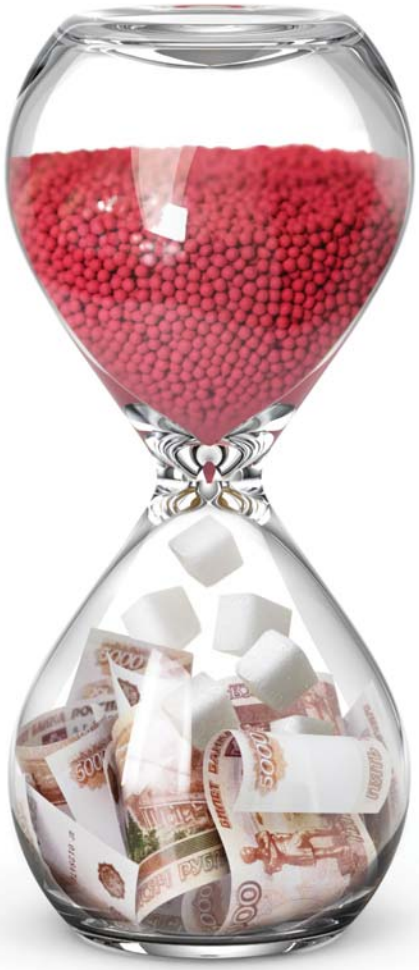
1.2018

ISSN 0044-3913

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ



РЕКЛАМА

ВЫСОКИЙ ДОХОД ОТ КАЖДОГО СЕМЕНИ!

- Урожайность: **600 – 700 ц/га**
- Сахаристость: **18 – 22 %**
- Всхожесть: до **100 % на 5 – 6-й день**

ВЫСОКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ К КОРНЕВЫМ ГНИЛЯМ

ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЕ СЕМЕНА ГИБРИДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

БЕТАГРАН РАМОНЬ

ЩЕЛКОВО АГРОХИМ
российский аргумент защиты

www.betaren.ru

Добиваться успеха, реализуя потенциал!

реклама

Оплот®

дифеноконазол, 90 г/л +
+ тебуконазол, 45 г/л

expectrum инновационные продукты

Уникальный комбинированный протравитель системного действия для защиты зерновых культур и сои от комплекса семенной и почвенной инфекции

Надежно защищает яровые зерновые культуры и озимые поздних сроков сева от головневых заболеваний (включая карликовую головню), корневых гнилей, плесневения семян (в т. ч. альтернариозной инфекции), ранних листовых инфекций; сою – от комплекса заболеваний. Не оказывает ретардантного действия на всходы культуры. Обладает надежным искореняющим и защитным действием. Характеризуется лучшим сочетанием цены на препарат и спектра подавляемых патогенов.

ЗАО Фирма «Август»
Центральный офис в Москве
129515, г. Москва, ул. Цандера, д. 6
Тел.: (495) 787-08-00
Факс: (495) 787-08-20

С нами расти легче

www.avgust.com

avgust crop protection

1.2018 ЯНВАРЬ

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

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

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

А.Г. Ладухин. Минеральное питание сельскохозяйственных культур в системе природного круговорота веществ 3

A.G. Ladukhin. Mineral Nutrition of Crops in the System of the Natural Cycle of Matter

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЛИ И СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

USE OF SOIL AND AGRICULTURE SYSTEMS

О.А. Макаров, А.С. Яковлев, Е.В. Цветнов, А.С. Строков, Е.В. Бондаренко, Я.Р. Ермияев. Экологическая норма и экономически обоснованный выбор плана устойчивого землепользования (опыт изучения проблемы на примере Учебно-опытного почвенно-экологического центра МГУ имени М.В. Ломоносова) 6

O.A. Makarov, A.S. Yakovlev, E.V. Tsvetnov, A.S. Strokov, E.V. Bondarenko, Y.R. Ermiyaev. Ecological Norm and Economically Justified Selection of a Plan of Sustainable Land Management: the Experience of Studying the Problem on the Example of Educational and Experimental Soil-Ecological Center of Lomonosov Moscow State University

И.Ф. Медведев, Д.И. Губарев, В.П. Графов. Фациальная дифференциация земельных ресурсов как основа повышения экологизации агроландшафта 10

I.F. Medvedev, D.I. Gubarev, V.P. Grafov. Facial Differentiation of Land Resources as a Basis for Promotion of the Ecologization of Agrolandscapes

А.И. Мансапова, Л.О. Берендеева. Продуктивность полевых севооборотов в условиях равнинных ландшафтов подтайги Западной Сибири 16

A.I. Mansapova, L.O. Berendeeva. Productivity of Field Crop Rotations under Conditions of Plain Landscapes of the Sub-taiga of Western Siberia

ПОЛЕВОДСТВО И ЛУГОВОДСТВО

FIELD CROPS

С.А. Тулькубаева, В.Г. Васин, А.Б. Абуова. Возделывание ярового рапса в системе сберегающего земледелия на севере Казахстана 20

S.A. Tulkubaeva, V.G. Vasin, A.B. Abuova. Cultivation of Spring Rape in the System of Protecting Agriculture in the North of Kazakhstan

Т.Р. Толорая, Р.В. Ласкин, В.Ю. Пацкан. Влияние систем предпосевной обработки почвы на урожайность кукурузы при разных способах основной обработки и применения гербицидов 23

T.R. Toloraya, R.V. Laskin, V.Yu. Patskan. Influence of Systems of Presowing Soil Preparation on Corn Yield at Different Methods of Tillage and Herbicide Application

Основан в 1939 г.

УЧРЕДИТЕЛИ:
Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии

ООО «Редакция журнала «Земледелие»

ИЗДАТЕЛЬ:
ООО «Редакция журнала «Земледелие»

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:
С.А. Балюк, академик НААН Украины, доктор сельскохозяйственных наук
А.Н. Власенко, академик РАН и НА Монголии, доктор сельскохозяйственных 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
М.А. Мазиров, доктор биологических наук
А.С. Сапаров, академик АСХН Республики Казахстан, доктор сельскохозяйственных наук
П.А. Чекмарев, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук
И.Ф. Храмцов, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук

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

КОНТАКТЫ:
Тел./факс: +7 916 241 63 43

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

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

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

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

Подписано в печать 09.01.18
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”. 2018.

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 и лесному хозяйству, а также биологическим наукам).

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

В.А. Лавринова, В.В. Чекмарев, И.В. Гусев. Общие принципы развития исследований по защите зерновых культур от болезней в Тамбовской области 27

V.A. Lavrinova, V.V. Chekmarev, I.V. Gusev. General Principles of Research Development on the Protection of Cereals from Diseases in Tambov Region

С.В. Кизинек, А.А. Кваша, Н.А. Назаров, В.С. Белоусов, В.В. Тараненко, А.Б. Володин. Производственная эффективность и фитомелиоративный потенциал сорго в Западном Предкавказье 32

S.V. Kizinek, A.A Cvacha, N.A. Nazarov, V.S. Belousov, V.V. Taranenko, A.B. Volodin. Production Efficiency and Vegetative Reclamation Potential of Sorghum in Western Ciscaucasia

И.В. Черепухина, Н.В. Безлер. Использование соломы зерновых культур с *Humicola fuscoatra* ВНИИСС 016 для повышения продуктивности культур зернопаропропашного севооборота 35

I.V. Cherepukhina, N.V. Bezler. Application of Straw of Grain Crops with *Humicola fuscoatra* VNIISS 016 to Increase the Productivity of Crops in a Grain-Fallow-Row Crop Rotation

СОРТА И СЕМЕНА — **GRADES AND SEEDS**

В.И. Жужукин, В.С. Горбунов, Т.В. Родина, А.З. Багдалова, А.Н. Асташов. Скрининг сортообразцов чумизы (*Setaria Italica* (L.) P. Beauv. Subsp. Italica) в Нижнем Поволжье 42

V.I. Zhuzhukin, V.S. Gorbunov, T.V. Rodina, A.Z. Bagdalova, A.N. Astashov. Screening of Variety Samples of *Setaria italica* (L.) P. Beauv. Subsp. Italica) in the Lower Volga Region

Е.И. Ханумиди, А.И. Беленков. Вегетативное размножение в опытной работе с *Serratula coronata* L. 44

E.I. Khanumidi, A.I. Belenkov. Vegetative Propagation in Experiments with *Serratula coronata* L.

Уважаемые читатели!

В 2018 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 на 2018 г. принимаются по электронной почте jurzemledelie@yandex.ru

Минеральное питание сельскохозяйственных культур в системе природного круговорота веществ*

Оптимизация минерального питания растений необходимый и многофакторный технологический прием выращивания сельскохозяйственных культур, требующий глубоких знаний законов, по которым живет и развивается природа. Ее никак нельзя свести только к внесению определенных доз минеральных солей под расчетный урожай. Это очень примитивный подход без учета и понимания процессов, происходящих в почве и в самом растении.

Нередко снижение гумуса в пахотном слое почвы, а это ключевой показатель плодородия, пытаются объяснить недостаточным внесением доз минеральных удобрений. Такое однозначное заключение, на наш взгляд, не имеет под собой ни малейшего основания. Однако, порой, специалисты, облеченные высокими должностями и званиями, в том числе из научной сферы, подают его как единственно верное.

Имея двадцатипятилетний опыт организации минерального питания сельскохозяйственных культур, мы убедились в том, что нет непосредственной связи между ростом плодородия, которое принято оценивать через содержание гумуса, и расчетными дозами минеральных удобрений. Вернее она существует, но имеет обратную направленность.

Однако, на наш взгляд, динамичный рост урожайности не должен закрывать глаза на не настолько очевидные процессы другого характера. Конфликт ситуации заключается в том, что в целях объективной оценки происходящие процессы, в том числе тенденции обратного характера, необходимо рассматривать в мельчайших деталях и сравнивать в сопоставимых временных промежутках, поскольку процессы гумификации в почве происходят в течение многих миллионов лет, а наше в них участие на таком временном фоне исчисляется считанными годами. При этом даже за ничтожно короткий период аграрной деятельности, по сравнению со временем формирования существующей экосистемы, отрицательное воздействие человека на природу очевидно, что не дает нам права слепо использовать чисто солевые формы удобрений.

Устойчивость почвенного поглотительного комплекса, который в большинстве своем еще способен справляться с оказываемым на него отрицательным воздействием и отвечать ростом урожайности объясняется высокой буферностью, способностью воспринимать, распределять и удерживать растворы минеральных солей, а также, по возможности, благодаря органическому компоненту, включать механизм пролонгации их действия. В низкобуферных

Фото 1. *Развитие корневой системы растения с двух разных сторон стеклянного сосуда (две стороны одной медали) в среде с ОМУ (фото слева) и в среде с нитрофоской (фото справа)*

Расчетные, а тем более завышенные, дозы вносимых удобрений, приводят к увеличению концентрации солевого раствора, росту уровня кислотности, подавлению активности почвенной биоты и, в конечном итоге, к потере агрофизических свойств почвы. Неизбежно возникающие локальные осмотические явления в зоне расположения минеральных гранул отрицательно влияют на развитие корневых систем растений, особенно в раннем периоде роста. О какой положительной динамике плодородия почвы при таких процессах может идти речь?

Вместе с тем, использование минеральных удобрений по отработанным методикам стало классикой и воспринимается как необходимость, тем более в связи с получением положительных результатов по размерам урожаев.

песчаных почвах, такой механизм отсутствует и минеральные составляющие при поливе уходят в нижние горизонты за пределы корнеобитаемого уровня. Подобный порядок вещей создает свои проблемы и требует иных подходов к организации минерального питания растений.

Задача земледельца состоит в том, чтобы стать грамотным участником естественного природного органоминерального круговорота и обеспечить динамику развития, следуя его законам. Любое неосторожное вмешательство человека в одно из звеньев этого процесса, изначально с благой целью – решить свои задачи и «помочь» природе, ослабит всю цепь круговорота веществ и обмена энергии.

ОАО «Буйский химический завод», как производитель удобрений отошел от способа прямого внесения в почву минеральных солей. Основой гранулы стал органический

** – публикация носит информационный характер*

компонент – торф глубокой степени разложения, обогащенный минеральными солями и уже не почва, а органическая гранула стала выполнять функцию пролонгации воздействия. Такой технологический прием сочетания органического вещества и минеральных солей позволил перевести азот в менее подвижные формы, а фосфор, калий, магний, серу, углерод сделать более усвояемыми и доступными для растений и почвенной микрофлоры. Механизм пролонгации позволил уменьшить концентрацию почвенного раствора, оптимизировать и обеспечить более полное усвоение всех элементов минерального питания на основе комплексного и сбалансированного состава (фото 1).

Фото 2. *Цех производства органоминеральных удобрений (ОМУ)*

На следующем этапе развития технологии производства органоминерального удобрения (ОМУ) была реализована идея повышения содержания гуминовых веществ в составе удобрений путем введения гумата калия, который на предприятии получают с применением калийной щелочи и использованием гидродинамической кавитации. Это стало первым шагом по улучшению свойств ОМУ после 20-летнего его применения по изначально разработанной технологии производства.

Фото 3. *Участок получение гуматов методом щелочения и кавитации торфов.*

Важнейший технологический прием в растениеводстве – грамотно организованный севооборот, цель которого обеспечить биохимическое разнообразие на используемых для выращивания сельхозкультур площадях. Чем больше культур в севообороте и чем сильнее они различаются по срокам сева, характеру роста, генетическим особенностям и жизненному циклу, тем выше роль севооборота в борьбе с сорняками, противостоянии вредителям и болезням. Однако организовать необходимый севооборот, порой очень непросто, а иногда, в силу определенных обстоятельств, сельхозтоваропроизводители вынуждены переходить на монокультуру, что рано или поздно приводит к негативным последствиям. Решить эту проблему мы попытались с использованием органоминеральных гранул. Понимая, что эффект, достигаемый в севообороте, во многом обеспечивают корневые выделения и биологически активные вещества предшественника, специалисты предприятия начали вводить в состав ОМУ экстракты растений и кавитированную массу предполагаемого предшественника.

Такой прием получения экстрактов растений аллелопатов с последующим введением их в удобрение позволил организовать псевдосевооборот. Конечно, это не решает всех проблем, вызываемых монокультурой, однако его применение содействует оздоровлению общей ситуации на полях. Благо, что арсенал растений, потенциально возможных для экстракции и включения в севооборот превосходит две сотни наименований – богатейший материал для предстоящих исследований. При этом важна сама идея введения биомассы предшественника в состав ОМУ. Хорошие результаты ее реализации уже отмечены на сое в Амурской области, куда были поставлены ОМУ с экстрактами пшеницы, ромашки и еще ряда культур и лекарственных трав.

Фото 4. *Участок CO_2 экстракции*

Самое большое упущение существующих агротехнологий, на наш взгляд, заключается в полном пренебрежении почвенной микробиотой и мезофауной – главными создателями того плодородия и почвенного слоя, на котором мы и получаем урожаи. Говорить глубоко и подробно на такую важнейшую тему в этом презентационном материале не имеет смысла, в целом она глубоко изучена и хорошо известна. От активности полезной почвенной микрофлоры зависит очень многое – усвоение элементов питания, санитарное состояние, симбиотические процессы, структура почвы, все ее агрофизические свойства.

Однако, работая только минеральными солями, земледельцы становятся невольными землеубийцами, поскольку используют грозное оружие подавляющее микробов. Поэтому мы решили использовать органоминеральную гранулу еще и как транспорт для доставки в почву консорциума разных бактерий: Bacillus subtilis, Bacillus mucilaginosus, Bacillus mesentericus, Bacillus megaterium, Azotobacter chroococcum. Их споровые формы легко закрепляются на поверхности гранулы, а при попадании во влажную и теплую почву включаются в работу.

Нанесение бактерий на ОМУ дало самый высокий результат, в особенности в мобилизации слабоусвояемых фосфатов, и позволило решить еще ряд задач, связанных с минеральным питанием сельхозкультур, которые подвластны только микроорганизмам.

Изучив опыт европейских стран по организации минерального питания сельскохозяйственных культур и выполнив ряд заказов для Италии, мы столкнулись с обязательным и несколько неожиданным для нас требованием

Фото 5. *Микробиологическая лаборатория*

заказчика – вводить в состав ОМУ муку от измельченных рогов и копыт.

По итальянскому законодательству в составе удобрений должно быть не менее 3 % органического азота, который как раз и содержится в указанных частях животных. Содержание органического азота в торфе обеспечивало только половину от требуемого уровня. Кроме азота в состав отходов от переработки скота входят кальций, калий, фосфор, магний, сера, микроэлементы, белок, аминокислоты – целая кладовая необходимых и доступных для растений и почвенной биоты элементов, которые уже находятся в круговороте веществ, прошли через почву, растения, животных и снова могут вернуться в этот круг. Когда мы глубоко вникли в смысл такого кольца и поняли, что природа давно живет по его законам, то смело пошли на работу с мясокостной мукой для придания органоминеральным удобрениям очередных уникальных свойств. Поэтому использование мясокостной муки в составе ОМУ стало обязательной частью технологии. Доведя ее долю в составе ОМУ до 5-10 %, мы планируем использовать этот вторичный ресурс тысячами тонн в год.

Химический состав мясокостной муки

Белки и аминокислоты в ОМУ стали уникальным питанием для почвенной микробиоты и всех почвенных простейших, которые, получив его, активизировались, что в итоге позволило растениям картофеля сформировать двойной урожай, по сравнению с контролем. На такую большую прибавку к контролю повлияли, в том числе, погодные условия дождливой и холодной первой половины лета 2017 г. Благодаря активности дождевых червей при внесении ОМУ образовавшаяся корка верхнего слоя почвы была вся пронизана их ходами, что обеспечило полноценную аэрацию корнеобитаемого слоя почвы и возможность дренажа лишней влаги. В ночное время червей выползало такое количество, что они буквально закрывали поверхность испытательного участка. Кроме того, на положительные результаты опыта повлиял и минеральный состав мясокостной муки.

Тематические исследования и многолетняя практика в России, всестороннее изучение международного опыта привели специалистов завода к выводу, что чем больше мы пытаемся внести в почву минеральных солей, тем больше для получения результатов без вреда для экосистеме требуется органического вещества.

В органоминеральных гранулах, как показал опыт, предельно допустимая норма минеральной части составляет 30 %, а наибольший эффект обеспечивает включение минеральных компонентов в количестве 15-25 %. При таком соотношении усвоение всех элементов питания происходит наиболее пролонгировано и стремится к 100 %, поскольку между гранулой и корневой системой растений отсутствуют передаточные звенья, которые могли бы повлиять на потери питательных веществ. Гранулы оплетает микросеть из корневых волосков. Какие же при этом потери? Идет полное усвоение.

ФИТО ОМУ (ДЛЯ СОИ)

+

ОРГАНИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА (КОНСТРУКЦИЯ)

Nобщ	P_2O_5	K_2O	Cu	Zn	Fe	Mn	B	S	Ca	Mo
3,5	3,6	2,4	0,01	0,01	1,02	0,07	0,023	1,11	2,25	0,026

+

Гумат Калия (кавитационный)

+

Микробиологические препараты

+

Экстракты растений

+

Органические элементы метаболизма животных (М.К. Мука)

Структура ФИТО ОМУ

В заключение первой части презентационного материала по организации минерального питания растений, основой которого служит природный круговорот веществ, а организуемое для растений питание выступает в качестве агрохимикобиологического приема его развития и поддержания, считаю необходимым еще раз акцентировать внимание читателей на том, что мы не имеем права выживать солями простейших из среды их обитания. Они делают великое дело для нас, стоят в самом начале пищевой цепи, сопровождают по всем звеньям и завершают ее, чтобы возобновить этот процесс с самого начала. У человека должно быть достаточно знаний и кругозора для поиска подходов к решению этой задачи, иначе простейшими окажемся мы сами, раньше отведенного природой срока.

Люди не должны объявлять войну микроорганизмам, с ними надо взаимодействовать тесно и находить общие интересы.

(продолжение следует)

Заместитель директора
ОАО «Буйский
химический завод»
А.Г. ЛАДУХИН

УДК 631.42

Экологическая норма и экономически обоснованный выбор плана устойчивого землепользования (опыт изучения проблемы на примере Учебно-опытного почвенно-экологического центра МГУ имени М.В. Ломоносова)

О.А. МАКАРОВ[1], доктор биологических наук, зав.кафедрой (e-mail: oa_makarov@mail.ru)
А.С. ЯКОВЛЕВ[1], доктор биологических наук, зав. кафедрой (e-mail: yakovlev_a_s@mail.ru)
Е.В. ЦВЕТНОВ[1], кандидат биологических наук, старший научный сотрудник (e-mail: ecobox@mail.ru)
А.С. СТРОКОВ[2], кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: bandura3@yandex.ru)
Е.В. БОНДАРЕНКО[1], кандидат биологических наук, младший научный сотрудник (e-mail: bondik_91@mail.ru)
Я.Р. ЕРМИЯЕВ[1], магистр (e-mail: yacov93@yandex.ru)
[1]Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Ленинские горы, 1, Москва, 119991, Российская Федерация
[2]Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, просп. Вернадского, 82, стр. 1, Москва, 119571, Российская Федерация

Проведена оценка потребности в мероприятиях по рекультивации земель Учебно-опытного почвенно-экологического центра МГУ имени М.В. Ломоносова (Московская область, Солнечногорский район) посредством расчета показателя потери экологического качества почв, выведенного из пятиуровневой критериальной таблицы оценки состояния окружающей природной среды, и применения методики Йоахима фон Брауна, основанной на определении стоимости и выгоды от «действия» или «бездействия» программы по восстановлению деградированных земель. Анализ показателей деградации и загрязнения почв и земель Учебно-опытного почвенно-экологического центра (увеличение кислотности, уменьшение содержания гумуса, доступного фосфора и подвижного калия, по сравнению с недеградированным аналогом, повышенное содержание цинка и кадмия) позволил рассчитать величину показателя потери экологического качеств почв. Для большинства исследуемых территорий она превысила 2-й уровень, что соответствует «неустойчивому» (необратимо нарушенному) состоянию и обусловливает предпочтительность сценария по их рекультивации. Применение методики оценки «действия/бездействия», учитывающей различные экосистемные сервисы (поглощение углерода, сохранение почвы и полезных веществ в ней, регуляция водного режима, производство продуктов питания и др.), также показало приоритет восстановления (рекультивации) земель. Дополнительным аргументом в пользу такого решения служит значительное превышение рыночной стоимости земли, рассчитанной сравнительным подходом (около 28 млн руб./га), над затратами на восстановительные работы (около 702 тыс. руб. с учетом экосистемных сервисов).

