимых микроэлементов в доступной для растений хелатной форме
- Отсутствие тяжёлых металлов, натрия и хлора







Старт

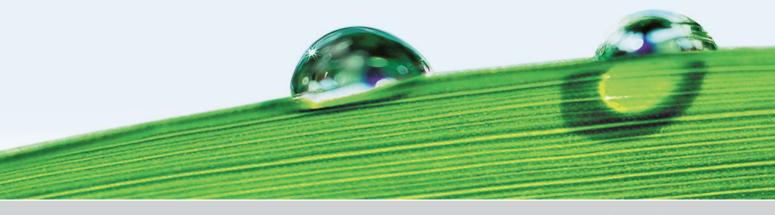
15:30:15+2MgO+MЭ 11:40:11+2MgO+MЭ 13:40:13+MЭ

Универсал

18:18:18+3MgO+MЭ 19:19:19+MЭ 20:20:20+MЭ

• Финал

15:7:30+3MgO+M9 12:6:36+2,5MgO+M9



С нами расти легче. С нами растут урожаи

Компания «Август» предлагает российским аграриям широчайший ассортимент высококачественных средств защиты растений для борьбы с вредителями, болезнями, сорняками и получения высоких урожаев.

«Август» непрерывно развивает ассортимент своей продукции с учетом растущих потребностей сельхозпредприятий, появлением неизвестных ранее вредных организмов и внедрением в севообороты новых, экономически выгодных культур.

110

наименований препаратов и твин-паков 47

защищаемых ими сельскохозяйственных культур