Ключевые слова: *экологическая норма, экосистемные услуги, землепользование.*

Для цитирования: *Экологическая норма и экономически обоснованный выбор плана устойчивого землепользования (опыт изучения проблемы на примере Учебно-опытного почвенно-экологического центра МГУ имени М.В. Ломоносова) / О.А. Макаров, А.С. Яковлев, Е.В. Цветнов и др. // Земледелие. 2018. № 1. С. 6-10.*

На сегодняшний день специалисты в сфере экономики природопользования и агроэкономики разрабатывают методы анализа различных сценариев планируемого землепользования исходя из предполагаемой рентабельности ведения хозяйственной деятельности, а также с учетом экосистемных сервисов, выполняемых природными компонентами исследуемых территорий. К числу таких методов относится так называемая «оценка действия/бездействия» Й. фон Брауна, основанная на сравнении экономических показателей сельскохозяйственного производства при устойчивом управлении земельными ресурсами и при «традиционном» землепользовании [1-4]. Этот метод предусматривает «перебор» различных видов землепользования (включая текущий) и учитывает экосистемные сервисы при каждом из них. Для расчетов здесь используют два подхода: один основан на изменении типа землепользования («действие»), другой не подразумевает его изменения («бездействие»).

Оценка «действия/бездействия» нашла широкое применение в качестве одного из основных инструментариев целого научного направления – экономики деградации земель. В сентябре 2011 г. Секретариат Конвенции по борьбе с опустыниванием, Европейская комиссия и Правительство Германии объявили об открытии одноименной Инициативы. Теоретические основы для Инициативы экономики деградации земель разрабатывают в Международном институте по исследованию продовольственной политики (IFPRI) и Университете Бонна.

Метод Й. фон Брауна достаточно успешно применяли для анализа состояния земель и разработки сценариев дальнейшего развития в Юго-Восточной и Центральной Азии, Африке [5, 6 и др.]. Оценка деградации земель, как правило, сопровождалась оценкой временной динамики вегетационного индекса NDVI территорий. При этом в ряде случаев сценарий действующего землепользования (так называемое «бездействие») признавали наиболее оправданным.

Необходимо еще раз подчеркнуть, что выбор варианта устойчивого землепользования базируется не только на расчетах будущей прибыльности ведения хозяйственной деятельности, но и на экологическом учете той роли, которую играют различные природные компоненты – учете экоси-

стемных сервисов (услуг). В процессе их изучения специалисты используют разнообразные модели, например, экономико-климатическую модель IMPACT-3 [7]. Она не позволяет непосредственно рассчитывать стоимость экосистемных услуг, но с её помощью можно оценить эффект финансовых вложений в некоторые виды устойчивого земледелия (например, орошение) и определить степень влияния таких инвестиций на рост производства сельхозпродукции всей страны и благосостояние общества.

При оценке различных типов деградации земель применяют модели другого рода – характеризующие степень «отклонения» от недеградированного (эталонного) состояния [8] и позволяющие определить необратимость нанесенного окружающей природной среде (экосистемам) ущерба. Так, в практике природо- и землепользования нередко используют логистическую модель зависимости качества экосистем (в том числе, почв) от нагрузки на них [9-16], проявляющую себя в форме S-образной кривой и описываемую функцией Ричардса:

$$Y(X) = a1 / (1 + b \exp(-|\alpha + \beta X|)) + a0, \quad (1)$$

где $a1$ – координата верхней асимптоты логистической кривой *(Xmax);*

$a0$ – координата нижней асимптоты *(Xmin),*

коэффициенты b, α, β описывают положение и крутизну логистической кривой.

Выделение различных качественных состояний (допустимых, предельно допустимых, критических и катастрофических нарушений) экосистемы (почвы), связанных с изменением нагрузки на нее, предлагается проводить путем анализа соответствующих производных, позволяющих четко определить точки перегиба на графике. Так, максимум первой производной dY/dX соответствует центру зоны кризиса или зоны критических нарушений, максимум второй производной d^2Y/dX^2 – центру зоны риска или предельно допустимых нарушений, а минимум последней – центру зоны экологического бедствия или зоны необратимых нарушений. Таким образом, максимум второй производной определяет зону обратимых нарушений в экосистеме (почве), максимум первой производной – зону предельно допустимых нарушений, после которой наступает зона критических (необратимых) нарушений (определяется минимумом второй производной). Для разбиения на ранги качества почв могут быть использованы критические точки на других аппроксимирующих функциях (Пуассона, Фишера и др.), причем кроме анализа мономерных функций, возможно использование методов анализа многомерных функций распределения.

Разработанные в Российской Федерации шкалы деградации земель в значительной степени отражают логистическую зависимость качества экосистем (почв) от нагрузки на них. Так, пятибалльные шкалы деградации, представленные в [8], во многом соответствуют пятиуровневой критериальной таблице оценки состояния окружающей природной среды, построенной в соответствии с логистической моделью [17], из чего следует, что только первые две градации почв (недеградированные и слабодеградированные), соответствующие экологической норме [18], могут считаться обратимыми и способными к самовосстановлению при условии снятия причины деградации. Среднедеградированные, сильнодеградированные и очень сильнодеградированные (разрушенные) почвы нарушены необратимо, и их восстановление до недеградированного состояния возможно только при участии человека (проведение рекультивации).

То есть, достаточным условием для прекращения деградации почв и земель, состояние которых находится в пределах экологической нормы по оцениваемым параметрам, будет устранение факторов (причин) деградационных процессов. Следует предположить, что уровень затрат на восстановление слабодеградированных почв и земель будет незначительным, и в качестве предпочтительного сценария землепользования выступит «бездействие» (табл. 1). В тех случаях, когда последствия деградации почв и земель необратимы (их состояние находится за пределами экологической нормы), ущерб от деградации значителен, решение о смене землепользования, вероятно, следует принимать исходя как из значения коэффициента К (отношение стоимости «действия» к стоимости «бездействия») и учета экосистемных сервисов, так и из «обратимости» нарушений (см. табл. 1).

Цель исследований – анализ различных сценариев землепользования на территории Учебно-опытного почвенно-экологического центра (УО ПЭЦ) МГУ имени М.В. Ломоносова «Чашниково» с учетом экосистемных сервисов почв и обратимости/необратимости нарушений для принятия решения о целесообразности проведения работ по восстановлению (рекультивации) земель.

УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова «Чашниково» расположен в Солнечногорском районе Московской области. Наибольшее распространение здесь имеют дерново-среднеподзолистые почвы различного гранулометрического состава, подстилаемые преимущественно двучленными отложениями – покровными суглинками на морене.

На территории этого хозяйства преобладают залесённые участки (47 % общей площади) и сельскохозяйственные угодья (42 % общей площади). На земли дачных и садоводческих объединений граждан, учреждений и организаций общего пользования, а также селитебную территорию приходится 11 % общей площади УО ПЭЦ.

В 2012-2014 гг. на территории УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова «Чашниково» проводили отбор смешанных проб почвы. Для этого ее разделили на квадратные ячейки размером 300×300 м. Методом равномерной случайно-упорядоченной сетки отбирали смешанные пробы из каждой ячейки. Размер площадки пробоотбора составлял 1×1 м. Образцы отбирали методом конверта на пашне с глубины 0,2 м, на других видах угодий с глубины 0,1 м [8].

В лабораторных условиях по общепринятым методикам определяли следующие свойства почв: химические – pH солевой вытяжки (потенциометрически стеклянным электродом) [19], валовое содержание гумуса (спектрофотометрическим методом определения углерода органических соединений по Тюрину в модификации Никитина) [20], подвижного фосфора – спектрофотометрическим методом в вытяжке по Кирсанову [21], подвижного калия в этой же вытяжке – методом эмиссионной фотометрии пламени [22], тяжелых металлов (Pb, Zn, Cd, Cu) – в однонормальной азотнокислой вытяжке [23].

Для оценки целесообразности проведения работ по восстановле-

1. Экспертная оценка рентабельности рекультивации деградированных земель на основе анализ обратимости нарушений и расчета К = Стоимость «действия»/Стоимость «бездействия»*

Значение коэффициента К	Степень деградации почв и земель				
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я
К<1	Р	Р	Р/Н	Н	Н
К>1	Р	Р	Р	Р/Н	Р/Н
К>>1 (рекультивация в условиях высокой рыночной стоимости земель столичных регионов)	Р	Р	Р	Р	Р

** Р – рекультивация рентабельна; Н – рекультивация нерентабельна; Р/Н – рентабельность рекультивации не очевидна.*

нию в рамках полученных величин ущерба использовали методику Йоахима фон Брауна [3], которая основана на определении стоимости и выгоды от действия или бездействия в отношении программы по восстановлению деградированных земель. Гипотеза, заложенная в методику, заключается в том, что меры по борьбе с деградацией земель имеют больше шансов быть принятыми, если известны потери от бездействия и рентабельность принятия этих мер. Экономическую оценку земель осуществляли с помощью формулы Nkonya и соавторов [1], которая учитывает общую экономическую стоимость (ОЭС) разных видов земель с учетом экосистемных услуг. Горизонт планирования составлял 20 лет. При этом была оценена стоимость действия по изменению всех видов землепользования. Всего было рассмотрено 5 возможных сценариев:

1. Без учета экосистемных услуг;
2. С учетом 1-й экосистемной услуги – поглощения углерода [24];
3. С учетом экосистемных услуг, оцененных в соответствии с обзором специальной литературы (была осуществлена балльная оценка таких экосистемных услуг, как поглощение углерода, сохранение почвы и полезных веществ в ней, регуляция водного режима, производство продуктов питания);
4. С учетом экосистемных услуг в соответствии с экспертными оценками специалистов КНР [25, 26];
5. С учетом экосистемных услуг в соответствии с экспертными оценками авторов статьи.

Оценка устойчивости (обратимости нарушений почв и земель)

Исследуемые почвы, в целом, характеризуются близкой к нейтральной реакцией среды, значительным варьированием содержания доступного фосфора, пониженным – подвижного калия и достаточно высоким (за исключением пахотных земель) – гумуса. Концентрация тяжелых металлов в почвах в большинстве случаев соответствует существующим санитарно-гигиеническим нормативам. Лишь на 3-х пробных площадках отмечена повышенная загрязненность (больше ПДК) Zn и Cd.

Изучение химических свойств почв позволило оценить степень их деградации и уровень химического загрязнения по соответствующим пятибалльным шкалам [8, 27, 28] .

На основе ранжированных показателей загрязненности и деградированности был рассчитан показатель потери экологического качества почв (ППЭК почв):

2. Оценка эффективности действия и бездействия против деградации земель УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова в соответствии с 5-ю различными сценариями

Переменная	Сценарий 1 (только обеспечивающие услуги)	Сценарий 2 (обеспечивающие услуги + стоимость поглощения углерода)	Сценарий 3 (авторские экспертные оценки локальных экосистемных услуг)	Сценарий 4 (оценки экосистемных услуг, основанные на коэффициентах Tianhong et al., 2008, China)	Сценарий 5 (оценка экосистемных услуг, основанная на опросе в России)
Стоимость «действия» на период 20 лет, млрд руб.	84,8	84,8	169,5	585,5	258,8
Стоимость «бездействия» на период 20 лет, млрд руб.	1,2	1,2	254,2	649,9	153,7
Соотношение «бездействия» к «действию»	0,01	0,01	1,50	1,10	0,59

$$ППЭК_{почв} = Пд + \frac{\sum_{i=1}^{n}(Пдп_i)}{\left[\sum_{i=1}^{n}(Пдп_i) + n\right]}, \quad (2)$$

где *ППЭК* – величина показателя потери экологического качества почв, *Пд* – значение доминирующего параметра качества почв, $Пдп_i$ – значение дополнительного параметра качества почв, *n* – число дополнительных параметров.

ППЭК позволяет определить уровень потери экологического качества почв в соответствии с ранее упомянутой пятиуровневой критериальной таблицей оценки состояния окружающей природной среды [17].

Ареалы почв и земель УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова, обладающие благоприятным качеством (1-й и 2-й уровни потери экологического качества), осуществляют устойчивое (в пределах экологической нормы) функционирование в наземных экосистемах. Деградация и загрязнение земель здесь «обратимы» – достаточно «убрать» источники этих неблагоприятных явлений. Во всех остальных случаях деградация и загрязнение почв и земель приняли «необратимый» характер.

Анализ показателей устойчивости почв и земель УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова выявляет абсолютное преобладание территорий с их «неустойчивым» (необратимо нарушенным) состоянием, что обусловливает предпочтительность сценария «действия».

Оценка действия и бездействия против деградации земель УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова с учетом экосистемных сервисов

Анализ результатов оценки действия и бездействия против деградации земель УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова с учетом экосистемных сервисов (методика Йоахима фон Брауна) показывает, что для большинства сценариев «бездействие» более эффективно, чем «действие», то есть восстановление земель не целесообразно (табл. 2). В то же время необходимо иметь ввиду специфику каждого из сценариев возможного землепользования. Так, 1-й сценарий учитывает только хозяйственную ценность рассматриваемой территории и не принимает во внимание прочие экосистемные услуги, 2-й – дополнительно учитывает только способность к поглощению углерода, а 5-й – основан на опросе малой группы экспертов. Следовательно, наиболее представительны 3-й и 4-й сценарии возможного землепользования, в которых отношение действия к бездействию оказалось больше 1.

Таким образом, в целом можно заключить, что учет экосистемных услуг способен изменить решение в пользу рекультивации, тогда как учет только способности земель обеспечивать продукцией показывает обратный результат, очевидно негативный для человека и окружающей среды.

Оценка действия и бездействия против деградации земель УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова с учетом анализа обратимости нарушений

Так как в наших исследованиях применявшиеся сценарии были не «перебором» различных видов землепользования, а оценкой рентабельности проведения рекультивационных работ с учетом тех или иных экосистемных сервисов, то и результаты анализа устойчивости почв и земель необходимо обсуждать именно с этих позиций. «Необратимость» причиненных к деградационным процессам нарушений на большей части обследуемого агрохозяйства безусловно следует рассматривать как повод «действовать» – то есть обязательно проводить

мероприятия по восстановлению (рекультивации) земель. Кроме того, дополнительным аргументом в пользу такого решения служит значительно превышение рыночной стоимости земли, рассчитанной сравнительным подходом (около 28 млн руб./га), над стоимостью восстановительных работ (около 702 тыс. руб. с учетом экосистемных сервисов). Такой факт характерен для столичных регионов, поэтому потенциальные инвесторы не рассматривают негативные качества (деградацию, загрязнение, захламление) подобных земель как существенный недостаток.

Следовательно, в данном случае применение методики Йоахима фон Брауна, основанной на определении стоимости и выгоды от действия или бездействия в отношении программы по восстановлению деградированных земель, и оценка «обратимости/необратимости» нарушений почв и земель в соответствии с пятиуровневой критериальной таблицей оценки состояния окружающей природной среды дали сходные результаты.

Таким образом, оценка показателя потери экологического качества почв, выведенного на базе логистической зависимости качества экосистем от нагрузки на них, показала настоятельную потребность в мероприятиях по восстановлению (рекультивации) земель УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова. В целом, такой же вывод был сделан при оценке действия и бездействия против деградации земель этой территории с учетом экосистемных сервисов (методика Йоахима фон Брауна). Представляется перспективной разработка подходов к анализу обратимости/необратимости негативного изменения (в том числе, деградации) почв и земель при их эколого-экономической оценке.

Литература.

1. The economics of desertification, land degradation, and drough / E. Nkonya, N. Gerber, P. Baumgartner, etc. Washington: IFPRI Discussion Paper, 2011. 173 p.

2. Von Braun J., Gerber N. The economics of land and soil degradation – toward an assessment of the costs of inaction // Recarbonization of the Biosphere. Netherlands: Springer, 2012. Pp. 493–516.

3. The Economics of Land Degradation / J. von Braun, N. Gerber, A. Mirzabaev, etc. // ZEF Working Paper Series. Bonn: University of Bonn, 2013. № 109. 20 p.

4. Economics of Land Degradation and Improvement – A Global Assessment for Sustainable Development / editors E. Nkonya, A. Mirzabaev, J. von Braun. Netherlands: Springer, 2016. 686 p.

5. Mirzabaev A. Land degradation and sustainable land management innovations in Central Asia / editors F. Gatzweiler, J. von Braun // Technological and institutional innovations for marginalized smallholders in agricultural development. Netherlands: Springer International Publishing, 2016. Pp. 213–224.

6. Von Braun J., Kofol C. Employment Now – addressing the challenge in Arab Region and Africa / editor F.J. Radermacher // Migration, Nachhaltigkeit und ein Marshall Plan mit Afrika – Denkschrift für die Bundesregierung. Club of Rome und Senat der Wirtschaft. Materialband, 2016. Pp. 134–135.

7. International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade (IMPACT): Model Description / M.W. Rosegrant, C. Ringler, S. Msangi, etc. Washington: International Food Policy Research Institute, 2008. 42 p.

8. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель // Охрана почв: сборник нормативных актов. М.: Изд-во РЭФИА, 1996. С. 174–196.

9. Бельгибаев М.Е., Долгилевич М.И. О предельно допустимой величине эрозии почв // Труды ВНИАЛМИ. 1970. Вып. 1 (61). С. 239–258.

10. Федоров В.Д. Проблема предельно допустимых воздействий антропогенного фактора с позиции эколога // Всесторонний анализ окружающей природной среды. Л.: Гидрометеоиздат, 1976. С. 192–212.

11. Светлосанов В.А. Устойчивость и стабильность природных экосистем (модельный аспект) // Итоги науки и техники. Сер. Теоретические и общие вопросы географии. М.: ВИНИТИ, 1990. Т. 8. 1990. 200 с.

12. Свирежев Ю.М. Нелинейные волны, диссипативные структуры и катастрофы в экологии. М.: Наука, 1987. 368 с.

13. Виноградов Б.В. Основы ландшафтной экологии. М.: ГЕОС, 1998. 418 с.

14. Виноградов Б.В., Орлов В.А., Снакин В.В. Биотические критерии зон экологического бедствия России // Известия РАН. Серия географическая. 1993. № 5. С. 77–79.

15. Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарафонтов М.Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем. Екатеринбург: УИФ, Наука, 1994. 282 с.

16. Гродзинский М.Д. Эмпирические и формально-статистические методы определения допустимых и нормальных состояний геосистем // Научные подходы к определению норм нагрузок на ландшафты. М.: ИГ АН СССР, 1988. С. 215–224.

17. Макаров О.А. Состояние почв как объект экологического нормирования окружающей природной среды: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М.: Изд-во МГУ, 2002. 46 с.

18. Яковлев А.С., Евдокимова М.В. Экологическое нормирование качества почв и управление их качеством // Почвоведение. 2011. № 5. С. 582–596.

19. ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО // Почвы. Определение pH солевой вытяжки, обменной кислотности, обменных катионов, содержания нитратов, обменного аммония и подвижной серы методами ЦИНАО: Сб. ГОСТов. М.: Издательство стандартов, 1985. С. 3–6.

20. Орлов Д.С., Гришина Л.А., Ерошичева Н.Л. Практикум по биохимии гумуса. М.: Изд-во МГУ, 1969. 159 с.

21. ГОСТ 26207-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. Официальное издание. М.: Издательство стандартов, 1992. 6 с.

22. Минеев В.Г. Агрохимия: учебник. М.: Изд-во МГУ, 2004. 720 с.

23. Руководство по санитарно-химическому исследованию почвы (нормативные материалы). М.: ЦИНАО, 1993. 130 с.

24. Букварёва Е.Н. Глобальное значение функций российских экосистем и проблема разных масштабов экосистемных услуг (Bukvareva E.N. Die globale Bedeutung der russischen Ökosystemfunktionen und das Problem der unterschiedlichen Skalen von Ökosystemdienstleistungen) // TEEB-Prozesse und Ökosystem-Assessment in Deutschland, Russland und weiteren Staaten des nördlichen Eurasiens (TEEB процессы и экосистемные оценки в Германии, России и в некоторых других странах Северной Евразии). Bonn: BfN-Skripten, 2014. Pp. 92–124.

25. Ecological assets valuation of the Tibetan Plateau / G.D. Xie, C.X. Lu, Y.F. Leng, etc. // Journal of Natural Resources. 2003. Vol. 18. Pp. 189–196 (in Chinese language).

26. Tianhong L., Wenkai L., Zhenghan Q. Variations in ecosystem service value in response to land use changes in Shenzhen // Ecological Economics. 2010. Vol. 69. Pp. 1427–1435.

27. О порядке определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами. Письмо Госкомзема России. Письмо Минприроды России (Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ) от 27.12. 1993. 29 с. [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/9033369 (дата обращения: 11.11. 2017).

28. Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель (утверждена Минприроды России и Роскомземом в июле 1994 г]. [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/9014048 (дата обращения: 11.11. 2017).

Ecological Norm and Economically Justified Selection of a Plan of Sustainable Land Management: the Experience of Studying the Problem on the Example of Educational and Experimental Soil-Ecological Center of Lomonosov Moscow State University

O.A. Makarov[1], A.S. Yakovlev[1], E.V. Tsvetnov[1], A.S. Strokov[2], E.V. Bondarenko[1], Y. R. Ermiyaev[1]

[1]Lomonosov Moscow State University, Leninskie gory, 1, GSP-1, Moskva, 119991, Russian Federation
[2]Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, prosp. Vernadskogo, 82, str. 1, Moskva, 119571, Russian Federation

Abstract. *We assessed the needs for recultivation of lands of Educational and Experimental Soil-Ecological Center of Lomonosov Moscow State University (Moscow region, Solnechnogorsk district) by calculating the rate of loss of environmental quality of soils, derived from the five-level criteria table assessment of the state of the natural environment, and the application of techniques of Joachim von Braun, based on the determination of cost and benefits of the "action" or "inaction" in relation to the programme for the rehabilitation of degraded lands. Analysis of indicators of degradation and contamination of soil and land of Educational and Experimental Soil-Ecological Center (an increase in acidity, decrease in humus content, available phosphorus and mobile potassium in comparison with a non-degraded analogue, the high content of zinc and cadmium) allowed us to calculate the value of the indicator of loss of ecological quality of the soils. For most of the studied area, this value exceeded the 2nd level, which corresponds to "unstable" (permanently impaired) condition of soil and land and determines the preference of the scenario for their reclamation. The use of methods for assessing the "activity/inactivity", taking into account various ecosystem services (carbon sequestration, conservation of soil and minerals in it, regulation of the water regime, food production, etc.), also gives priority to the restoration (reclamation) of lands. An additional argument in favor of this decision was a significant excess of the market value of the land calculated by the comparative approach (about 28 million RUB/ha), over the cost of rehabilitation works (about 702 thousand rubles, taking into account ecosystem services).*

Keywords: *ecological norm; ecosystem services; land use.*

Author Details: *O.A. Makarov, D. Sc. (Biol.), head of department (e-mail: oa_makarov@mail.ru); A.S. Yakovlev, D. Sc. (Biol.), head of department (e-mail: yakovlev_a_s@mail.ru); E.V. Tsvetnov, Cand. Sc. (Biol.), senior research fellow (e-mail: ecobox@mail.ru); A.S. Strokov, Cand. Sc. (Econ.), leading research fellow (e-mail: bandura3@yandex.ru); E.V. Bondarenko, Cand. Sc. (Biol.), junior research fellow (e-mail: bondik_91@mail.ru); Y. R. Ermiyaev, master's student (e-mail: yacov93@yandex.ru).*

For citation: *Makarov O.A., Yakovlev A.S., Tsvetnov E.V., Strokov A.S., Bondarenko E.V., Ermiyaev Y.R. Ecological Norm and Economically Justified Selection of a Plan of Sustainable Land Management: the Experience of Studying the Problem on the Example of Educational and Experimental Soil-Ecological Center of Lomonosov Moscow State University. Zemledelie. 2018. No. 1. Pp. 6-10 (in Russ.).*

УДК 631.474:504.54:63:502.057

Фациальная дифференциация земельных ресурсов как основа повышения экологизации агроландшафта

И.Ф. МЕДВЕДЕВ[1], доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник (e-mail: deneg2@yandex.ru)
Д.И. ГУБАРЕВ[1], кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
В.П. ГРАФОВ[2], кандидат сельскохозяйственных наук, директор
[1]Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока, ул. Тулайкова, 7, Саратов, 410010, Российская Федерация
[2]Аркадакская сельскохозяйственная опытная станция, с. Росташи Аркадакский р-н, Саратовская обл., 412210, Российская Федерация

Для фациальной типизации почвенного покрова пашни в 2014-2016 гг. проводили исследования по оценке основных природных и антропогенных факторов, определяющих уровень почвенного плодородия пашни, для более дискретной организации территории, на основе топографической и почвенной карт, агрохимических картограмм с использованием ГИС-технологий. Объектом типизации служило землепользование, находящееся в Северо-Восточном степном районе Заволжья Саратовской области на черноземе южном, где на различных по содержанию гумуса (3,0 и 4,5 %) фациях определяли влияние разных доз аммиачной селитры (30, 60 и 90 кг д.в./га) на урожайность и качество зерна озимой пшеницы. Обеспеченность фаций элементами питания снижалась по мере движения от элювиальной к трансэлювиально-аккумулятивной. В ряду выделенных фаций трансэлювиальная и элювиальная занимают 61 % и 19 % общей площади. Наиболее плодородными оказались почвы элювиальной фации. Содержание гумуса составило 4,5 % (на 20 % выше остальных трех фаций). Процессы денудации и поверхностная эрозия на трансэлювиальной фации привели к сокращению запасов гумуса, подвижных форм фосфора и калия, по сравнению с элювиальной фацией, на 0,5-1,1 %, 19,6-29,8 мг/кг и 110-167 мг/кг соответственно. Микроклиматические исследования по выявленным фациям показали различия температуры почвы между трансэлювиальными фациями полярных склонов (5,1-6,4°). В аккумулятивной фации величины этих показателей были на 0,5-1,2° выше, чем на северном склоне, и на 1,0-1,7° ниже, по сравнению с элювиальной фацией. Установленная в работе связь содержания гумуса с высотными отметками и агрохимическими показателями позволяет использовать его в качестве одного из основных индикаторов почвенного плодородия. Урожайность озимой пшеницы при использовании 60 кг д.в./га аммиачной селитры оказалась максимальной на элювиальной фации (24,8 ц/га), а на трансэлювиальной эффективность доз 30 и 60 кг д.в./га мало отличалась (14,5 и 15,6 ц/га).

Ключевые слова: *фации, рельеф, почвенное плодородие, микроклимат, урожайность.*

Для цитирования: *Медведев И.Ф., Губарев Д.И., Графов В.П. Повышение эффективности использования земельных ресурсов в агроландшафте // Земледелие. 2018. № 1. С. 10-15.*

Почвенно-климатические особенности Саратовской области не всегда позволяют реализовать в полной мере потенциал, заложенный в тех или иных культурах и сортах. Высокая пестрота почвенного покрова, зачастую выраженный рельеф местности и увеличение повторяемости погодных аномалий вносят свои коррективы в процесс формирования запланированного урожая. Достижение максимального урожая обусловлено адаптацией лучших сортов, своевременным и качественным выполнением всех агротехнических работ, а также оптимальными физическими и химическими характеристиками почвы [1].

Актуальность адаптивно-ландшафтной методологии природопользования многократно возросла пропорционально усиливающейся экологической напряженности. Конструирование экологически безопасных агроландшафтов в оптимальном соотношении с сопряженными природными ландшафтами возможно лишь на основе идентификации структур и их внутренних связей: вертикальных, соединяющих геологический фундамент, почву, биоту, и горизонтальных, связывающих морфологические части ландшафтов (фации, урочища и др.). Понимание необходимости трансформации географических категорий в агрономические побудило В.М. Фридланда ввести понятие элементарного почвенно-сельскохозяйственного ареала. Позже В.И. Кирюшиным был предложен элементарный ареал агроландшафта и агроэкологическая ти-

пология агроландшафта [2]. Главное требование адаптивно-ландшафтных систем земледелия – выделение территории с однородными по условиям возделывания культур свойствами. Таким образом, типизация – это каркас для построения современных систем земледелия. Основное принципиальное отличие в ведении земледелия на ландшафтной основе заключается в необходимости определения структурных территориальных единиц для глубокого системного анализа и количественной оценки биоэнергетических процессов, протекающих в них [3].

Антропогенные изменения структуры ландшафта выражаются в нарушении как вертикальных, так и горизонтальных связей. Поскольку каждая фация сопряжена со сложными природно-территориальными комплексами посредством этих связей, нарушение структуры отдельных морфологических единиц сказывается на сопряженных с ними геосистемах и структуре ландшафта как целого. Лежащие выше по склону фации способны влиять на расположенные ниже (твердый и жидкий сток, осыпи, стекание холодного воздуха), а хозяйственное воздействие усиливает эти процессы [4].

Применение удобрений – один из наиболее часто используемых приемов увеличения урожайности возделываемых культур. Однако развитие и модернизация сельскохозяйственного производства вводит свои коррективы в использование этих средств интенсификации. Стабильное развитие отрасли возможно лишь при сохранении и рациональном использовании плодородия почвы [5, 6]. Требования к экономически оправданному и экологически уравновешенному применению минеральных удобрений обусловливают целесообразность проведения исследований по оптимизации питания растений на основе почвенно-агрохимической диагностики и приемов рационального их внесения [7, 8].

Это вызывает необходимость дифференцированного подхода к размещению культур по элементам агроландшафта.

Типизация, как и классификация агроландшафтов, – важнейший элемент агроландшафтных исследований. Как правило, при разработке или выборе агротехнологии обращают внимание на агропочвенное и агроклиматическое районирование, оставляя без учета дифференциацию угодий на уровне фаций и урочищ.

Цель нашего исследований – провести фациальную типизацию почвенного покрова пашни на основе топографической и почвенной карт, агрохимических картограмм с использованием ГИС-технологий.

В качестве объекта типизации земель было выбрано землепользование, находящееся в Северо-Восточном степном районе Заволжья Саратовской области. Экспериментальную работу проводили в 2014-2016 гг.

Тестовый полигон расположен в Мало-Иргизском ландшафтном районе на склонах водораздела и плато с сильно развитым микрорельефом (рис. 1).

Рис. 1. *Спутниковый снимок исследуемого полигона площадью 1000 га (2016 г.).*

Почвенно-агрохимическое обследование почвы пашни проводили с использованием навигационного оборудования. Смешанные почвенные пробы для определения агрохимических показателей отбирали из расчета 1 проба с 5 га. Координатную привязку точек отбора осуществляли с помощью GPS-навигатора Garmin GPSmap.По пути маршрутного обследования проводили отбор дополнительных образцов на положительных и отрицательных формах рельефа. Полученную агрохимическую информацию использовали в геоинформационных программных продуктах (ArcView, Surfer) для формирования соответствующих контуров на цифровых картах (М 1:10000).

Валовое содержание гумуса определяли по методу И.В. Тюрина в модификации ЦИНАО по ГОСТ 26213-84, нитратного азота – потенциометрическим методом на ионометре по ГОСТ 26423-85, подвижных форм фосфора и калия – в 1 %-ной углеаммонийной вытяжке по Мачигину (ГОСТ 2625-91).

Для фациальной типизации взята геохимическая классификация, созданная Б.Б. Полыновым и доработанная М.Ф. Глазовской, которая в качестве ведущего фактора дифференциации локальных геосистем рассматривает литологические и геоморфологические условия их формирования. В основу типизации положена почвенная карта землепользования и рельефная карта его поверхности.

Для определения влияния различных доз аммиачной селитры (30, 60 и 90 кг д.в./га) на урожайность и качество озимой пшеницы в 2015 и 2016 гг. поочередно на двух полях были заложены мелкоделяночные опыты на двух гумусных контурах (4,5 и 3 %), локализованных на элювиальной и трансэлювиальной фациях. Удобрения вносили ранней весной в виде подкормки в трёхкратной повторности по следующей схеме: без удобрения (контроль), N_{30}, N_{60}, N_{90}. Площадь учетных делянок каждого варианта 35 м^2. Размещение делянок рендомизированное.

Поконтурный тестовый учет урожая проводили с использованием GPS-навигатора с делянок площадью 1м^2 в трехкратной повторности.

Местные особенности климата определяли по методике микроклиматических наблюдений [9].

Для создания трехмерной модели рельефа и тематических карт использовали программы для моделирования и анализа поверхностей, визуализации ландшафта Surfer 12 и GoogleEarthPro. Расчет топографического фактора (LS), отражающего совместное влияние длины и крутизны склона на смыв почвы, проводили согласно ГОСТ 17.4.4.03-86.

Объект типизации характеризовался сложными геоморфологическими условиями. Коэффициент расчлененности определен на уровне 1,45 км/км^2. Массив почв представлен черноземом южным различной степени мощности и смытости и расположен южнее реки Малый Иргиз на Высокой Сыртовой равнине, западная часть которой сливается с третьей (Мендельской) надпойменной террасой реки Волги. В геоморфологическом отношении исследованный участок – это слабоволнистая равнина, расчлененная балками, оврагами.

Почвообразовательный процесс на территории в соответствии с природно-климатическими факторами протекает по степному типу с образованием черноземов южных. Анализ морфометрических особенно-

стей изучаемого тестового полигона позволил установить связь дифференциации почвенного покрова с размещением на различных участках агроландшафта. На слабоволнистых плато размещается чернозем южный среднесмытый и слабосмытый малогумусный тяжелосуглинистый. На пологих склонах располагаются черноземы южные маломощные среднесмытые, у их подножия – иногда размывающиеся малогумусированные тяжелосуглинистые. Картограммы агрохимических показателей наглядно демонстрируют степень смытости почв. Сопоставление разных слоев агрохимических картограмм также подтверждает определенную закономерность распределения почвенных показателей в агроландшафте.

Для локального «исправления» пространственных неоднородностей почвенного покрова может быть предложена типизация угодий. Учитывая экологические особенности агроландшафта была составлена карта с распределением основных выделенных при анализе фаций (рис.2). Элювиальная фация приурочена к наиболее высокой части (115 м над уровнем моря), а аккумулятивная – к низкой части рельефа (67 м).

Характеристика природных условий сельскохозяйственных угодий невозможна без учета морфологии агроландшафта, внутри которого они подчинены определенным закономерностям при переходе от фации к фации и др. [10, 11]. При движении от элювиальной фации к трансэлювиально-аккумулятивной происходит постепенное уменьшение содержания гумуса и других агрохимических показателей в почве, а далее по мере снижения выраженности рельефа на местности идет частичная их аккумуляция. Наиболее выровнена по показателям и лучше обеспечена элементами плодородия элювиальная фация. Занимающие в общем массиве исследуемой пашни 19 % (152 га), ее почвы пригодны для возделывания всех зональных культур с использованием обычного комплекса агротехнических мероприятий, включая оптимизированную систему удобрений.

В отличие от элювиальной фации, которая приурочена к плато и водоразделам склонов северной и юго-восточной экспозиции, трансэлювиальная фация располагается преимущественно на склонах с уклоном 1,3-2,2°.

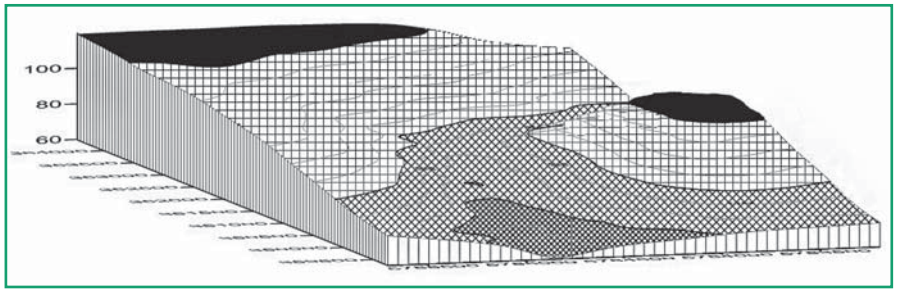


Рис. 2. *Модель рельефа с основными фациями агроландшафта: ■ – элювиальная; ▩ – трансэлювиально-аккумулятивная; ▦ – трансэлювиальная; ▨ – аккумулятивная.*

В процессе диагностики пашни на полях выявлена высокая вариабельность агрохимических показателей. Для обоснования фаций использовали данные детального почвенно-агрохимического тестированиям почвы земельного массива (табл.1).

Микроклиматические исследования по выявленным фациям показали, что на поверхности и в верхних слоях почвы температурные разности между трансэлювиальными фациями полярных склонов достигали 5,1-6,4°. В аккумулятивной фации величины этих показателей были на 0,5-1,2° выше, чем на северном склоне, и на 1,0-1,7° ниже, по сравнению с элювиальной фацией. Разность средних дневных величин относительной влажности приземного слоя воздуха между северным и южным склонами составила 2-4 %. Формирование почвенного покрова происходило на этих фациях в различных условиях увлажнения и терморежима, что также отразилось на плодородии. Выявленные различия гидротермического режима приземного слоя воздуха, поверхности и верхних слоев почвы отдельных фаций необходимо обязательно учитывать при оценке их ресурсного потенциала и при планировании сельскохозяйственного производства.

Увеличение длины линии тока и крутизны склонов тестового полигона в условиях проявления эрозии приводило к эрозионным потерям. Из всего массива пахотных почв наиболее подверженная эрозии трансэлювиальная фация занимает 61 % (490 га). Рост интенсивности эрозионных процессов и денудации по мере увеличения длины склона происходил на этой фации с возрастающим объемом стекающей воды, при этом кинетическая энергия водного потока и переносимых с ней почвенных частиц усиливалась. Величина уклона играла важную роль увеличивая или замедляя снос веществ [12]. Одновременно происходило вовлечение части переходного горизонта более короткого гумусового профиля этой фации.

Наблюдаемые в последние десятилетия тенденции способствовали уменьшению интенсивности снеготаяния и снижению величины стока, что четко иллюстрируют тренды стока талых вод с зяби и уплотненной пашни, построенные по данным длительного (1973-2017 гг.) стационарного опыта (рис. 3).

В направлении к аккумулятивной фации на протяженном склоне даже при увеличении его крутизны не происходило заметного снижения содержания гумуса и агрохимических показателей.

1. Эколого-почвенная характеристика фаций агроландшафта (данные почвенно-агрохимического обследования проведенного в 2014 г.)

Фация ландшафта	Уклон, град. LS**		Высота относительно уровня моря, м	pH, ед.	Содержание			
					гумуса, %	P_2O_5	K_2O	$N\text{-}NO_3$
						мг/кг		
Среднее по фациям		$\bar{x}$*	96,8	6,9	3,8	20,2	403	14,5
		V, %	15,1	6,3	14,3	75,6	28,0	22,0
Элювиальная	0,3-0,8	$\bar{x}$	110	6,4	4,5	41,3	510	14,5
	0,06-0,85	V, %	1,8	3,7	3,6	41,9	20,1	16,2
Трансэлювиальная	1,3-2,2	$\bar{x}$	96,6	7,1	3,7	16,1	375	14,1
	0,60-1,85	V, %	7,9	3,5	11,3	72,2	25,2	17,8
Трансэлювиально-аккумулятивная	0,9-1,6	$\bar{x}$	75	7,2	3,3	11,9	350	13,0
	0,3-0,4	V, %	5,0	2,5	12,4	56,5	19,2	18,5
Аккумулятивная	0,3-1,0	$\bar{x}$	67	6,9	3,7	23,4	448	13,4
	0,1-0,3	V, %	2,6	4,2	9,6	64,2	23,5	14,5

** $\bar{x}$ – среднее; V, % – коэффициент вариации;*
*** LS – топографический фактор.*

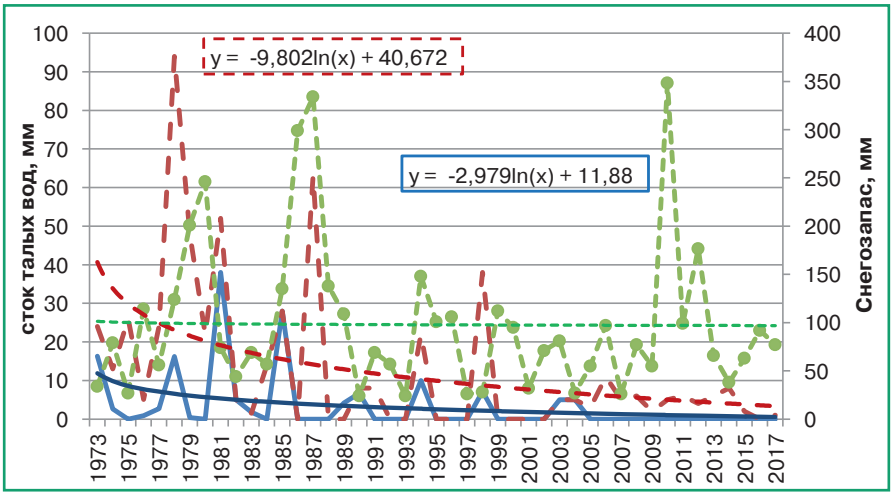


Рис. 3. *Тренд весеннего стока талых вод на зяби и уплотненной пашне: — на зяби; — на плотной пашне; — снегозапас, мм.*

Более эффективное использование почвенного покрова в условиях сложного геоморфологического строения территории и наличия выраженной поясности относительных высот возможно при условии контурно-полосного размещения сельскохозяйственных культур и агрофонов. В условиях сложных склонов полосное размещение в наибольшей степени учитывает природные факторы, которые расположены не в виде квадратов, а в виде горизонтально-контурных и полосных микрозон [13].

Продуктивность агроландшафта зависит от многочисленных природных и техногенных факторов [14]. Фациальные особенности увлажнения и залегания грунтовых вод – также основополагающие при проведении типизации. Устойчивый рост количества выпадающих осадков отмечается в феврале, марте и апреле. При этом среднемесячная температура января увеличилась на 2,9-3,2 °С, февраля и марта – на 1,3-2,4 °С [15].

Повышение температур зимнего периода и быстрое их нарастание весной приводит к ускоренному сходу снега и аккумуляции талой воды почвой (см. рис. 2). Однако из-за различия режимов промерзания и оттаивания почвы по разным фациям насыщение ее влагой происходит неодинаково.

Максимальное в наших исследованиях промерзание на элювиальных фациях, связанное, как правило, с наименьшей высотой снежного покрова, приводит к быстрому иссушению верхнего пахотного слоя ранней весной. Наоборот, нижние аккумулятивные фации, конденсируя большее количество снега, промерзают гораздо меньше, что способствует максимальному накоплению талой воды с дальнейшим ее перемещением вниз по профилю. По имеющимся данным, активизация процессов внутрипрофильного перемещения почвенного раствора приводит к подъему уровня грунтовых вод. Учет и анализ их химического состава на различных фациях агроландшафта выявил некоторые особенности уровней залегания и минерализации. Повышение уровня грунтовых вод было наиболее выражено в отрицательных формах рельефа, где инфильтрация происходит интенсивнее. При этом наибольшая продуктивность сельскохозяйственных культур возможна лишь при оптимальной глубине залегания грунтовых вод. Высокий их уровень благоприятно сказывается на росте озимой пшеницы и ряда других культур лишь в начале вегетационного периода, а в дальнейшем оказывается для них губительным [14]. Учитывая высокую минерализацию грунтовых вод на черноземах южных (от 2700 мг/л для элювиальной и трансэлювиальной фации до 6300 мг/л в аккумулятивной фации) критическая глубина залегания грунтовых вод составляет 2-2,5 м.

Для примера в скважине, расположенной на пониженной форме рельефа с уровнем грунтовых вод (УГВ) 2 м, их подъем за последние 20 лет составил более 1 м. По степени минерализации грунтовая вода в ложбине оказалась наиболее концентрированной (рис. 4). За время наблюдений максимальное содержание солей в скважине, расположенной в ложбине, составляло 6303 мг/л, минимальное – 2809 мг/л. Содержание органического вещества в воде тесно коррелировало с сухим веществом (r=0,90).

Изучение основных индикаторов изменения почвенного плодородия позволило выделить содержание в почве гумуса в качестве одного из наиболее значимых показателей. Гумус, как основной источник нитратного азота и других элементов в почве, влияет на продуктивность сельскохозяйственных культур. Статистический анализ почвенно-агрохимических показателей свидетельствует, что корреляционные зависимости заметно выражены на менее смытой элювиальной фации (табл. 2).

Рис. 4. *Содержание сухого и органического веществ в грунтовой воде, мг/л: — УГВ, см; — органические соединения, мг/л; — сухое вещество.*

2. Корреляционная связь содержания гумуса с агрохимическими показателями и высотными отметками почвенных проб

Фация	Высота отбора почвенных проб над уровнем моря	pH	P_2O_5	K_2O	Нитрификационная способность
Среднее по фациям	0,64*	-0,75*	0,65*	0,52*	0,23
Элювиальная	0,81*	-0,65*	0,46*	0,43*	0,54
Трансэлювиальная	0,43*	-0,56*	0,39*	0,2	0,14
Трансэлювиально-аккумулятивная	-0,36*	-0,40*	0,20	0,28	0,01
Аккумулятивная	-0,20	-0,63*	0,64*	0,71*	0,08

** –наибольшие по силе коэффициенты корреляции.*

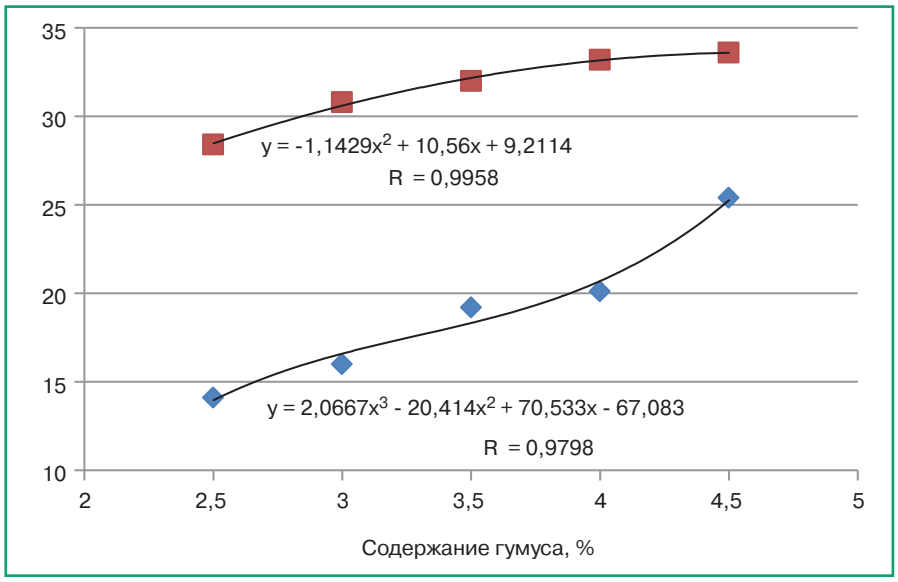


Рис. 5. *Зависимость урожайности и качества зерна озимой пшеницы от содержания гумуса в почве различных фаций (2015-2016 гг.): ◆ – урожайность, ц/га; ■ – содержание клейковины в зерне, %.*

Средний и высокий уровень корреляции гумуса в почве отмечается от высотных отметок расположения точек отбора по склону в трансэлювиальной и элювиальной фации соответственно, при движении вниз по склону эта связь становится отрицательной. Изменение направленности процесса вызвано наименьшей вариабельностью содержания в почве гумуса и высот данных фаций, а также переходом транзитной направленности потоков в аккумулирующие. По всем фациям отмечена средняя отрицательная связь содержания гумуса с реакцией почвенного раствора. По мере уменьшения его содержания в почве происходит незначительное подщелачивание, что, по-видимому, связано с частичной подпашкой нижележащих почвенных слоев и миграцией с эрозионным стоком кальция. Связь гумуса с подвижным фосфором снижается от элювиальной фации к трансэлювиально-аккумулятивной, резко увеличиваясь в аккумулятивной. Вынос илистых частиц в аккумулятивную фацию повышает содержание подвижных соединений фосфора и калия до уровня элювиальной фации.

Коэффициент корреляции подвижного калия от содержания в почве гумуса диагностировался как умеренный (r=0,43) на элювиальной фации, снижаясь на транзитных участках до 0,2-0,28, а затем резко увеличиваясь (до r=0,71) в зоне аккумуляции. Корреляционная связь гумуса с нитрификационной активностью на элювиальной фации оказалась средней (r=0,54), а на остальных – очень низкой.

Учет урожайности озимой пшеницы в 2015 и в 2016 гг. также выявил различия между гумусными контурами на различных фациях (рис. 5).

Уровень содержания гумуса в почве на разных фациях агроландшафта определял дифференциацию в формировании урожайности и качества зерна. Малогумусные фации относятся, как правило, к более крутым и менее увлажненным участкам склонов. Распределение гумуса, также как и влаги, по фациям носит транзитно-аккумулятивный характер. Поэтому величина урожайности зависит от оптимальных величин этих важных показателей. Ввиду высокой корреляции гумуса с агрохимическими показателями по всему массиву именно гумусовые контуры были взяты за основу при определении продуктивности озимой пшеницы.

Мелкоделяночные опыты, заложенные на двух гумусных контурах (4,5 и 3 % гумуса), локализованных на элювиальной и трансэлювиальной фациях соответственно, позволили выявить влияние внесения различных доз аммиачной селитры на урожайность и качество зерна озимой пшеницы (рис. 6).

Преимущество элювиальной фации отмечается даже в контроле, в котором урожайность была на 6,2 ц/га выше, чем на транэлювиальной фации. Использование 30 кг д.в./га аммиачной селитры не позволило получить существенную прибавку урожайности, которая при 3 % гумуса в почве составила 0,5 ц/га, тогда как при 4,5 % гумуса – 2,2 ц/га. Увеличение дозы до 60 кг д.в./га повысило сбор зерна, по сравнению с контролем, на 1,6 и 4,6 ц/га соответственно. Дальнейшее увеличение дозы вносимых удобрений на трансэлювиальной фации не привело к росту урожайности, которая при N_{90} была на уровне контроля, что, по-видимому, связано с недостатком влаги в процессе налива зерна. Среднее значение ГТК за период с мая по июль в 2015 г. составило 0,62, а в 2016 г. – 0,65, что соответствует слабой засухе. На элювиальной фации урожайность при внесении 90 кг д.в./га находилась на среднем уровне между N_{30} и N_{60}.

Содержание клейковины в зерне также отличалось от размещения по фациям и доз вносимых удобрений. На элювиальной фации в контроле оно было на 4,5 % ниже, чем на трансэлювиальной, однако применение удобрений положительно сказалось на качестве зерна. В среднем в удобренных вариантах прибавка клейковины составила 5,7 % к контролю. Тогда как на трансэлювиальной фации удобрения в дозе 30 и 60 кг д.в./га повысили ее содержание лишь на 2,6 %,

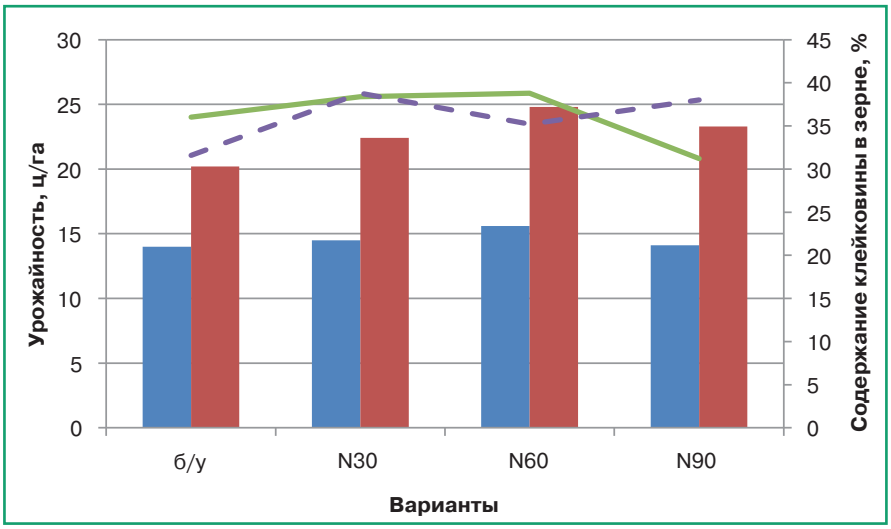


Рис. 6. *Влияние различных доз минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы при содержание в почве гумуса 3 и 4,5 % (2015-2016 гг.): урожайность озимой пшеницы, ц/га – ■ – 3 %, ■ – 4,5 %; содержание клейковины в зерне, %: — – 3 %, - - – 4,5 %.*

а при внесении 90 кг д.в./га величина этого показателя снизилась на 4,8 %, что могло быть вызвано угнетением растения высокой дозой аммиачной селитры при ГТК=0,62-0,65.

Таким образом, организация территории и формирование экологически сбалансированного агроландшафта должны осуществляться на основе ландшафтно-типологического районирования или типизации пашни. Изучение в комплексе данных о подтипе почв, ландшафтных особенностях их размещения, а также определение направленности транзитно-аккумуляционных процессов на пашне позволит повысить экологизацию сельскохозяйственного производства.

Анализ морфометрических особенностей изучаемого тестового полигона позволил установить связь дифференциации почвенного покрова с размещением на различных участках ландшафта. Изменение величины уклона с 0,8 до 2,2° на трансэлювиальной фации снизило содержание гумуса на 0,8 %, что отрицательно повлияло на плодородие. Использование трехмерных моделей рельефа и ГИС позволяет типизировать земельные угодья и получать функциональные ячейки ландшафта с однородными свойствами, которые наилучшим образом учитывают природные факторы.

Формирование почвенного покрова по фациям происходит в условиях различного увлажнения и терморежима. На поверхности и в верхних слоях почвы температурные разности между трансэлювиальными фациями полярных склонов достигали 5,1-6,4°. В аккумулятивной фации эти показатели были на 0,5-1,2° выше, чем на северном склоне, и на 1,0-1,7° ниже, по сравнению с элювиальной фацией. Распределение снежного покрова и неравномерность промерзания, влияющие на условия поглощения талых вод, изменяют величину весеннего стока, корректируя почвенное плодородие внутри фаций. Минерализация грунтовых вод изменяется от 2700 мг/л для элювиальной и трансэлювиальной фации до 6300 мг/л в аккумулятивной фации.

Урожайность озимой пшеницы на элювиальной фации на 6,2 ц/га выше, чем на транэлювиальной. При проведении агротехнических мероприятий и использовании средств интенсификации для нормирования антропогенной нагрузки необходимо учитывать фациальные особенности ландшафта, что позволит получать экономически оправданную и экологически безопасную продукцию. Использование 60 кг д.в./га аммиачной селитры на элювиальной фации повысило урожайность на 4,6 ц/га, тогда как на трансэлювиальной – всего на 1,6 ц/га.

Литература.

1. Явтушенко В.Е. Агроэкологические аспекты эффективного применения удобрений на склоновых землях //Экологические проблемы химизации в интенсивном земледелии: тр. ВИУА.1990.С. 35–39.

2. Кирюшин В.И. Классификация почв и агроэкологическая типология земель. М.: Лань, 2011. 288 с.

3. Комплексные исследования состояния и почвозащитные мероприятия на агроландшафтах / Е.В. Полуэктов, О.А. Игнатюк, Г.Т. Балакай и др. // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2013. №4 (12). С. 67–80.

4. Чеботникова Е.А. Диагностика состояния агроэкосистем Приазовской зоны Ростовской области: дис. .... канд. с.-х. наук. пос. Персиановский, 2006. 153 с.

5. Шабаев А.И. Адаптивно-экологические системы земледелия в агроландшафтах Поволжья. Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2003. 320 с.

6. Азаров К.А., Медведев И.Ф., Губарев Д.И. Методические особенности качественной внутриполевой оценки пашни // Аграрный научный журнал. 2014. №4.С. 3–6.

7. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий / под ред. В.И. Кирюшина, А.Л. Иванова. М.: Росинформагротех, 2005. 784 с.

8. Рельефная структура агроландшафта, ее влияние на агрохимические показатели почвы, урожайность яровой пшеницы и эффективность удобрений / И.Ф. Медведев, Д.И. Губарев, А.А. Бочков и др.// Аграрный научный журнал.2013. №9. С. 20–25.

9. Бондаренко Ю.В. Методы полевых гидрологических и метеорологических исследований: Учебное пособие. 2-е изд. доп. и исп. Саратов: Издательский центр «Наука», 2011. 202 с.

10. Видина А.А. Методические указания по полевым крупномасштабным ландшафтным исследованиям (для целей сельскохозяйственного производства в средней полосе Русской равнины). М.: Изд-во Моск. ун-та, 1962. 132 с.

11. Фациальная дифференциация почвы по уровням / И.Ф. Медведев, К.А. Азаров, Д.И. Губарев и др. // Известия Самарского научного центра РАН. 2015. №4 (3). С.573–577.

12. Система показателей агроэкологической оценки эродированных черноземов / Н.П. Масютенко, Г.П. Глазунов, А.В. Кузнецов и др. // Достижения науки и техники АПК. 2016. №11. С.7–11.

13. Полуэктов Е.В., Балакай Н.И., Балакай Г.Т. Система мероприятий по снижению поверхностного стока и водной эрозии на землях сельскохозяйственного назначения // Вестник аграрной науки Дона. 2010. №4. С.103–107.

14. Ковалевский В.С. Влияние изменений гидрогеологических условий на окружающую среду. М.: Наука, 1994. 138 с.

15. Левицкая Н.Г., Шаталова О.В., Иванова Г.Ф. Обзор средних и экстремальных характеристик климата Саратовской области во второй половине XX – начале XXI века // Аграрный вестник Юго-Востока. 2009. № 1 (1). С. 30–33.

Facial Differentiation of Land Resources as a Basis for Promotion of the Ecologization of Agrolandscapes

I.F. Medvedev[1], D.I. Gubarev[1], V.P. Grafov[2]

[1]Research Institute of Agriculture of the Southeast, ul.Tulaikova, 7, Saratov, 410010, Russian Federation

[2]Arkadakskaya Agricultural Experimental Station, s. Rostashi, Arkadakskii r-n, Saratovskaya obl., 412210, Russian Federation

Abstract. *For the facial standardization, in 2014–2016 we assessed the main natural and anthropogenic factors, determining the level of soil fertility of arable lands. The aim of the investigation was a more discrete organization of the territory, based on topographic and soil maps, agrochemical cartograms using GIS-technologies. The object of the standardization was a land tenure, located in the Northeast steppe region of the trans-Volga region of Saratov region on the southern chernozem, where we determined the influence of different doses of ammonium nitrate (30, 60 and 90 kg/ha) on the productivity and quality of grain of winter wheat on facies different in humus content (3.0 and 4.5%). The supply of facies with nutrient elements decreased as it moved from the eluvial facies to the transeluvial-accumulative facies. In the series of the isolated facies, the transeluvial and eluvial ones take 61% and 19% of the total area. The soils of the eluvial facies were the most fertile. The humus content was 4.5% (by 20% higher than in the other three facies). The processes of denudation and surface erosion on the transeluvial facies resulted in a reduction in humus, mobile forms of phosphorus and potassium content, in comparison with the eluvial facies, by 0.5–1.1%, 19.6–29.8 mg/kg and 110–167 mg/kg, respectively. Microclimatic studies on the revealed facies showed differences in soil temperature between the transeluvial facies of the polar slopes (5.1–6.4 degrees). In the accumulative facies, these indices were higher by 0.5–1.2 degrees than on the northern slope and lower by 1.0–1.7 degrees in comparison with the eluvial facies. Established in the work correlation of humus with altitude marks and agrochemical indicators allows you to use it as one of the main indicators of soil fertility. The yield of winter wheat at the application of 60 kg/ha of ammonium nitrate was found to be maximum on the eluvial facies (2.48 t/ha), and on the transeluvial facies the doses of 30 and 60 kg/ha slightly differed (1.45 and 1.56 t/ha).*

Keywords: *facies; relief; soil fertility; microclimate; yield.*

Author Details: *I.F. Medvedev, D. Sc. (Agr.), chief research fellow (e-mail: deneg2@yandex.ru); D.I. Gubarev, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow; V.P. Grafov, Cand. Sc. (Agr.), director.*

For citation: *Medvedev I.F., Gubarev D.I., Grafov V.P. Facial Differentiation of Land Resources as a Basis for Promotion of the Ecologization of Agrolandscapes. Zemledelie. 2018. No. 1. Pp. 10-15 (in Russ.).*

УДК 631.582:631.452

Продуктивность полевых севооборотов в условиях равнинных ландшафтов подтайги Западной Сибири

А.И. МАНСАПОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией (e-mail: sibniish-tara@yandex.ru)
Л.О. БЕРЕНДЕЕВА, младший научный сотрудник
Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства,
просп. Королева, 26, Омск, 644012, Российская Федерация

Резюме. *Исследования проводили в подтаёжной зоне Омской области в отделе северного земледелия СибНИИСХ в многолетнем стационарном эксперименте в 2011-2016 гг. Почва опытного участка – серая лесная оподзоленная, среднемощная, суглинистая с содержанием гумуса 3-4 %. Реакция почвенного раствора слабокислая. Обеспеченность доступным для растений минеральным азотом низкая, подвижным фосфором и калием (по Кирсанову) – средняя. Исследования проводили в двух зернопаровых и двух зернопаротравяных севооборотах с насыщением зерновыми от 57,1 до 75 %, парами – от 14,3 до 25 %. Для сравнения изучали бессменные посевы яровой мягкой пшеницы, ячменя и овса. Продуктивность севооборотов и бессменных посевов оценивали на фоне естественного плодородия почвы и при внесении удобрений. Урожайность сельскохозяйственных культур в 2011-2016 гг. в среднем в севооборотах без удобрений варьировала от 1,43 до 2,62 т/га, при улучшении условий минерального питания – от 1,78 до 3,19 т/га (прибавка от удобрений составляла 0,28-0,59 т/га). Лучшим предшественником для пшеницы были многолетние травы (клевер+тимофеевка): урожайность в зависимости от фона составила соответственно 2,17 и 2,52 т/га. Максимальная в опыте урожайность озимой ржи отмечена по чистому пару в семипольном зернопаротравяном севообороте – 2,69-3,38 т/га, овса – по обороту пласта многолетних трав – 3,01-3,66 т/га. По выходу зерна с 1 га севооборотной площади выделился зернопаровой севооборот с чистым паром и бессменный посев овса: в среднем на фоне естественного плодородия почвы 1,72-1,88 т/га, при внесении минеральных удобрений – 2,03-2,23 т/га. По сбору кормовых единиц лучшим был зернопаровой севооборот с занятым паром – соответственно 2,73 и 3,03 тыс./га. Высокий выход кормовых единиц и переваримого протеина отмечен в зернопаротравяных севооборотах: 2,49-2,66 тыс./га и 0,24-0,27 т/га соответственно. Более высокая прибыль и энергетические показатели установлены в зернопаровом и зернопаротравяном севооборотах с чистыми парами.*

Ключевые слова: *севооборот, засорённость, влагообеспеченность, предшественник, бессменный посев, чистый пар, сидеральный пар, урожайность.*

Для цитирования: *Мансапова А.И., Берендеева Л.О. Продуктивность полевых севооборотов в условиях равнинных ландшафтов подтайги Западной Сибири // Земледелие. 2018. № 1. С. 16-19.*

Ключевая проблема земледелия нечернозёмной зоны Западной Сибири – сохранение и повышение плодородия почв, так как пашня в основном размещена на малоплодородных землях [1,2].

Сельское хозяйство на севере Омской области переживает не только экономический, но и технологический кризис. Значительно снизились урожаи выращиваемых культур, растет засоренность полей. В хозяйствах не проводятся работы по воспроизводству плодородия почвы, не соблюдаются севообороты [3].

Начиная с 1991 г., на территории зоны складывается отрицательный баланс гумуса и питательных веществ в почве. За 2010-2015 гг. ежегодные потери гумуса составили от -0,39 до -0,60 т/га, питательных веществ – 74,8 кг/га, в результате чего происходит устойчивое снижение средневзвешенного содержания основных минеральных элементов питания в почве [4, 5].

Освоение научно обоснованных севооборотов предусматривает снижение потерь плодородия и повышение продуктивности пахотных земель.

Результаты исследований Тарской СХОС в подтаёжной зоне Омской области в длительных стационарных опытах свидетельствуют, что на серых лесных почвах многолетние бобово-злаковые смеси (клевер + тимофеевка) возвращают в почву до 70 % корневых и поукосных остатков, тем самым резко улучшая баланс органического и энергетического материала для деятельности почвенных микроорганизмов [6].

Наибольшее количество растительных остатков отмечают в севооборотах с полями многолетних трав. В зернопаротравяных севооборотах происходит накопление органического вещества. Под влиянием правильного сочетания многолетних и однолетних культур структура серых лесных почв в севооборотах улучшается [7].

В результате многолетних исследований установлено, что в подтаежной зоне целесообразно ведение травопольной системы земледелия с наличием в севооборотах парового поля, двух полей клевера с тимофеевкой, зернобобовых (горох, вика, бобы), яровых и озимых зерновых культур [8].

В связи с появлением новых высокопродуктивных сортов кормовых и зерновых культур требуется корректировка существующих севооборотов и усовершенствование технологии их возделывания.

Цель исследований – повышение продуктивности сельскохозяйственных культур и агроэкономических показателей производства продукции путем оптимизации схем полевых севооборотов в условиях равнинных ландшафтов подтаежной зоны Западной Сибири.

Для ее достижения решали следующие задачи:

изучить влияние предшественников на урожайность зерновых культур и качество зерна;

уточнить влияние культур на питательный режим, динамику засорённости и влажность почвы;

дать агроэкономическую и биоэнергетическую оценку севооборотов.

Исследования проводили в подтаёжной зоне Омской области в 2011-2016 гг. в многолетнем стационарном опыте, заложенном на поле лаборатории северного земледелия ГНУ СибНИИСХ (г. Тара). Почва опытного участка – серая лесная оподзоленная, среднемощная, суглинистая с содержанием гумуса 3-4 %, валовых форм азота – 0,21-0,26 % и фосфора – 0,14-0,15 %. Реакция почвенного раствора слабокислая. Обеспеченность доступным для растений минеральным азотом низкая, подвижным фосфором и калием (по Кирсанову) – средняя.

Зона проведения опытов характеризуется слабой теплообеспеченностью, коротким вегетационным периодом. Метеорологические условия вегетационных периодов в годы исследований (2011-2016 гг.) были очень контрастными, как по температурному режиму, так и по влагообеспеченности, что характерно для климата подтаёжной зоны: 2011-2012 гг. отличались засушливой погодой, 2014-2015 гг. – были холодными с избыточным увлажнением.

Изучали два зернопаровых и два зернопаротравяных севооборота, развернутых во времени и пространстве, с насыщением зерновыми культурами от 57,1 до 75 %, парами – от 14,3 до 25 % со следующим чередованием культур:

чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – овес;

1. Урожайность зерновых культур в зависимости от предшественника (среднее за 2011-2016 гг.)

Культура	Предшественник	Урожайность, т/га				
		без удобрений		на фоне удобрений		
		по предшественнику	прибавка к бессменному посеву	по предшественнику	прибавка к бессменному посеву	прибавка к фону 1
Пшеница	занятый пар	1,93	0,68	2,30	0,84	0,37
	пласт многолетних трав	2,17	0,92	2,52	1,06	0,35
	озимая рожь	1,75	0,5	2,07	0,61	0,32
	бессменный посев	1,25	–	1,46	–	0,21
	средняя	1,77	0,7	2,05	0,83	0,31
	НСР	0,26		0,30		
Ячмень	овёс	1,28	0,25	1,60	0,14	0,32
	пласт многолетних трав	1,81	0,78	2,13	0,67	0,32
	озимая рожь	1,62	0,59	1,94	0,48	0,32
	бессменный посев	1,03	–	1,46	–	0,43
	средняя	1,43		1,78	0,43	0,35
	НСР	0,26		0,33		
Овёс	ячмень	3,22	1,35	3,66	1,43	0,44
	пшеница по озимой ржи	2,47	0,60	2,78	0,55	0,31
	пшеница по занятому пару	2,50	0,63	3,01	0,78	0,51
	пшеница по пласту многолетних трав	3,01	1,14	3,37	1,14	0,36
	бессменный посев	1,87	–	2,23	–	0,36
	средняя	2,62	0,93	3,05	0,97	0,39
	НСР	0,40		0,45		
Озимая рожь	чистый пар (4-х польный)	2,67	0,23	3,30	0,39	0,63
	чистый пар (7-и польный)	2,69	0,25	3,38	0,47	0,69
	сидеральный пар	2,44	–	2,91	–	0,47
	средняя	2,6	0,24	3,19	0,43	0,59
	НСР	0,26		0,23		

занятый пар – яровая пшеница – овес – ячмень;

чистый пар – озимая рожь – ячмень – многолетние травы 1 г.п. – многолетние травы 2 г.п. – яровая пшеница – овес;

сидеральный пар (рапс) – озимая рожь – яровая пшеница – многолетние травы 1 г.п. – многолетние травы 2 г.п. – ячмень – овес.

Для сравнения изучали бессменные посевы яровой мягкой пшеницы, ячменя и овса.

Продуктивность севооборотов и бессменных посевов оценивали на фоне естественного плодородия почвы (контроль) и при внесении удобрений (фон 2). Минеральные удобрения (аммофос) вносили в дозах, рассчитанных на получение запланированной урожайности в пределах 3,0-3,5 т/га ($N_{30-40}P_{130-160}$), под предпосевную культивацию под яровые зерновые культуры. Озимую рожь весной подкармливали аммиачной селитрой в дозе N_{40}.

Агротехника полевых работ – зональная. Срок посева яровых зерновых культур и трав 18-23 мая, озимой ржи – 20-25 августа. Способ посева рядовой, глубина заделки семян зерновых – 4-5 см, многолетних трав 1-2 см. Многолетние травы высевали под покров зерновых. Норма высева зерновых – 5,5- 6,0 млн всхожих семян на 1 га, многолетних трав – 16 кг/га. Посев многолетних трав проводили смесью клевера с тимофеевкой в равных пропорциях. Способ уборки зерновых культур однофазный (прямое комбайнирование): озимой ржи – 15-20 августа, ячменя – 20-25 августа, пшеницы и овса – первая декада сентября. Уборку проводили комбайном Sampo 130.

В опыте выращивали озимую рожь Ирина, овёс Уран, ячмень Сибирский Авангард, перспективный сорт яровой мягкой пшеницы Сибирская Юбилейная, клевер с тимофеевкой Тарские местные, в качестве однолетних трав высевали овёс Иртыш 22 и горох Омский 9.

Исследования проводили согласно методическим рекомендациям по севооборотам Западной Сибири [9]. Площадь делянки 75 м^2, размещение – рендомизированное, повторность – четырехкратная.

Влажность почвы определяли до посева и после уборки термостатно-весовым методом, содержание гумуса в почве в слое до 20 см – в начале и конце ротации севооборота по методике Тюрина, нитратного азота в слое почвы 0-40 см – ионометрическим методом по модификации ЦИНАО, засоренность посевов зерновых культур – количественно-весовым методом. Учет урожая осуществляли методом сплошной уборки с приведением бункерной массы к стандартной влажности и 100 %-ной чистоте.

Статистическую обработку данных проводили по методике изложенной Б.А. Доспеховым [10], биоэнергетическую оценку севооборотов и культур – в соответствии с методическим рекомендациям [11].

Продуктивность зерновых культур во многом зависела от их биологических особенностей, предшественников, погодных условий и удобрений. Ведущее место по урожайности среди них занимали овёс и озимая рожь. Лучшими предшественниками для овса были пшеница и ячмень, идущие по многолетним травам, сбор зерна после которых в контроле составлял 3,01-3,22 т/га, на фоне внесения удобрений – 3,37-3,66 т/га. Урожайность зерна по этим предшественникам была выше, чем при бессменном посеве овса в среднем на 60 %, прибавка урожая от удобрений значительно ниже – от 13 до 15 % по разным предшественникам (табл. 1).

Озимую рожь высевали по чистому и сидеральному пару. Более высокий урожай в среднем за годы исследований отмечен по чистому пару, как в четырёхпольном, так и в семипольном севооборотах, что обусловлено лучшей обеспеченностью влагой, доступными элементами питания, особенно нитратным азотом, и меньшей засоренностью.

Для пшеницы лучшие предшественники – многолетние травы (клевер с тимофеевкой) и занятый горохоовсяный пар. Посев яровой пшеницы по озимой ржи, хоть и уступает по урожайности другим сочетаниям, но имеет большое агротехническое значение. Пшеница, размещённая после озимой ржи, служит лучшей покровной культурой для клевера с тимофеевкой. Урожайность пшеницы в севооборотах превышала величину этого показателя в бессменном посеве на 40-70 %. Удобрения в среднем по предшественникам обеспечили прибавку к фону естественного плодородия почвы на уровне 17,5 %.

Более высокая урожайность ячменя отмечена по пласту многолетних трав и озимой ржи, максимальная в опыте прибавка к бессменному посеву – 36-75 % – на фоне без удобрений. При улучшении условий минерального питания прибавка по различным предшественникам достигала 25-30 %.

Продуктивность многолетних трав 1 года пользования в севооборотах в среднем составила 6,5-6,7 т/га, 2 года пользования – 7,0-7,3 т/га сена, горохоовсяной смеси – 30,0 т/га зелёной массы.

Содержание нитратного азота в почве в значительной степени зависело от предшествующей культуры. В среднем за годы исследований наиболее благоприятные условия для накопления нитратов складывались в чистом пару: перед посевом ржи их содержание достигало 24,8 мг/кг почвы, в занятом пару накапливалось 12,0 мг/кг почвы нитратного азота, в сидеральном пару величина этого показателя не превышала – 8,1 мг/кг почвы. Перед посевом зерновых культур отмечено

2. Содержание гумуса в 0-20 см горизонте почвы в севооборотах и бессменных посевах, %

Чередование культур в севооборотах	Содержание гумуса	
	исходный	в конце ротации севооборотов
Чистый пар – озимая рожь – пшеница – овёс	3,34	3,28
Занятый пар – пшеница – овёс – ячмень	3,42	3,46
Чистый пар – озимая рожь – ячмень – травы – травы –пшеница – овёс	3,37	3,54
Сидеральный пар – озимая рожь – пшеница – травы – травы – ячмень – овёс	3,50	3,60
Бессменный овёс	3,61	2,77
Бессменный ячмень	3,04	2,73
Бессменная пшеница	3,33	2,77

более высокое содержание нитратного азота почве в севооборотах, чем в бессменных посевах. Так, перед посевом пшеницы по многолетним травам величина этого показателя составляла 9,5 мг/кг почвы, в бессменном посеве культуры – 8,9 мг/кг почвы, перед посевом овса по ячменю (оборот пласта трав) – 8,8 мг/кг, а в бессменном посеве – 7,6 мг/кг почвы.

Изменения содержания гумуса в севооборотах были менее значительными, чем в бессменных посевах. За период трёх ротаций зернопарового севооборота с чистым паром в пахотном (0-20 см) горизонте оно снизилось, по сравнению с исходным содержанием, на 0,06 %, в зернопаровом севообороте с занятым паром – увеличилось на 0,04 % (табл. 2).

В зернопаротравяных севооборотах с чистым и сидеральным парами за 2 ротации содержание гумуса увеличилось, по сравнению с исходным, на 0,10-0,17 %. В бессменных посевах за этот же период отмечено значительное снижение величины этого показателя на 0,31-0,84 %. Внесение с 2011 по 2016 гг. в изучаемых севооборотах минеральных удобрений существенного влияния на содержание гумуса не оказало.

Бессменные посевы зерновых резко снижали урожайность из-за высокой засорённости корнеотпрысковыми и мятликовыми сорняками. Так, если в севооборотах засорённость яровой пшеницы составляла 14-22 %, овса – 8,6-11 %, ячменя – 12-21 %, в бессменных посевах она возрастала соответственно до 28,7;19,7 и 27,8 %. Самыми чистыми (засорённость 3-6 %) в севооборотах были поля озимой ржи. По общему уровню засорённости более чистыми были семипольные зернопаротравяные севообороты (6,1-6,4 %), в зернопаровых севооборотах величина этого показателя возрастала до 10-11 %.

Зерновые культуры по-разному реагировали на условия увлажнения вегетационных периодов. В засушливые годы (2011, 2012, 2016 гг.) существенно снижалась урожайность яровой пшеницы и ячменя. Озимая рожь и овёс страдали от засухи в меньшей степени (табл. 3). При формировании урожая зерновых культур по различным предшественникам во влажные и засушливые годы наблюдалась та же тенденция, что и в среднем за все годы. Прибавка от удобрений во влажные годы была выше, чем в засушливые, на озимой ржи, пшенице и ячмене. Овёс во влажные годы на удобренном фоне полегал в связи с чем отдача урожая от удобрений была выше в засушливые годы.

3. Влияние погодных условий на урожайность зерновых культур, т/га

Культура	Увлажнённые годы (2013, 2014,2015)		Засушливые годы (2011, 2012, 2016)	
	без удобрений	удобренный фон	без удобрений	удобренный фон
Озимая рожь	2,61	3,14	2,59	2,73
Пшеница	2,18	2,60	1,47	1,74
Овёс	2,64	3,06	2,37	3,00
Ячмень	1,56	2,28	1,14	1,28

Предшественники оказывали влияние не только на величину, но и на качество урожая. Важные показатели качества зерна пшеницы – содержание белка и клейковины. Они тесно связаны с обеспеченностью почвы азотом. Поэтому предшественники, улучшающие азотное питание растений, наряду с увеличением массы урожая повышают содержание белка и клейковины в зерне. Это подтверждают и результаты наших исследований. К числу таких предшественников в подтаёжной лесной зоне относятся пласт трав и занятый пар. Более высокое качество зерна отмечено у пшеницы по пласту многолетних трав: содержание клейковины 27,1-27,4 %, белка – 13,6-14,1 %, зерно было крупнее, чем в других вариантах. Минеральные удобрения так же положительно влияли на качество зерна. Содержание клейковины при их внесении было на 1-2 % выше, чем на фоне естественного плодородия почвы (табл. 4).

4. Влияние предшественников на качество зерна яровой пшеницы (среднее за 2012-2016 гг.)

Предшественник	Фон*	Масса 1000 зёрен, г	Натура, г/л	Белок, %	Стекловидность %	Клейковина	
						%	ИДК
Занятый пар	1	30,6	724,8	13,1	44,8	25,4	58,5
	2	32,6	723,6	13,1	48,8	27,1	59
Пласт трав	1	32,5	729,4	13,6	49,4	27,4	60
	2	34,4	727,0	14,1	49,4	27,7	61,5
Озимая рожь (в зернопаровом севообороте)	1	30,7	730,2	12,7	47,4	24,7	57
	2	31,9	725,6	13,2	47,2	25,9	58,2
Озимая рожь (в зернопаротравяном севообороте)	1	31,6	727,2	12,4	48,4	24,4	56
	2	32,7	726,2	13,3	48,2	26,3	61
Бессменный посев	1	30,7	720,4	12,3	49,4	24,5	57
	2	32,4	716,6	12,9	47,8	25,7	58,5

**1 – без удобрений, 2 – с удобрениями.*

Качество зерна озимой ржи в большей степени зависело от условий минерального питания, чем от предшественника. Содержание белка в зерне колебалось по предшественникам за годы исследований по не удобренному фону от 10,4 до 10,8 % и по удобренному – от 11,2 до 11,6 %, число падения – от 157,6 до 170,6 и от 175,3 до 201,3 соответственно.

Продуктивность севооборотов зависит от состава и чередования культур, уровня их урожайности. Оценивая величину этого показателя по выходу зерна с 1 га севооборотной площади, следует отметить зернопаровой севооборот с чистым паром. В среднем выход зерна на не удобренном фон в этом варианте составил 1,71 т/га, на удобренном – 2,03 т/га. В остальных севооборотах он был равен 1,40-1,48 т/га и 1,54-1,73 т/га соответственно. при этом в целом по выходу зерна выделился бессменный овёс – 1,88-2,23 т/га (табл. 5).

По выходу кормовых единиц (2,73-3,01 тыс./га) и переваримого протеина (0,31-0,35 т/га) лучшие результаты отмечены в зернопаровом севообороте с занятым паром. Высокими величинами этих показателей характеризовались и зернопаротравяные севообороты – 2,49-2,66 тыс./га и 0,24-0,27 т/га соответственно.

Расчёт экономической эффективности показал, что более высокая прибыль достигается в зернопаро-

5. Продуктивность севооборотов (среднее 2011-2016 гг.)

Чередование культур в севооборотах	Фон удобрений*	Выход продукции, т/га		
		зерна	кормовых единиц	переваримого протеина
Чистый пар – озимая рожь – пшеница – овёс	1	1,71	1,76	0,15
	2	2,03	2,09	0,17
Занятый пар – пшеница – овёс – ячмень	1	1,42	2,73	0,31
	2	1,73	3,01	0,35
Чистый пар – озимая рожь – ячмень – травы – травы – пшеница – овёс	1	1,48	2,55	0,25
	2	1,61	2,66	0,27
Сидеральный пар – озимая рожь – пшеница – травы – травы – ячмень – овёс	1	1,40	2,49	0,24
	2	1,54	2,63	0,26
Бессменный овёс	1	1,88	1,71	0,14
	2	2,23	2,02	0,17
Бессменная пшеница	1	1,25	1,45	0,12
	2	1,46	1,69	0,14
Бессменный ячмень	1	1,03	1,13	0,10
	2	1,46	1,60	0,14

**1 – без удобрений, 2 – с удобрениями.*

вом севообороте с чистым паром. На фоне естественного плодородия почвы величина этого показателя (5157,66 руб./га) выше, чем на удобренном (1694,9 руб./га), рентабельность при этом составляет соответственно 86 и 15 %. В зернопаровом с занятым паром и зернопаротравяных севооборотах на фоне без удобрений также получена высокая прибыль и рентабельность.

Энергетический коэффициент в севооборотах составил 2,2-2,6, в бессменных посевах пшеницы и ячменя – 1,2-1,5.

Таким образом, в условиях равнинных ландшафтов подтайги Западной Сибири выращивание культур в зернопаровом севообороте с занятым паром и в зернопаротравяных севооборотах способствует сохранению и повышению плодородия почвы, урожайность культур в севооборотах существенно выше, чем в бессменных посевах. Лучший предшественник для пшеницы – многолетние травы, которые обеспечивают не только наибольший урожай, но и улучшают качество зерна. Самый высокий урожай озимой ржи обеспечивает размещение по чистому пару в семипольном зернопаротравяном севообороте. Наибольший сбор зерна овса достигается по обороту пласта многолетних трав в зернопаротравяных севооборотах. За годы исследований зернопаровой севооборот превосходил остальные по урожайности и выходу зерна с 1 га севооборотной площади. Зернопаротравяные и зернопаровой с занятым однолетними травами паром севообороты отличались хорошими показателями выхода кормовых единиц и переваримого протеина. Поэтому для наиболее полного удовлетворения всех хозяйственных нужд с максимальной экономической эффективностью необходима научно обоснованная система севооборотов.

Литература.

1. Неклюдов А.Ф. Севооборот – основа урожая. Омск: Омское книжное изд-во, 1990. 127 с.
2. Волощук А.Г., Котелкина Л.Л. Продуктивность полевых севооборотов в подтаежной зоне Западной Сибири // Особенности возделывания зерновых: сб. научн. тр. Новосибирск: ВАСХНИЛ, Сиб. отделение, 1980. С. 15–20.
3. Мансапова А.И., Котелкина Л.Л., Банкрутенко А.В. Формирование полевых севооборотов в условиях подтаежной зоны Западной Сибири: методическое пособие. Омск: «Вариант-Омск», 2014. 20 с.
4. Фёдорова Е.А., Авгуль Е.П., Илюшкина О.В. Состояние почвенного плодородия, динамика применения минеральных и органических удобрений, баланс эле¬ментов питания и гумуса в северной зоне Омской области // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 7. С. 38–40.
5. Красницкий В.М., Шмидт А.Г. Динамика плодородия пахотных почв Омской области и эффективность ис¬пользования средств его повышения в современных условиях // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 7. С. 34–37.
6. Котёлкина Л.Л. Севообороты – основа сохранения плодородия почвы / Проблемы рационального использования малоплодородных земель: материалы Международной научно-практической конференции (г. Омск, 28-29 апреля 2009 г.). Омск: Изд-во ОмГАУ, 2009. С. 80–85.
7. Котелкина Л.Л. Изменение структуры серых лесных почв в севооборотах подтаёжной зоны / Аграрная наука Сибири XXI века (к 180-летию сибирской аграрной науки): материалы междунар. научно-практич. конференции, посвящённой 180-летию основания сибирской аграрной науки (г. Омск, 29-30 июля 2008 г.). Омск: Изд-во ОмГАУ, 2008. С. 31–34.
8. Котелкина Л.Л., Плетова Л.И., Мансапова А.И. Элементы технологии возделывания яровой пшеницы в подтаёжной зоне Западной Сибири // Земледелие. 2010. № 4. С. 33–35.
9. Неклюдов А.Ф. Севообороты Западной Сибири: методические рекомендации. Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1981. – 34 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 351 с.
11. Неклюдов А.Ф., Киньшакова В.Д., Копейкин О.В. Биоэнергетическая оценка севооборотов: метод. рекомендации. Новосибирск: Изд-во СО РАСХН, 1993. 36 с.

Productivity of Field Crop Rotations under Conditions of Plain Landscapes of the Sub-taiga of Western Siberia

A.I. Mansapova, L.O. Berendeeva
Siberian Research Agricultural Institute, prosp. Koroleva, 26, Omsk, 644012, Russian Federation

Abstract. *Studies were carried out in the sub-taiga zone of Omsk region in the department of northern agriculture of Siberian Research Agricultural Institute in the long-term stationary experiment in 2011–2016. The soil of the experimental plot was gray forest podzolized, medium thick, loamy with the humus content of 3–4%. The reaction of the soil solution was weakly acidic. The provision with mineral nitrogen available for plants was low; the supply of mobile phosphorus and potassium (according to Kirsanov) was medium. We studied two grain-fallow and two grain-grass-fallow crop rotations with the saturation by grain from 57.1 to 75.0%, by fallow – from 14.3 to 25.0%. For comparison, permanent crops of spring soft wheat, barley, and oat were studied. The productivity of crop rotations and permanent crops was estimated against the backgrounds of natural soil fertility and with fertilizer application. The yield of agricultural crops in 2011–2016 on average varied from 1.43 to 2.62 t/ha in crop rotations without fertilizers and from 1.78 to 3.19 t/ha with the improvement of conditions of mineral nutrition; the increase in the yield caused by fertilizers was 0.28–0.59 t/ha. The best forecrop for wheat was perennial grasses (clover + timothy grass): the yield was 2.17 and 2.52 t/ha, respectively, depending on the background. The maximum yield of winter rye was recorded after bare fallow in the seven-field grain-grass-fallow crop rotation: 2.69–3.38 t/ha, of oat – after perennial grasses: 3.01–3.66 t/ha. According to the output of grain from 1 hectare of crop rotation area, the grain-fallow crop rotation with bare fallow and oat monoculture were distinguished: on average 1.72–1.88 t/ha against the background of natural soil fertility and 2.03–2.23 t/ha at the application of mineral fertilizers. According to the output of feed units, the grain-fallow crop rotation with seeded fallow was distinguished: 2,730 and 3,030 feed units per hectare, respectively. High output of feed units and digestible protein were obtained in grain-grass-fallow crop rotations: 2,490–2,660 units/ha and 0.24–0.27 t/ha, correspondingly. Higher profit and energy indicators were obtained in grain-fallow and grain-grass-fallow crop rotations with bare fallows.*

Keywords: *crop rotation; infestation; moisture supply; forecrop; permanent sowing; bare fallow; seeded fallow; yield.*

Author Details: *A.I. Mansapova, Cand. Sc. (Agr.), head of laboratory (e-mail: sibniishtara@yandex.ru); L.O. Berendeeva, junior research fellow.*

For citation: *Mansapova A.I., Berendeeva L.O. Productivity of Field Crop Rotations under Conditions of Plain Landscapes of the Sub-taiga of Western Siberia. Zemledelie. 2018. No. 1. Pp. 16-19 (in Russ.).*

УДК 633.853.494:631.5

Возделывание ярового рапса в системе сберегающего земледелия на севере Казахстана

С.А. ТУЛЬКУБАЕВА[1], кандидат сельскохозяйственных наук, ученый секретарь (e-mail: tulkubaeva@mail.ru)
В.Г. ВАСИН[2], доктор сельскохозяйственных наук, профессор (e-mail: vasin_vg@ssaa.ru)
А.Б. АБУОВА[3], доктор сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: a_burkhatovna@mail.ru)
[1]Костанайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ул. Юбилейная, 12, с. Заречное, Костанайский район, Костанайская обл., 111108, Республика Казахстан
[2]Самарская государственная сельскохозяйственная академия, ул. Учебная, 2, пгт. Усть-Кинельский, Самарская обл., 446442, Российская Федерация
[3]Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, ул. Жангир хана, 51, Уральск, 090009, Республика Казахстан

В статье приведены результаты изучения сроков посева и норм высева ярового рапса при возделывании в системе сберегающего земледелия в условиях Северного Казахстана. Экспериментальные исследования проводили с 2012 по 2014 гг. в Костанайском научно-исследовательском институте сельского хозяйства (Республика Казахстан). В опыте изучали сроки посева ярового рапса (фактор А – 2 декада мая; 3 декада мая и 1 декада июня) и нормы высева (фактор В – 2,0; 2,5 и 3,0 млн всхожих семян/га). Опыт закладывали методом расщепленных делянок. Повторность – трехкратная. Площадь делянки – 60 м², учетная площадь – 40,5 м². В среднем за годы исследований лучший коэффициент водопотребления (10,8 мм/ц) отмечен при втором сроке сева (3 декада мая). Создание оптимального по плотности стеблестоя при норме высева 2,5 млн всх. семян/га повысило эффективность расходования влаги (7,1-12,1 мм/ц). Наибольшая общая выживаемость растений (39,2 %) отмечена при посеве ярового рапса во второй срок нормой 2,5 млн всх. семян/га. В среднем за 2012-2014 гг. урожайность семян ярового рапса при первом сроке сева (2 декада мая) составила 20,0-20,9 ц/га, при втором (3 декада мая) – 19,7-22,9 ц/га, при третьем сроке (1 декада июня) – 19,9-20,6 ц/га. Максимальный в опыте выход масла с 1 га отмечен при посеве во второй срок нормой высева 2,5 млн всх. семян/га – 9,4 ц/га.

Ключевые слова: *яровой рапс, сроки посева, нормы высева, гидротермический коэффициент, густота стояния растений, урожайность, масличность, выход масла с 1 га, рентабельность.*

Для цитирования: *Тулькубаева С.А., Васин В.Г., Абуова А.Б. Возделывание ярового рапса в системе сберегающего земледелия на севере Казахстана // Земледелие. 2018. № 1. С. 20-23.*

В Республике Казахстан посевы масличных культур в 2015 г. составляли 2,0 млн га, или 9,5 % общей посевной площади. В среднем за 5 лет доля подсолнечника в масличных уменьшилась на 15,6 %, а рапса увеличилась на 3,6 % [1].

Важнейшее направление наращивания производства маслосемян рапса – разработка и освоение высокопродуктивных и экономически эффективных технологий его возделывания, обеспечивающих более полное использование потенциала продуктивности культуры в почвенно-климатических условиях региона [2, 3].

Северный Казахстан – зона рискованного земледелия, лимитирующим фактором в которой выступает влага. Наиболее важный вопрос возделывания ярового рапса в природно-климатических условиях региона – обеспечение достаточным объемом влаги, так как культура относится к числу влаголюбивых. В связи с этим при выращивании ярового рапса в условиях Северного Казахстана возникает необходимость подбора оптимальных сроков сева для обеспечения растений необходимым количеством влаги в наиболее важные для формирования будущего урожая периоды [4].

Цель исследований – определить оптимальные сроки посева и нормы высева ярового рапса в системе сберегающего земледелия, обеспечивающие получение высококачественной и экологически безопасной пищевой продукции с наименьшими затратами материальных и энергетических ресурсов в условиях засушливой степи Северного Казахстана.

Экспериментальные исследования проводили с 2012 по 2014 гг. в Костанайском научно-исследовательском институте сельского хозяйства (Республика Казахстан). В опыте изучали сроки посева ярового рапса (фактор А – 2 декада мая; 3 декада мая и 1 декада июня) и нормы высева (фактор В – 2,0; 2,5 и 3,0 млн всхожих семян/га). Опыт закладывали методом расщепленных делянок. Повторность – трехкратная. Площадь делянки – 60 м², учетная площадь – 40,5 м².

Посев проводили по гербицидному пару, подготовку которого осуществляли с использованием почвозащитной влагосберегающей технологии. Закрытие влаги выполняли по мере достижения физической спелости почвы бороной БЦД-12, не нарушающей мульчирующий слой. За 10 дней до посева проводили химическую обработку гербицидом Ураган форте. В опыте выращивали гибрид Сальса CL. Посев осуществляли сеялкой СС-11 в агрегате с трактором МТЗ. В период от всходов до розетки вегетирующие растения 2-х кратно обрабатывали инсектицидами Каратэ Зеон, 0,03 л/га и Конфидор, 0,07 л/га (системного действия) против разновидностей крестоцветных блошек. В фазе розетки опрыскивали посевы баковой смесью гербицидов Арамо, 1,5 л/га и Лонтрел, 0,3 л/га для уничтожения злаковых и двудольных сорняков. В период бутонизации – начала цветения рапса проводили обработку инсектицидом Биская, 0,3 л/га против рапсового цветоеда, пилильщика и капустной белянки. Уборку осуществляли напрямую, сплошным обмолотом делянок комбайном «Сампо-2010», при влажности семян 12-13 % с последующей очисткой и сушкой до 8 %.

Почва опытного участка – чернозем южный маломощный в комплексе с солонцами до 10 %. Мощность гумусового горизонта ($A+B_1$) – 41-45 см. Вскипание от HCl с 85 см,

выделение карбонатов с той же глубины. Содержание гумуса 3,0-3,2 %. Обеспеченность почвы подвижными формами азота (NO_3 по Грандваль-Ляжу) – 22,5-25,5 мг/кг почвы (средняя), фосфора (P_2O_5 по Чирикову) – 114-136 мг/кг почвы (повышенная), калия (K_2O по Чирикову) – более 200 мг/кг почвы (высокая). Поглощающий комплекс насыщен кальцием и в меньшей мере магнием. Обменного натрия и калия содержится незначительное количество. Реакция водной суспензии в пределах первого метра – слабощелочная. Такие почвы широко распространены в Костанайской области и занимают площадь 3 млн 103 тыс. га.

Климат в зоне проведения исследований резко континентальный: жаркое и сухое лето, малоснежная холодная зима. По многолетним данным годовая норма осадков составляет 323 мм, в том числе на теплый период (апрель-октябрь) приходится 75,6 % от годового количества. Большая часть их выпадает во второй половине лета.

В 2012 г. сумма осадков за тёплый период составила 252,3 мм, что несколько выше среднемноголетней нормы (244,0 мм). При этом за вегетацию (май-август) выпало 179,0 мм, или 114,8 % годовой нормы. Однако более половины их суммы (101,1 мм) пришлось на август, когда уже шла уборка урожая. Июнь и июль были очень неблагоприятными по осадкам. На протяжении 50 дней они полностью отсутствовали. Среднесуточная температура воздуха в весенний и летний периоды была выше среднемноголетних значений на 2,9-8,2 ^{0}С. ГТК за вегетационный период ярового рапса в 2012 г. составил 0,4-0,8 (табл. 1).

За тёплый период 2013 г. выпало 286,2 мм осадков, что выше среднемноголетней нормы на 44,2 мм, или на 18,3 %, в том числе за вегетационный период (май-август) – 225,3 мм, что составляет 144,4 % многолетней нормы. Однако 87,3 % этих осадков выпало в июле (116,6 мм) и августе (80,0 мм), когда уже начиналось созревание ярового рапса. На июнь пришлось всего 8,1 мм (18 % нормы). Среднесуточная температура воздуха в апреле-июне находилась на уровне среднемноголетних значений. В июле она (20,4 ^{0}С) была почти на 1° выше многолетних значений. ГТК за вегетационный период 2013 г. в зависимости от сроков посева составил 1,4-1,5.

В 2014 г. за период вегетации осадков выпало больше среднемноголетней нормы. Однако первая его половина (май, июнь и до 12 июля) была острозасушливой. Так, за весь июнь выпало 18,9 мм атмосферной влаги при среднемноголетней норме 35,0 мм. При этом процесс накопления жира в семенах проходил при достаточном увлажнении почвы. Среднесуточная температура воздуха в мае-августе была выше среднемноголетних значений. ГТК за период вегетации ярового рапса находился на уровне 1,0-1,1.

В годы исследований содержание запасов продуктивной влаги в почве перед посевом было напрямую связано со сроком его проведения. От раннего к позднему наблюдалась тенденция к их снижению в среднем на 23 %. К уборке происходило общее уменьешние запасов почвенной влаги в результате её расхода на транспирацию и испарение с поверхности почвы за вегетационный период. В результате запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы к уборке ярового рапса составили 15,9-32,2 мм. Суммарное водопотребление с учетом атмосферных осадков за вегетацию при первом сроке сева составило 227,5 мм; при втором – 225,6 мм; при третьем сроке – 229,9 мм.

Анализируя водопотребление ярового рапса по срокам сева и его урожайность, можно сделать заключение, что общий расход влаги (почвенной и атмосферной) на транспирацию и испарение с поверхности почвы в пересчете на единицу продукции (1 ц семян) при первом сроке сева составил 11,7 мм; при втором – 10,8 мм; при третьем сроке – 10,9 мм. Наименьшая величина этого показателя в 2012 г. отмечена в варианте со вторым сроком посева, в 2013 г. и 2014 г. – с третьим сроком. В среднем за годы исследований лучший коэффициент водопотребления отмечен при втором сроке сева ярового рапса (3 декада мая).

Относительно изучаемых норм высева следует отметить, что создание оптимального по плотности стеблестоя повышало эффективность расходования влаги. В наших опытах наиболее рационально ее использовали посевы в варианте с нормой 2,5 млн всх. семян/га (7,1-12,1 мм/ц). Повышение нормы высева до 3,0 млн всх. семян/га провоцировало конкуренцию между растениями, а при более низкой норме (2,0 млн всх. семян/га) увеличивалось непродуктивное испарение, то есть в обоих случаях происходило снижение эффективности использования влаги.

Густота стояния растений – важнейший фактор формирования урожая. В загущенных и изреженных посевах наблюдается его недобор, по сравнению с ценозами оптимальной плотности. Густота стояния задается нормой высева и изменяется в течение вегетационного периода в зависимости от погодных условий, полевой всхожести и сохранности растений к уборке [5].

В условиях 2012-2014 гг. всхожесть ярового рапса при первом сроке сева составила 175,8-265,2 шт./м^2 (полнота всходов – 87,9-88,4 %), при втором – 176,5-279,9 шт./м^2 (88,3-93,3 %), при третьем сроке – 148,6-

1. Гидротермические условия вегетационного периода ярового рапса в зависимости от сроков посева, 2012-2014 гг.

Срок посева	Запасы влаги, мм		Расход влаги из почвы за вегетацию, мм	Сумма осадков за вегетацию, мм	Водопотребление		Сумма эффективных температур, ^{0}С	ГТК
	весной	перед уборкой			суммарное, мм	коэффициент, мм/ц		
2012 г.								
2 декада мая	129,4	24,1	105,3	48,5	153,8	8,5	1189,1	0,4
3 декада мая	116,9	20,7	96,2	53,0	149,2	8,3	1181,7	0,4
1 декада июня	99,3	17,3	82,0	100,0	182,0	10,0	1232,1	0,8
2013 г.								
2 декада мая	116,0	38,2	77,8	203,4	281,2	14,9	1375,6	1,5
3 декада мая	110,0	24,1	85,9	194,6	280,5	13,2	1401,8	1,4
1 декада июня	89,6	13,5	76,1	205,3	281,4	12,7	1506,5	1,4
2014 г.								
2 декада мая	135,0	34,3	100,7	146,7	247,4	11,7	1361,6	1,1
3 декада мая	124,8	24,6	100,2	147,0	247,2	10,8	1349,1	1,1
1 декада июня	103,9	16,9	87,0	139,4	226,4	10,0	1352,1	1,0
среднее за 2012-2014 гг.								
2 декада мая	126,8	32,2	94,6	132,9	227,5	11,7	1308,8	1,0
3 декада мая	117,2	23,1	94,1	131,5	225,6	10,8	1310,9	1,0
1 декада июня	97,6	15,9	81,7	148,2	229,9	10,9	1363,6	1,1

2. Влияние сроков посева и норм высева на полноту входов, сохранность и общую выживаемость растений ярового рапса, 2012-2014 гг.

Срок посева	Норма высева, млн всх. семян/га	Всходы		Уборка		Общая выживаемость, %
		шт./м²	полнота всходов, %	шт./м²	сохранность, %	
2 декада мая	2,0	175,8	87,9	66,0	37,5	33,0
	2,5	214,9	86,0	82,3	38,3	32,9
	3,0	265,2	88,4	86,9	32,8	29,0
3 декада мая	2,0	176,5	88,3	73,3	41,5	36,7
	2,5	218,5	87,4	97,9	44,8	39,2
	3,0	279,9	93,3	102,9	36,8	34,3
1 декада июня	2,0	148,6	74,3	75,9	51,1	38,0
	2,5	211,8	84,7	92,4	43,6	37,0
	3,0	240,5	80,2	98,2	40,8	32,7

240,5 шт./м² (74,3-84,7 %). Причем в вариантах с первым и вторым сроками наибольшую полноту всходов отмечали при норме высева 3,0 млн всх. семян/га, с третьим – при 2,5 млн всх. семян/га (табл. 2).

Число растений ярового рапса, сохранившихся к уборке, было прямо пропорционально нормам высева, то есть чем больше норма высева, тем больше растений на 1 м², величина этого показателя при первом сроке составила 66,0-86,9 шт./м², при втором – 73,3-102,9 шт./м², при третьем сроке – 75,9-98,2 шт./м². Однако на сохранность больше влияли нормы высева – при первом и втором сроках выделился вариант 2,5 млн всх. семян/га – 38,3 и 44,8 % соответственно, при третьем сроке – 2,0 млн всх. семян/га (51,1 %).

В зависимости от варианта менялась общая выживаемость растений в период вегетации. Так, максимальная в опыте величина этого показателя отмечена при посеве ярового рапса во второй срок с нормой 2,5 млн всх. семян/га – 39,2 %. При первом и третьем сроках посева выделились варианты с нормой высева 2,0 млн всх. семян/га – 33,0 и 38,0 % соответственно.

3. Урожайность, масличность семян, выход масла с 1 га ярового рапса в зависимости от сроков посева и норм высева, 2012-2014 гг.

Срок посева	Норма высева, млн всх. семян/га	Урожайность, ц/га				Масличность, %	Выход масла, ц/га
		2012 г.	2013 г.	2014 г.	средняя		
2 декада мая	2,0	19,6	19,1	21,3	20,0	41,6	8,3
	2,5	20,6	19,4	22,0	20,7	41,7	8,6
	3,0	18,5	21,9	22,2	20,9	41,5	8,6
средние по фактору А		19,6	20,2	21,8	20,5	41,6	8,5
3 декада мая	2,0	20,2	17,9	21,0	19,7	41,7	8,2
	2,5	21,1	23,2	24,4	22,9	41,2	9,4
	3,0	21,0	22,0	23,7	22,2	41,3	9,2
средние по фактору А		20,8	21,1	23,0	21,6	41,4	8,9
1 декада июня	2,0	19,0	19,5	21,2	19,9	41,7	8,3
	2,5	18,4	21,3	21,9	20,5	41,3	8,5
	3,0	17,6	22,3	22,0	20,6	41,6	8,6
средние по фактору А		18,3	21,1	21,7	20,4	41,5	8,5
средние по фактору В	2,0	19,6	18,8	21,2	19,9	41,7	8,3
	2,5	20,0	21,3	22,8	21,4	41,4	8,8
	3,0	19,0	22,1	22,6	21,2	41,5	8,8
$НСР_{05}$ по фактору А		0,4	1,7	0,7			
$НСР_{05}$ по фактору В		1,2	1,0	1,0			

Продуктивность ярового рапса по годам зависела от сроков посева и норм высева. Урожайность культуры в 2012 г. находилась на уровне 17,6-21,1 ц/га (табл. 3) и по срокам составила соответственно 18,5-20,6; 20,2-21,1 и 17,6-19,0 ц/га. Оптимальной для первого и второго сроков посева была норма высева 2,5 млн всх. семян/га, для третьего – 2,0 млн всх. семян/га ($НСР_{05}$ по фактору А=0,4, $НСР_{05}$ по фактору В=1,2).

В 2013 и 2014 гг. лучшие результаты при первом и третьем сроках сева обеспечила норма высева 3,0 млн всх. семян/га – 21,9 и 22,3 ц/га и 22,2 и 22,0 ц/га соответственно, при втором сроке самая высокая урожайность отмечена в варианте с нормой 2,5 млн всх. семян/га – 23,2 ц/га и 24,4 ц/га ($НСР_{05}$ в 2013 г. по фактору А=1,7, $НСР_{05}$ по фактору В=1,0, в 2014 г. – 0,7 и 1,0 соответственно).

В среднем за 2012-2014 гг. урожайность семян ярового рапса при первом сроке посева (2 декада мая) составила 20,0-20,9 ц/га, при втором (3 декада мая) – 19,7-22,9 ц/га, при третьем (1 декада июня) – 19,9-20,6 ц/га.

Содержание масла в семенах ярового рапса, выращенных в 2012-2014 гг., варьировало в пределах 41,2-41,7 %. Максимальный в опыте его выход с 1 га отмечен при посеве во второй срок нормой 2,5 млн всх. семян/га – 9,4 ц.

Яровой рапс – экономически выгодная культура, поскольку имеется стабильно высокий спрос на его продукцию в мире. Показатели производства, полученные в Костанайском НИИСХ, подтверждают высокую экономическую эффективность возделывания этой культуры. Уровень рентабельности выращивания ярового рапса на маслосемена варьировал в пределах от 187 до 247 % (табл. 4), что объясняется размещением по лучшему предшественнику (гербицидный пар), эффективной системой защиты растений от посева до уборки, высокой стоимостью произведенной продукции.

В зависимости от изучаемых приемов технологии возделывания ярового рапса лучшие результаты отмечены в следующих вариантах: при

4. Экономическая эффективность различных сроков сева и норм высева ярового рапса на маслосемена, 2012-2014 гг.

Срок посева	Норма высева, млн всх. семян/га	Урожайность, ц/га	Затраты, тнг./ га	Себестоимость, тнг./ц	Стоимость валовой продукции, тнг./га	Чистый доход, тнг.	Рентабельность, %
2 декада мая	2,0	20,0	65668	3283	220000	154332	235
	2,5	20,7	72319	3494	227700	155381	215
	3,0	20,9	78913	3776	229900	150987	191
3 декада мая	2,0	19,7	65634	3332	216700	151066	230
	2,5	22,9	72570	3169	251900	179330	247
	3,0	22,2	79061	3561	244200	165139	209
1 декада июня	2,0	19,9	65657	3299	218900	153243	233
	2,5	20,5	72296	3527	225500	153204	212
	3,0	20,6	78878	3829	226600	147722	187

первом сроке и норме высева 2,0 млн всх. семян/га – уровень рентабельности составил 235 %, при втором сроке и норме высева 2,5 млн всх. семян/га – 247 %, при третьем сроке и норме высева 2,0 млн всх. семян/га – 233 %.

Наибольший уровень рентабельности отмечен в варианте со вторым сроком сева (3 декада мая) и нормой высева 2,5 млн всх. семян/га, он был выше, чем в остальных, на 25,0-72,7 %. В случае смещения сроков сева ярового рапса к более раннему (2 декада мая) или позднему (1 декада июня) можно рекомендовать снижение нормы высева до 2,0 млн всх. семян/га, что обусловлено высокой стоимостью семян гибрида.

Таким образом, по результатам проведенных исследований, можно сделать вывод, что формирование наиболее стабильной продуктивности посевов ярового рапса обеспечивает посев во второй срок (3 декада мая) с нормой высева 2,5 млн всх. семян/га. Растения в этом варианте были лучше обеспечены почвенной влагой и отличались высокими показателями общей выживаемости. Экономическая оценка изучаемых агроприемов также свидетельствует о высокой рентабельности производства семян рапса в этом варианте.

Литература.

1. Государственная программа развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2017-2021 годы. Астана: МСХ РК, 2017. 160 с.

2. Савенков В.П., Епифанцева А.М. Продуктивность и экономическая эффективность разнозатратных технологий возделывания ярового рапса в условиях Центрального Черноземья // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2015. № 3 (163). С. 74–85.

3. Бушнев А.С. Влияние систем основной обработки почвы на продуктивность звена зернопропашного севооборота рапс яровой – пшеница озимая на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2012. № 2 (151-152). С. 126–132.

4. Ракицкий И.А., Кальяскарова А.Е., Сулейменов С.И. Возделывание масличных культур на севере Казахстана // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 45-летию Северо-Казахстанского НИИ животноводства и растениеводства. Бишкуль: СевКазНИИЖиР, 2007. С. 241–250.

5. Клочкова О.С. Обоснование оптимальных норм высева рапса / О.С. Клочкова // Рапсовое поле Беларуси: сб. статей. Минск: УП «Технопринт», 2002. С. 16–21.

Cultivation of Spring Rape in the System of Protecting Agriculture in the North of Kazakhstan

S.A. Tulkubaeva[1], V.G. Vasin[2], A.B. Abuova[3]

[1]Kostanay Research Institute of Agriculture, ul. Yubileinaya, 12, s. Zarechnoe, Kostanaiskii raion, Kostanaiskaya obl., 111108, Republic of Kazakhstan

[2]Samara State Agricultural Academy, ul. Uchebnaya, 2, pgt. Ust'-Kinel'skii, Samarskaya obl., 446442, Russian Federation

[3]West Kazakhstan Agro-Technical University by Zhangir Khan, ul. Zhangir khana, 51, Ural'sk, 090009, Republic of Kazakhstan

Abstract. *The article presents the results of studying the timing of sowing and the rates of seeding of spring rape in the system of protecting agriculture under the conditions of Northern Kazakhstan. Experiments were carried out from 2012 to 2014 in the Kostanay Research Institute of Agriculture (the Republic of Kazakhstan). In the experiment we studied the sowing dates of spring rape (factor A: the 2nd decade of May; the 3d decade of May; the 1st decade of June) and seeding rates (factor B: 2.0; 2.5 and 3.0 million germinated seeds/ha). The test was laid by the method of split plots. The replication was threefold. The plot area was 60 m2, the registration area was 40.5 m2. On average over the years of the best water consumption coefficient (1.08 mm/t) was noted at the second sowing date (the third decade of May). The creation of the optimal stem density at the seeding rate of 2.5 million seed/ha increased the efficiency of the moisture consumption (0.71–1.21 mm/t). The greatest overall survival rate of plants (39.2%) was recorded when sowing spring rape in the second term at the rate of 2.5 million seed/ha. On average over 2012–2014 the yield of spring rape seeds at the first sowing term (the second decade of May) was 2.00–2.09 t/ha, at the second term (the third decade of May) – 1.97–2.29 t/ha, at the third term (the first decade of June) – 1.99–2.06 t/ha. The maximum yield of oil from 1 hectare was noted at the second sowing term with the seeding rate of 2.5 million seed/ha – 0.94 t/ha.*

Keywords: *spring rape; seeding terms; seeding rates; hydrothermal coefficient; plant density; crop yield; oil content; output of oil from 1 hectare; profitability.*

Author Details: *S.A. Tulkubaeva, Cand. Sc. (Agr.), academic secretary (e-mail: tulkubaeva@mail.ru); V.G. Vasin, D. Sc. (Agr.), prof. (e-mail: vasin_vg@ssaa.ru); A.B. Abuova, D. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: a_burkhatovna@mail.ru).*

For citation: *Tulkubaeva S.A., Vasin V.G., Abuova A.B. Cultivation of Spring Rape in the System of Protecting Agriculture in the North of Kazakhstan. Zemledelie. 2018. No. 1. Pp. 20-23 (in Russ.).*

УДК: 633.15:632.954:632.51

Влияние систем предпосевной обработки почвы на урожайность кукурузы при разных способах основной обработки и применения гербицидов

Т.Р. ТОЛОРАЯ, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник
Р.В. ЛАСКИН, кандидат сельскохозяйственных наук, зам. зав. отделом
В.Ю. ПАЦКАН, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
(e-mail: patskan89@mail.ru)
Краснодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени П.П. Лукьяненко, Центральная Усадьба КНИИСХ, Краснодар, 350012, Российская Федерация

Исследования проводили в 2008-2010 гг. на черноземе обыкновенном в степной зоне Краснодарского края с целью изучения системы предпосевной обработки почвы на фоне зяблевой вспашки, чизельного рыхления и применения почвенного и послевсходового гербицидов. Наиболее эффективным способом оказалась предпосевная подготовка почвы, состоящая из двух допосевных культиваций с использованием почвенного и послевсходового гербицидов на фоне вспашки. В варианте с такой технологией урожайность зерна составила 58,5 ц/га, что выше, чем без гербицидов на 22,4 ц/га. Аналогичный вариант на фоне чизельной основной обработки позволил увеличить урожайность на 21,0 ц/га, по сравнению с контролем, в котором сбор зерна составлял 32,4 ц/га. Формирование высокой урожайности на фоне зяблевой вспашки и чизельного рыхления при интенсивной предпосевной подготовке почвы (ранневесеннее выравнивание, внесение почвенного гербицида, предпосевная культивация и применение послевсходового гербицида) было обусловлено снижением засоренности посевов на 21 и 13 %, а также коэффициента водопотребления кукурузы до 476 и 519 м³/т. Коэф-

фициент водопотребления в вариантах с механическим и сочетанием интенсивного механического и химического способов предпосевной подготовки почвы на фоне вспашки был ниже, чем после чизельной обработки. Замена ранневесеннего выравнивания зяби внесением глифоса в сочетании с почвенным гербицидом и предпосевной культивацией, а также с внесением послевсходового гербицида обеспечила формирование урожайности на уровне 56,7 ц/га.

Ключевые слова: *вспашка, чизельная обработка, гербицид, водопотребление, урожайность, экономическая оценка, биоэнергетическая оценка.*

Для цитирования: *Толорая Т.Р., Ласкин Р.В., Пацкан В.Ю. Влияние систем предпосевной обработки почвы на урожайность кукурузы при разных способах основной обработки и применения гербицидов // Земледелие. 2018. № 1. С. 23-26.*

В степной зоне Краснодарского края рекомендовано весеннее внесение почвенных гербицидов под предпосевную культивацию без ранневесеннего выравнивания почвы. Такая подготовка почвы под посев обусловлена опасностью возникновения дефляции [1]. Однако проявление ветровой эрозии почвы в регионе не оказывает серьезного отрицательного влияния уже более 30 лет, а экстенсивная предпосевная обработка почвы под кукурузу остается одним из факторов, снижающих урожайность зерна этой культуры. Результаты многочисленных исследований свидетельствуют о необходимости усовершенствования способов предпосевной подготовки почвы под кукурузу в северной зоне Краснодарского края [1, 2, 3, 4]. Формирование стабильных высоких урожаев этой культуры возможно при улучшении влагообеспеченности, правильном использовании других агроприемов и возделывания высокопродуктивных гибридов [3, 4, 5].

Цель наших исследований – изучить различные способы предпосевной подготовки почвы на фонах зяблевой вспашки и чизельного рыхления в степной зоне Краснодарского края на черноземе обыкновенном при посеве кукурузы для разработки рекомендаций по усовершенствованию системы предпосевной подготовки почвы.

Полевой эксперимент проводили в 2008-2010 гг. в Староминском районе на базе ООО «СКИФ» в звене севооборота сахарная свекла, озимая пшеница, кукуруза на зерно. В опыте изучали эффективность различных систем предпосевной подготовки почвы с применением почвенного и послевсходового гербицидов на фоне зяблевой вспашки и чизельной обработки почвы.

Схема опыта включала четыре варианта систем предпосевной подготовки почвы: ранневесеннее выравнивание зяби культивацией на глубину 12-14 см, предпосевная культивация на 5-6 см (контроль); ранневесеннее выравнивание зяби культивацией на 12-14 см, внесение почвенного гербицида и заделка его предпосевной культивацией на 5-6 см; внесение глифоса (2,5 л/га), почвенного гербицида и заделка его предпосевной на глубину 5-6 см; внесение глифоса, (2,5 л/га), проведение предпосевной культивацией на глубину 5-6 см.

Кроме того, на фоне этих вариантов изучали эффективность применения послевсходового гербицида Прима в фазе 4-5 листьев кукурузы.

Содержание гумуса в пахотном слое почвы составляло 4,2 %, подвижного фосфора (по Мачигину) – 2,52 г на 100 г почвы, обменного калия (по Протасову) – 29,6 г на 100 г почвы, реакция почвенной среды – нейтральная (pH 6,9-7,0).

В опыте высевали среднеспелый гибрид кукурузы Краснодарский 385 МВ. Фон осеннего внесения минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$. После уборки предшественника и разбрасывания измельченной соломы проводили двукратное дисковое лущение стерни. Опыт закладывали методом расщепленных делянок. Учетная площадь делянок 28,6 м² (7,15 × 4 ряда). Повторность в опыте четырехкратная. Агротехника общепринятая, за исключением изучаемых вариантов. Наблюдения, учеты и анализы в опыте проводили по общепринятым методикам [6, 7].

Экономическую эффективность и биоэнергетическую оценку осуществляли в соответствии с методическими рекомендациями [8].

По данным Староминской метеостанции среднесуточные температуры воздуха во все годы проведения исследований были экстремально высокими, особенно в период цветения метелки и початка. В 2008 и 2009 гг. в период налива зерна (с 15 июля по 20 августа) метеоусловия были засушливыми. При этом особенно жаркими выдались вторая и третья декады июля со среднесуточной температурой 27,9 и 29,0 °С соответственно и абсолютными максимумами более 39-40 °С. Гидротермический коэффициент в период вегетации кукурузы (май – август) в 2008 г. составил 0,63; в 2009 г. – 0,50, в 2010 г. – 0,39, при среднемноголетней величине этого показателя 0,86. Среднесуточная относительная влажность воздуха в 2008 и 2009 гг. превышала среднемноголетнюю на 8 и 4 %, а в 2010 г. была на 2 % ниже.

При двух допосевных культивациях твердость почвы в период посева в слое 0-20 см на фоне вспашки составляла в среднем за 2008-2010 гг. 7,9-8,2 кг/см², при чизельном рыхлении – 8,3-8,7 кг/см². В случае, когда первую предпосевную культивацию заменяли внесением гербицида сплошного действия, твердость почвы не зависимо от способа основной обработки почвы увеличивалась на 0,6-0,7 кг/см². В фазе выметывания кукурузы на фоне зяблевой вспашки при двух культивациях она составляла 15,9-16,1 кг/см², а при замене ранневесеннего выравнивания зяби внесением глифоса увеличивалась до 17,0-17,5 кг/см². На фоне чизельного рыхления величины этих показателей были равны 16,6-17,0 и 17,6-17,8 кг/см² соответственно.

Исходная засоренность по вспашке составляла 17 экз./м², по чизельному рыхлению – 42 экз./м² (табл. 1).

1. Засоренность почвы ранними яровыми сорняками перед ранневесенним выравниванием (2008-2010 гг.), шт./м²

Основная обработка почвы	Горец птичий (*Polygonum aviculare*)	Горчица полевая (*Sinapis arvensis*)	Дымянка Шлейхера (*Fumaria schleicheri*)	Живокость полевая (*Consolida regalis*)	Звездчатка средняя (*Stellaria media*)	Латук полевой (*Lactuca sativa*)	Всего
Зяблевая вспашка	2	3	3	4	3	2	17
Чизельное рыхление	7	11	7	6	7	4	42

Засоренность посевов кукурузы в контроле без применения гербицида на фоне вспашки в 2008, 2009 и 2010 гг. на 30-й день после внесения почвенного гербицида составила 18, 29 и 30 экз./м². При таком же количестве предпосевных культиваций, но с внесением почвенного гербицида численность сорняков сократилась до 7, 6 и 4 экз./м² соответственно (табл. 2).

После чизельной обработки засоренность в контрольном варианте в 2008 г. была равна 35 экз./м², в 2009 г. – 55 экз./м² и в 2010 г. – 52 экз./м². При всех системах предпосевной обработки почвы посевы кукурузы на этом фоне были засорены в большей степени, чем после вспашки. Самая низкая засоренность на обоих фонах основной обработки отмечена в варианте, когда ранневесеннее выравнивание зяби заменяли внесением глифоса и почвенный гербицид заделывали предпосевной культивацией: по вспашке – 4, 4 и 6 экз./м², по чизельной обработке – 12, 11 и 11 экз./м² соответственно.

РОССИЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ

химических средств защиты растений для всего цикла сельскохозяйственного производства с момента обработки семян и до сбора урожая.

15 ЛЕТ НА РЫНКЕ

8 ЭТАПОВ КОНТРОЛЯ В СИСТЕМЕ КАЧЕСТВА

9 СИСТЕМ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

ТОРГОВАЯ СЕТЬ В РЕГИОНАХ 50

ЗАЩИТА ОТ БОЛЕЕ ВРЕДНЫХ ОБЪЕКТОВ 400

ПРОДУКТОВАЯ ЛИНЕЙКА ПРЕПАРАТОВ 45

Алтайский край
altai@kccc.ru
+7-922-927-68-80
+7-922-927-70-60

Амурская область
amur.region@kccc.ru
+7-922-900-74-40

Белгородская область
belgorod@kccc.ru
+7-922-927-80-90

Калининградская область
kaliningrad@kccc.ru
+7-922-966-64-34

Краснодарский край
krasnodar@kccc.ru
+7-922-900-74-41

Новосибирская область
novosibirsk@kccc.ru
+7-922-900-74-64

Омская область
omsk@kccc.ru
+7-922-900-74-73

Оренбургская область
orenburg@kccc.ru
+7-922-966-65-00

Республика Башкортостан
bashkortostan@kccc.ru
+7-922-900-74-77

Республика Мордовия
mordoviya@kccc.ru
+7-922-900-75-85

Ростовская область
rostov@kccc.ru
+7-922-966-59-77

Ставропольский край
stavropol@kccc.ru
+7-922-966-60-16

Тамбовская область
tambov@kccc.ru
+7-922-966-59-88

Тюменская область
tyumen@kccc.ru
+7-922-966-60-04

Челябинская область
chelyabinsk@kccc.ru
+7-922-747-26-46

Центральный офис
td@kccc.ru
8 (83361) 5-20-67,
5-40-60, 9-28-73

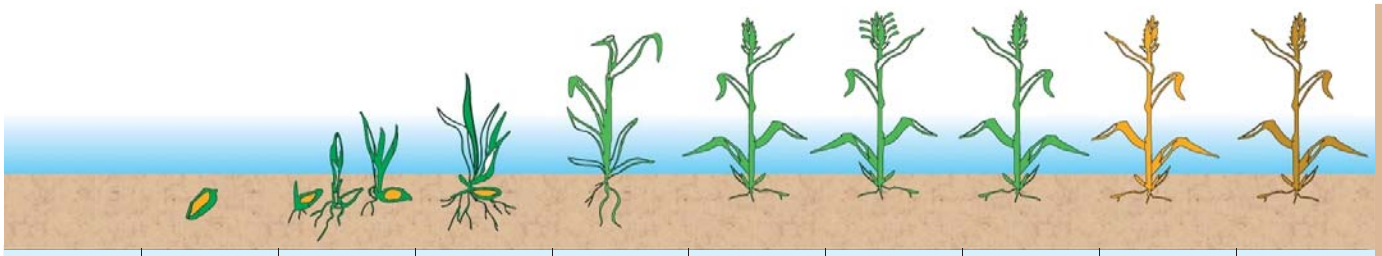
ТОРГОВЫЙ ДОМ
Кирово-Чепецкая Химическая Компания

www.kccc.ru

СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ
сельскохозяйственных культур

ПРОГРАММА ОПТИМИЗАЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ
ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

БУЙСКИЕ УДОБРЕНИЯ

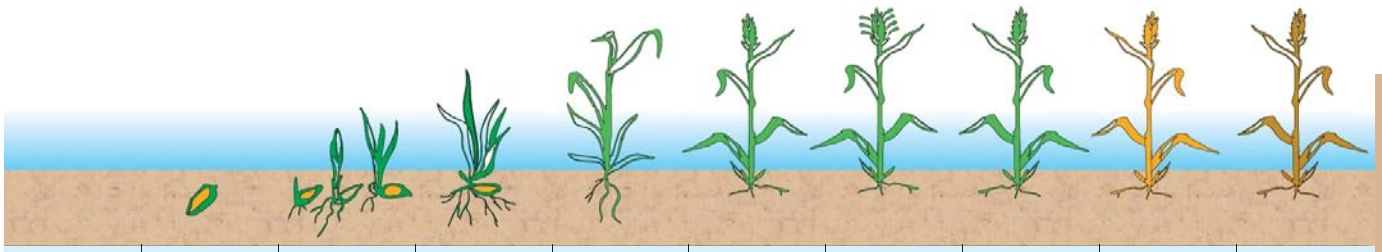


	ПОСЕВ	ВСХОДЫ	КУЩЕНИЕ	ВЫХОД В ТРУБКУ	КОЛОШЕНИЕ	ЦВЕТЕНИЕ	НАЛИВ-МОЛОЧНАЯ СПЕЛОСТЬ	ВОСКОВАЯ СПЕЛОСТЬ	ПОЛНАЯ СПЕЛОСТЬ
Обработка семян **АКВАМИКС** 100 г/тн семян									
	При посеве в рядки **ОМУ „Пшеничное”** 100-150 кг/га								
		АКВАРИН 15 1-1,5 кг/га*							
				АКВАРИН 5 1,5 - 5 кг/га					
						АКВАРИН 12 1,5 - 3 кг/га			

* подкормка только для озимых культур

ПРОГРАММА ОПТИМИЗАЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ
ПИВОВАРЕННЫЙ ЯЧМЕНЬ

БУЙСКИЕ УДОБРЕНИЯ



	ПОСЕВ	ВСХОДЫ	КУЩЕНИЕ	ВЫХОД В ТРУБКУ	КОЛОШЕНИЕ	ЦВЕТЕНИЕ	НАЛИВ-МОЛОЧНАЯ СПЕЛОСТЬ	ВОСКОВАЯ СПЕЛОСТЬ	ПОЛНАЯ СПЕЛОСТЬ
Обработка семян **АКВАМИКС** 100 г/тн семян									
	При посеве в рядки **ОМУ „Пшеничное”** 100-150 кг/га								
		АКВАРИН 15 3-11-38+3Mg+9S +МЭ (1-3 кг/га) или **АКВАМИКС СТ** (500 г/га) + **Монокалий фосфат** (1-3 кг/га)							
				АКВАРИН 15 3-11-38+3Mg+9S +МЭ (1-3 кг/га) или **АКВАМИКС СТ** (500 г/га) + **Монокалий фосфат** (1-3 кг/га)					

АКВАМИКС

комплексное микроудобрение

АКВАМИКС

- сбалансированный комплекс высокоэффективных, легкодоступных для растений микроэлементов. Содержит основные микроэлементы в форме хелатов - Fe, Mn, Zn, Co, Mg, Cu, Ca, а также Mo и B.

Марка	Fe (ДТПА)	Fe (ЭДТА)	Mn (ЭДТА)	Zn (ЭДТА)	Cu (ЭДТА)	Ca (ЭДТА)	Mg (ЭДТА)	Co (ЭДТА)	B	Mo
Аквамикс СТ, %	1,74	2,1	2,57	0,53	0,53	2,57	-	-	0,52	0,13
Аквамикс Т, % (для обработки семян бобовых)	-	-	-	2,8	2,8	-	-	1,3	3,4	16,9
Аквамикс ТВ, % (для некорневых обработок бобовых)	-	-	-	2,25	2,25	-	-	1,3	7,65	7,8
Аквамикс Л, % (для некорневых обработок)	4,1		3,0	0,63	0,63	-	0,9	0,06	0,6	0,17
Аквамикс Л, % жидкий (для некорневых обработок)	1,64		1,2	0,25	0,25	-	0,36	0,04	0,24	0,06
Аквамикс М, %	6,0	-	2,4	1,3	0,25	-	-	-	0,85	0,25

АКВАМИКС НЕЗАМЕНИМ:

- для предпосевной обработки семян и посадочного материала (эффективность повышается в совместном проведении некорневых подкормок с комплексным удобрением **„АКВАРИН”**);
- для некорневой подкормки при резком дефиците микроэлементов;
- при выращивании растений в горшках, контейнерах;
- при выращивании растений без использования органических удобрений;
- при выращивании растений на гидропонике;
- при выращивании с/х культур на орошении **„АКВАМИКС”** используется для периодического внесения с поливной водой.

Наиболее рационально применение **„АКВАМИКС”** совмещать с некорневыми подкормками комплексными удобрениями **„АКВАРИН”**, которые в свою очередь, планируются исходя из результатов функциональной диагностики растений с использованием портативной лаборатории **„АКВАДОНИС”.**

БУЙСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД

www.bhz.ru

АССОЦИАЦИЯ СТОРОННИКОВ ПРЯМОГО ПОСЕВА

МЕЖДУНАРОДНАЯ "ЗИМНЯЯ КОНФЕРЕНЦИЯ АССОЦИАЦИИ СТОРОННИКОВ ПРЯМОГО ПОСЕВА 2018"

Вместе в будущее!

20-21 февраля
г. Ростов-на-Дону
Место проведения: Конгресс отель "Дон-Плаза"

15 спикеров из США, Казахстана, Украины, России.
В рамках конференции пройдет Сельскохозяйственная выставка

* участие в данном мероприятии проводится на платной основе

+7 (988) 585 36 92

ТЕМЫ ДОКЛАДОВ УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ

20.02.2018

Пожнивные остатки, структура почвы и грамотное управление водными ресурсами. Системный подход при работе по технологии прямого посева. Достижения максимальных преимуществ, возможных при длительном использовании этой системы **(Пол Яса)**

Практика перехода на технологию прямого посева, севооборот на примере сельскохозяйственного предприятия ИП Бедненко А.А. **(Бедненко А.А.)**

Функционирование почвы – визуальные показатели. Развитие почвы через физические, химические и биологические взаимодействия.Важность растений в развитии почвы **(Бад Девис)**

Практика использования диверсифицированных севооборотов с применением покровных культур **(Романьков Э.А.)**

Прямой посев, адаптирован под условия Приволжского федерального округа. Практика перехода на прямой посев. Правильная постановка целей и задач как ключевой фактор в вопросе перехода на технологию прямого посева **(Фахрисламов Р.С.)**

Личный опыт внедрения технологии прямого посева на примере сельскохозяйственного предприятия КХ Магнат, причины перехода. Переход от традиционной технологии к технологии прямого посева с наименьшим количеством ошибок **(Талах Ф.В.)**

Почвопокровные сидеральные культуры в системе прямого посева **(Зеленский Н.А.)**

Технология прямого посева, опыт практического использования и перспективы развития. Разные подходы **(Беляев В.И.)**

Практические результаты шестилетнего применения технологии прямого посева в условиях юго-востока Воронежской области **(Дудченко С.Е.)**

21.02.2018

Оборудование для посева по технологии прямого посева, его наладка и эксплуатация. Получение равномерного стеблестоя. Информация о системном подходе и правильной работе с пожнивными остатками **(Пол Яса)**

Подбор культур для выращивания по технологии прямого посева. Формирование севооборотов. Основные принципы формирования системы питания растений в системе технологии прямого посева **(Ильченко И.Н.)**

Влияние технологии прямого посева на проникновение осадков в почву. Решения проблем водной и ветровой эрозии. Обеспечение доступности воды для растений. Качество и цикл воды **(Бад Девис)**

Взамодействие почвенных микроорганизмов и растений: так ли нам нужны удобрения? **(Дудкина Е.Д.)**

Покровные культуры в технологии прямого посева: научные подходы и практика применения **(Томашова О.Л.)**

Опыт внедрения технологии прямого посева в ООО ИПА «Отбор». Ошибки и удачи при внедрении технологии прямого посева **(Князев М.Р.)**

Практика перехода на прямой посев, севооборот, экономика сельскохозяйственного предприятия ООО «Сезам-Агро». Результаты применения технологии прямого посева в течение 5 лет **(Перепелица С.В.)**

Роль севооборота и способа уборки зерновых колосовых культур в технологии прямого посева **(Дридигер В.К.)**

ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ПАРТНЁРЫ: НАИР — новые агро-инженерные решения; агротехник — группа компаний

2. Засоренность посева кукурузы через 30 дней после внесения почвенного гербицида (2008-2010 гг.), экз./м²

Система предпосевной подготовки почвы (фактор А)	Основная обработка почвы (фактор В)	Год			Среднее за 2008-2010 гг.
		2008	2009	2010	
Ранневесеннее выравнивание культивацией; предпосевная культивация (контроль)	зяблевая вспашка	18	29	30	26
	чизельное рыхление	35	55	52	47
Ранневесеннее выравнивание культивацией; внесение гербицида трофи 90 (2,5 л/га); предпосевная культивация	зяблевая вспашка	7	6	4	6
	чизельное рыхление	16	14	12	14
Внесение глифоса (2,5 л/га); трофи 90 (2,5 л/га); предпосевная культивация	зяблевая вспашка	4	4	6	5
	чизельное рыхление	12	11	11	11
Внесение глифоса (2,5 л/га); предпосевная культивация	зяблевая вспашка	10	15	14	13
	чизельное рыхление	21	22	23	22
$НСР_{05}$ вариантов		2,2	3,3	3,0	–
$НСР_{05}$ фактор А		1,4	2,2	2,0	–
$НСР_{05}$ фактор В		0,8	1,3	1,1	–
$НСР_{05}$ взаимодействие АВ		2,2	3,3	3,0	–

Результаты учета засоренности свидетельствуют о том, что без гербицидов две допосевные культивации не обеспечивают чистоту посевов кукурузы от сорняков. Так, по зяблевой вспашке засоренность в этом варианте составляла 19, 23 и 27 экз./м². Применение послевсходового гербицида Прима в дозе 0,5 л/га обеспечивало снижение засоренности по вспашке по вариантам предпосевной обработки почвы на 11, 13 и 20 экз.м², по чизельной обработке – на 16, 9 и 13 экз./м² (табл. 3).

Наиболее эффективным вариантом предпосевной подготовки почвы и ухода за посевом кукурузы оказалась система, состоящая из двух допосевных культиваций, применения почвенного и послевсходового гербицидов. В этом случае по вспашке засоренность снижалась до 1-2 экз./м², при чизелевании – до 5-6 экз./м². Замена ранневесеннего выравнивания культивацией с применением глифоса при обязательном использовании почвенного и послевсходового гербицидов на кукурузе так же достаточно эффективный способ защиты посевов от сорняков.

Накопление сухой массы сорных растений в молочно-восковой спелости зерна кукурузы в среднем за 2008-2010 гг. в варианте без гербицидов по вспашке при двух допосевных культивациях составило 202 г/м². С внесением послевсходового гербицида оно снижалось на 134,3 г/м². Применение почвенного гербицида без послевсходового снижало накопление сухой массы сорняков на 54,1 г/м², а использование двух допосевных культиваций, почвенного и послевсходового гербицидов обеспечивало максимальное в опыте уменьшение величины этого показателя до 5,5 г/м².

При чизельном рыхлении в безгербицидном варианте с двумя предпосевными культивациями сухая масса сорняков достигала 265,9 г/м², что на 63,9 г/м² больше, чем по отвальной вспашке. Замена ранневесеннего выравнивания почвы применением гербицида сплошного действия снижала сухую массу сорняков на 60,4 г/м², а использование почвенного и послевсходового гербицидов – на 123,9 г/м².

При двух предпосевных культивациях и внесении почвенного гербицида (вариант 2) сбор зерна на фоне вспашки в среднем за 2008-2010 гг. составил 54,4 ц/га, а в случае последующего использования послевсходового гербицида он возрастал на 4,1 ц/га. При замене ранневесенней культивации внесением глифоса (вариант 3) урожайность составляла 52,2 ц/га и была ниже, чем в случае применения послевсходового гербицида, на 4,5 ц/га.

Максимальный в опыте средний сбор зерна по вспашке за 2008-2010 гг. (58,5 ц/га) отмечен в варианте с двумя предпосевными культивациями в сочетании с применением почвенного и послевсходового гербицидов. При чизельном рыхлении лучшим (54,1 ц/га) был вариант с заменой первой культивации внесением глифоса в сочетании с почвенным и послевсходовым гербицидами (табл. 4).

По результатам трехлетних исследований количество доступной влаги в метровом слое почвы по вариантам опыта на фоне зяблевой вспашки и чизельного рыхления при посеве варьировало в пределах 142-153 мм, что соответствует среднемноголетним показателям. В среднем за 2008-2010 гг. суммарное водопотребление на обоих фонах основной обработки почвы находилось на одном уровне независимо от изучаемых вариантов, но использование влаги зерновой частью урожая было различным. Так, в среднем за период исследований коэффициент водопотребления на фоне вспашки варьировал от 476 до 776 м³/т зерна, а при чизельном рыхлении – от 519 до 859 м³/т зерна. Наиболее низким он был при сочетании механических и химических допосевных обработок с применения послевсходового гербицида Прима 0,5 л/га (варианты 2 и 3).

Результаты экономического анализа свидетельствуют, что норма

3. Засоренность посева кукурузы через 15 дней после внесения послевсходового гербицида (2008-2010 гг.), экз./м²

Система предпосевной подготовки почвы (фактор А)	Основная обработка почвы (фактор В)	Послевсходовый гербицид (фактор С)	Год исследований			Среднее за 2008-2010 гг.
			2008	2009	2010	
Ранневесеннее выравнивание культивацией; предпосевная культивация (контроль)	зяблевая вспашка	без гербицида	19	23	27	23
		прима, 0,5 л/га	8	10	7	8
	чизельное рыхление	без гербицида	33	27	28	29
		прима, 0,5 л/га	17	18	15	17
Ранневесеннее выравнивание культивацией; внесение гербицида трофи 90 (2,5 л/га); предпосевная культивация	зяблевая вспашка	без гербицида	9	8	8	8
		прима, 0,5 л/га	2	1	2	2
	чизельное рыхление	без гербицида	14	16	18	16
		прима, 0,5 л/га	5	5	6	5
Внесение глифоса (2,5 л/га); трофи 90 (2,5 л/га); предпосевная культивация	зяблевая вспашка	без гербицида	7	9	6	7
		прима, 0,5 л/га	1	2	2	2
	чизельное рыхление	без гербицида	10	11	10	10
		прима, 0,5 л/га	4	5	4	4
Внесение глифоса (2,5 л/га); предпосевная культивация	зяблевая вспашка	без гербицида	15	13	12	13
		прима, 0,5 л/га	3	3	3	3
	чизельное рыхление	без гербицида	22	25	23	23
		прима, 0,5 л/га	11	10	9	10
$НСР_{05}$ ч.с.			2,0	1,8	1,3	–

4. Урожайность зерна кукурузы в зависимости от предпосевной подготовки почвы в системе применения гербицидов (2008-2010 гг.), ц/га

Система предпосевной подготовки почвы (фактор А)	Основная обработка почвы (фактор В)	Послевсходовый гербицид (фактор С)	Урожайность
Вариант 1	зяблевая	без гербицида	27,3
Ранневесеннее выравнивание культивацией; предпосевная культивация	вспашка	прима, 0,5 л/га	36,1
(контроль)	чизельное	без гербицида	25,3
	рыхление	прима, 0,5 л/га	32,4
Вариант 2	зяблевая	без гербицида	54,4
Ранневесеннее выравнивание культивацией; внесение гербицида трофи 90, 2,5 л/га; предпосевная культивация	вспашка	прима, 0,5 л/га	58,5
	чизельное	без гербицида	50,5
	рыхление	прима, 0,5 л/га	53,4
Вариант 3	зяблевая	без гербицида	52,2
Внесение глифоса, 2,5 л/га; трофи 90, 2,5 л/га; предпосевная культивация	вспашка	прима, 0,5 л/га	56,7
	чизельное	без гербицида	48,5
	рыхление	прима, 0,5 л/га	54,1
Вариант 4	зяблевая	без гербицида	31,0
Внесение глифоса, 2,5 л/га; предпосевная культивация	вспашка	прима, 0,5 л/га	43,9
	чизельное	без гербицида	28,3
	рыхление	прима, 0,5 л/га	41,3
$НСР_{05}$ ч.с.			2,4

рентабельности при возделывании среднеспелого гибрида Краснодарский 385 МВ на фоне зяблевой вспашки в зависимости от системы предпосевной обработки почвы и применения гербицидов составляет 44,9-149,9 %, на фоне чизельного рыхления – 33,8-138,8 %. При этом сочетание механических и химических способов предпосевной обработки почвы (вариант 2) с послепосевным уходом способствовало повышению рентабельности. Самый высокий экономический эффект как на фоне вспашки, так и при чизельном рыхлении отмечен в вариантах с интенсивной предпосевной обработкой, предусматривающей две культивации в сочетании с использованием химических средств борьбы с сорняками.

Затраты энергии на фоне вспашки почвы при двух предпосевных культивациях составили 34,47 ГДж/га, дополнительное применение почвенного гербицида повышало их на 0,78 ГДж/га. Замена первой культивации внесением глифоса в варианте с почвенным гербицидом практически не влияла на затраты энергии, а в аналогичном варианте без почвенного гербицида они снижались до 33,05 ГДж/га. На фоне чизельной основной обработки почвы затраты совокупной энергии в вариантах без применения послевсходового гербицида изменялись от 32,95 до 34,45 ГДж/га, а при его использовании – от 34,14 до 36,14 ГДж/га.

Коэффициент окупаемости затраченной энергии энергией, накопленной в используемой части урожая (в зерне), на фоне зяблевой вспашки увеличивался с 1,2 в контроле до 2,4 при интенсивной подготовке почвы и уходе с использованием послевсходового гербицида. Аналогичный рост наблюдали и на фоне чизельной основной обработки почвы.

Таким образом, при возделывании кукурузы в Северной зоне Краснодарского края на фоне зяблевой вспашки и чизельного рыхления можно рекомендовать ранневесеннее выравнивание культивацией, внесение почвенного гербицида с заделкой предпосевной культивацией и применение послевсходового гербицида. Возможна замена весеннего выравнивания внесением гербицида сплошного действия с сохранением последующих агроприемов.

Литература.

1. Симакин А.И. Удобрения, плодородие почв и урожай. Краснодар: Краснодарское книжное издательство, 1983. 268 с.

2. Сельскохозяйственное зонирование и агроэкономический потенциал ресурсов Краснодарского края / А.А. Гортлевский, П.Н. Рыбалкин, И.Т. Трубилин и др. // Система земледелия в Краснодарском крае на 1990-1995 годы и на период до 2000 года: рекомендации Краснодарский НИИСХ. Краснодар: Кн. изд-во, 1990. 272 с.

3. Тарасенко Б.И. Обработка. Краснодар: Краснодарское книжное издательство, 1987. 172 с.

4. Ласкин Р.В. Влияние послепосевных приемов ухода на рост, развитие и продуктивность кукурузы // Генетика, селекция и технологии возделывания кукурузы: сб. науч. тр. международной научно-практической конференции «Золотое наследие академика ВАСХНИЛ М.И. Хаджинова», посвященной 110-летию со дня его рождения. Краснодар: ООО «Эдви», 2009. С. 221–226.

5. Основная обработка почв под кукурузу на черноземе обыкновенном Западного предкавказья / Т.Р. Толорая, В.П. Малаканова, Д.В. Ломовской, М.М. Ахтырцев // 100 лет на службе АПК: традиции, достижения, инновации: сборник научных трудов в честь 100-летия со дня основания Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко. Краснодар: ООО «Эдви», 2014. С. 286–295.

6. Велецкий И.Н. Технология применения гербицидов. 2-е изд. перераб. и доп. Л.: Агропромиздат, Ленинградское отделение, 1989. 176 с.

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 5-е изд. М.: «Агропромиздат», 1985. 351 с.

8. Особенности мониторинга по биологической оценке технологий возделывания полевых культур / И.Т. Трубилин, А.Г. Прудников, А.М. Кравцов и др. // Агроэкологический мониторинг в земледелии Краснодарского края. Краснодар: Куб. ГАУ, Агропромполиграфист, 1997. С. 227–232.

Influence of Systems of Presowing Soil Preparation on Corn Yield at Different Methods of Tillage and Herbicide Application

T.R. Toloraya, R.V. Laskin, V.Yu. Patskan

P.P. Luk'yanenko Krasnodar Agricultural Research Institute, Tsentral'naya Usad'ba KNIISKh, Krasnodar, 350012, Russian Federation

Abstract. *The investigations were carried out on ordinary chernozem in the steppe zone of Krasnodar region in 2008–2010 in order to study a system of presowing soil preparation against a background of autumn plowing and chisel tillage in combination with the application of soil and post-emergence herbicides. The most efficient method was presowing soil preparation, which consisted of two presowing cultivations with an application of soil and post-emergence herbicides against the background of plowing. The using of this technology gave the yield of 5.85 t/ha, that was higher by 2.24 t/ha than in a variant without herbicides. The similar variant against the background of chisel tillage allowed to raise the yield on 2.10 t/ha in comparison with the control variant, where the yield was 3.24 t/ha. The formation of high yield against the background of autumn plowing and chisel tillage with an intensive presowing soil preparation (early spring cultivation, soil herbicide application, presowing cultivation, post-emergence herbicide application) caused the reduction of crop infestation by 21 and 13 %, as well as of the total and corn water consumption coefficient to the level of 2787 and 476 m3/t. The coefficient of water consumption in the variants with a mechanical method of presowing soil preparation and combination of intensive mechanical and chemical methods of it against the background of autumn plowing was lower by 50 m3/ha in comparison with chisel tillage. The exchange of early spring leveling by a glifos application in combination with soil herbicide and presowing cultivation, as well as with application of post-emergence herbicide, allowed to form the yield at the level of 5.67 t/ha.*

Keywords: *plowing, chisel tillage, herbicide, water consumption, yield, economical efficiency, bioenergetics efficiency.*

Author Details: *T.R. Toloraya, D. Sc. (Agr.), chief research fellow; R.V. Laskin, Cand. Sc. (Agr.), deputy head of division; V.Yu. Patskan, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow (e-mail: patskan89@mail.ru).*

For citation: *Toloraya T.R., Laskin R.V., Patskan V.Yu. Influence of Systems of Presowing Soil Preparation on Corn Yield at Different Methods of Tillage and Herbicide Application. Zemledelie. 2018. No. 1. Pp. 23-26 (in Russ.).*

УДК 632.934; 935; 937; 914

Общие принципы развития исследований по защите зерновых культур от болезней в Тамбовской области

В.А. ЛАВРИНОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник (e-mail: tmbsnifs@mail.ru)
В.В. ЧЕКМАРЕВ, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
И.В. ГУСЕВ, врио директора
Среднерусский филиал Федерального научного центра им. И.В. Мичурина, ул. Молодежная, 1, пос. Новая Жизнь, Тамбовская обл., 392553, Российская Федерация

В работе приведены общие принципы развития исследований по защите зерновых культур от болезней в условиях Тамбовской области и их результаты за многолетний период. Цель исследований – создание экологизированных схем защиты посевов пшеницы и ячменя от наиболее опасных патогенов и разработка прогноза развития возбудителей болезней. В полевых и лабораторных условиях испытывали фунгициды, регуляторы роста и их баковые композиции. Последние служили основой новых схем защиты растений. В баковых композициях с регуляторами роста фунгициды использовали в сниженной норме расхода.Биологическая эффективность применяемых средств находилась на уровне 25,5-100,0 %. Величина сохраненного урожая озимой пшеницы и ярового ячменя составила 2,5-12,4 ц/га.При совместном использовании электромагнитного излучения и микроэлементов для предпосевной подготовки семенного материала урожайность зерновых культур повышалась на 8,8-12,2 %.Новые схемы защиты растений были апробированы в полевых условиях и освоены в производстве. Разработаны рекомендации по определению заселенности почвы патогенными грибами из родов Pythium и Fusarium – возбудителями корневых гнилей зерновых культур. Составлена оценочная шкала и установлена пороговая численность питиевых (180 шт./г почвы), фузариевых (60 шт./г почвы) грибов. Для прогноза развития ржавчинных заболеваний зерновых культур на территории Тамбовской области оказались применимы три разработанные формулы: X_1 = (ΣВ ≥40 %) / (Σt° ≥15 °С); X_2 = ЧД (О) / ЧД (t° ≥15 °С); X_3 = ЧД (В ≥40 %) / ЧД (t ° ≥15 ° С), где В – относительная минимальная влажность воздуха 40 % и выше, ЧД – число дней, О – осадки. Пороговые индексы погоды для возбудителя бурой ржавчины озимых пшеницы и ржи – X_1 = 5,23; X_2 = 1,11; X_3 = 1,86 и 1,40; бурой ржавчины яровой пшеницы – X_1 = 2,16; X_3 = 0,81; корончатой ржавчины ярового овса – X_1 = 3,21; X_3 = 1,14, при таких их значениях наблюдали эпифитотийное или умеренное развитие заболевания.

Ключевые слова: *пшеница, ячмень, схемы защиты, фунгициды, регуляторы роста, баковые композиции, электромагнитное излучение (ЭМИ), микроэлементы, возбудители болезней, биологическая эффективность, урожайность, прогноз, ржавчина, индекс погоды.*

Для цитирования*: Лавринова В.А., Чекмарев В.В., Гусев И.В. Общие принципы развития исследований по защите зерновых культур от болезней в Тамбовской области // Земледелие. 2018. № 1. С. 27-31.*

Зерновые культуры, особенно пшеница и ячмень, играют первостепенную роль в обеспечении населения продуктами питания и животноводства концентрированными кормами. Сегодня возделывают много современных высокопродуктивных сортов этих культур. Но не всегда биологический потенциал растений реализуется в полной мере. Это может быть обусловлено несколькими причинами – почвенная и воздушная засуха, неудовлетворительная перезимовка посевов озимых, сорная растительность, поражение вредителями и болезнями. Одно из важнейших и незаменимых звеньев в системе выращивания сельскохозяйственных культур – защита растений от болезней, вредителей и метеорологических стрессов. Ее ключеваяроль не только сохраняется, но и резко возрастает в условиях рыночной экономики. Учитывая важность распространения наукоемких технологий и повышения эффективности производства, перспективно использование химических средств защиты, направленных на контроль семенной, аэрогенной и почвенной инфекций, а также биологически активных веществ, обеспечивающих полифункциональный эффект. Интенсивная эксплуатация почвенных ресурсов, укрупнение обрабатываемых площадей, переход к монокультуре, севооборотам с короткой ротацией, минимизация обработки почвы, широкое применение пестицидов приводит к значительному уменьшению биологического разнообразия в агроценозах. Важным элементом таких технологий могут стать экологизированные схемы защиты растений с уменьшенной кратностью обработок химическими препаратами, использованием биосредств и физических факторов, проведением фитопатологического почвенного исследования и разработкой прогноза развития болезней растений. Наличие последнего позволит заблаговременно планировать использование фунгицидов (в случае прогноза эпифитотии) или более безопасных с экологической точки зрения средств (при прогнозе депрессии заболевания).

Целью наших исследований в последние два десятилетия было создание экологизированных схем защиты пшеницы и ячменя от наиболее опасных фитопатогенов и прогнозирование развития болезней растений для условий Тамбовской области.

Разработку и испытание новых схем защиты растений проводили в лабораторных и полевых условиях. В качестве семенного материала для исследований использовали сорта озимой и яровой пшеницы, ярового ячменя. Семена и растения зерновых культур обрабатывали химическими препаратами, регуляторами роста, микроэлементами (комплекс КМ-6), электромагнитным излучением (ЭМИ). В баковых композициях с регуляторами роста фунгициды применяли в сниженной норме расхода. При выполнении работ использовали общепринятые методики [1, 2, 3]. Разработку прогноза развития болезней осуществляли с учетом рекомендаций, изложенных в руководстве К.М. Степанова и А.Е. Чумакова [4], а также многолетние данные из годовых отчетов госсортоучастков (ГСУ) Тамбовской области о поражении растений болезнями и результаты метеорологических наблюдений за тот же период [5].

На основании обобщенных результатов применения Иммуноцитофита в производственных условиях (1997-2002 гг.) на озимых и яровых культурах были разработаны и рекомендованы производству схемы использования этого препарата (табл. 1) [6]. Установлена целесообразность его применения в системе защиты зерновых культур от комплекса вредных объектов, как раздельно, так и в составе баковых композиций. Использование Иммуноцитофита (0,3-0,45 г/т или г/га) позволило обеспечить гарантированные прибавки урожая: 1-3 ц/га – при обработке семян, 4 ц/га – при опрыскивании растений в фазе кущения и 3-5 ц/га – при двукратном применении. Смеси стимулятора роста с гербицидами на яровых культурах в различных сочетаниях обеспечивали гарантированные прибавки урожая от 1,5-2 ц/га только от обработки семян до 2-5 ц/га при комплексном

1. Рекомендуемые схемы использования регуляторов роста на зерновых культурах

Фитосанитарная ситуация, состояние семян и растений	Способ применения	Фитосанитарные, рострегулирующие и антистрессовые эффекты
Зараженность семян септориозом, гельминтоспориозом и фузариозом – не более чем на 15 %; бактериозами – не более 20 %; отсутствие инфекции пыльной и твердой головни, всхожесть семян менее 90 %.	Обработка семян регулятором роста*	Повышение всхожести на 5-10 %, снижение поражения корневыми гнилями в период весеннего возобновления вегетации озимой пшеницы на 50 %,полноценное кущение и успешное прохождение закалки до формирования снежного покрова. Снижение поражения корневыми гнилями и пятнистостями яровых зерновых культур на 30-50 %
Зараженность семян гельминтоспориозом септориозом и фузариозом – не более 15 %; бактериозами – не более 20 %; заспорение семян твердой головней – более 100 спор на зерновку; наличие инфекции пыльной головни, всхожесть семян менее 90 %.	Обработка семян баковыми смесями – фунгицид** + регулятор роста*	Повышение всхожести на 5-10 %, полноценное кущение и успешное прохождение закалки до формирования снежного покрова, снижение поражения корневыми гнилями в период весеннего возобновления вегетации на 80-90 % и головнейв период созревания на 85-90 %.Снижение поражения корневыми гнилями и пятнистостями яровых культур на 50-70 %, всеми видами головни на 85-95 %.
Угроза развития листостебельных и колосовых инфекций в фазу кушения, растения ослаблены переувлажнением почвы в период таяния снега или ранневесенним чередованием засухповышением и понижением температур.	Опрыскивание посевов-регуляторами роста*** в составе баковой смеси с гербицидом****	Снижение поражения мучнистой росой, пятнистостями и листовыми ржавчинами на 30-40 %, продление вегетации флагового листа на 5-7 дней на озимых и срока фунгицидной обработки с фазы флагового листа до конца колошения на яровых.
При прогнозе незначительного развития листостебельных и колосовых инфекций в фазу колошения (отсутствие очагов инфекции).	Опрыскивание посевов регуляторами роста***	Снижение поражения пятнистостями, мучнистой росой, и листовыми ржавчинами на 30-40 %, продление вегетации флагового листа на 5-7 дней.

**Силк – 0,05 кг/т, Эпин – 200 мл/т, Эмистим – 1 мл/т, Вермикулен – 200 г/т, Нарцисс – 1 л/т, Иммуноцитофит – 0,3-0,45 г/т;*
***Дивиденд экстрим – 0,75 л/т, Дивиденд стар – 1,5 л/т, Максим экстрим – 1,75 л/т, Максим форте – 1,75 л/т;*
****Планриз – 0,3 л/га,Силк – 0,03 кг/га, Эмистим – 1 мл/га, Агат-25К – 14 г/га, Нарцисс – 1 л/га, Эпин – 50 мл/га, Вермикулен – 100 г/га, Иммуноцитофит – 0,3-0,45 г/га;*
*****апробированы баковые смеси с гербицидами Банвел + Луварам, Гродил + Луварам, Диален супер, Кросс, Логран + Банвел, Ларен, Гранстар, Дезормон, Фенфиз + мочевина, Линтур + мочевина*

применении (обработка семян и растений).

Также разработаны три схемы защиты пивоваренного ячменя на разных этапах органогенеза растений в условиях Тамбовской области [7, 8] (табл. 2):

протравливание семян Дивиденд стар (1,5 л/т) + опрыскивание посевов в фазе трубкования Альто супер (0,5 л/га) при наличии очагов инфекции пятнистостей и влажной погоде;

2. Схемы защиты пивоваренного ячменя на разных этапах органогенеза растений

Фенофаза	Фитосанитарная ситуация и погодные условия	Ожидаемые результаты применения средств защиты		
		действие на возбудителей болезней	действие на растение	сохраненный урожай, ц/га
Протравливание семян + опрыскивание посевов в фазе трубкования				
Семена	Семенная ипочвенная инфекция: возбудители корневых гнилей, пятнистостей, головневых. Независимо от погодных условий.	Высокоэффективная защита от головни, на начальных этапах развития ячменя – от корневых гнилей и листовых пятнистостей	Увеличение густоты стояния и кустистости	3-5*
Трубкование	Наличие симптомов пятнистостей на нижних листьях, риск развития листовых пятнистостей. Опасность заражения пивоваренного зерна фитопатогенами. Теплая, влажная погода, наличие капельно-жидкой влаги в посевах в течение нескольких часов	Высокоэффективная защита от листовых пятнистостей в фазе колошение – молочная спелость. Риск незначительного развития листовых и колосовых пятнистостей в период восковой спелости.	Продление вегетации	
Протравливание семян + опрыскивание посевов в фазе начала колошения				
Семена	Семенная ипочвенная инфекция: возбудители корневых гнилей, пятнистостей, головневых заболеваний. Независимо от погодных условий.	Высокоэффективная защита от головни, на начальных этапах развития ячменя – от корневых гнилей и листовых пятонистстей	Увеличение густоты стояния и кустистости	4-6*
Начало колошения	Независимо от фитосанитарного состояния и погодных условий. Риск развития листовых и колосовых пятнистостей в период созревания. Опасность заражения зерна фитопатогенами.	Высокоэффективная защита от листовых и колосовых пятнистостей до периода созревания	Продление вегетации	
Протравливание семян + опрыскивание посевов в фазы конец кущения – трубкование и конец колошения				
Семена	Семенная почвенная инфекция: возбудители корневых гнилей, пятнистостей, головневых заболеваний. Независимо от погодных условий	Высокоэффективная защита от головни, на начальных этапах развития ячменя – от корневых гнилей и листовых пятнистостей	Увеличение густоты стояния, кустистости	9-11**
Конец кущения – начало трубкования	Риск развития листовых пятнистостей. Независимо от погодных условий	Высокоэффективная защита от листовых пятнистостей до наступления фазы цветения	Продление периода вегетации, увеличение густоты продуктивного стеблестоя	
Конец колошения	Независимо от фитосанитарного состояния и погодных условий. Риск развития листовых и колосовых пятнистостей в период созревания. Опасность заражениязерна фитопатогенами.	Высокоэффективная защита от листовых и колосовых пятнистостей до периода созревания	Продление периода вегетации	

** при урожайности 30-40 ц/га, ** при урожайности 50-60 ц/га*

3. Хозяйственная эффективность различных систем защиты посевов пивоваренного ячменя от гельминтоспориозных пятнистостей

Система защиты	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га	Содержание, %		Экстрактивность, %
			белка	крахмала	
Без защитных мероприятий	32,0	–	14,8	57,2	74,3
Протравливание семян Дивидендом стар (1,5 л/т)	36,8	4,8	12,1	59,9	76,6
Протравливание семян Дивидендом стар (1,5 л/т) + опрыскивание посевов Альто супер (0,5 л/га)	44,4	12,4	11,2	60,8	77,5
$НСР_{05}$	2,5				
$S^x_{\%}$	2,3				

протравливание семян Дивиденд стар (1,5 л/т) + опрыскивание посевов в начале колошения Альто супер (0,5 л/га) при наличии очагов инфекции пятнистостей и влажной погоде или опасности развития листовых и колосовых инфекций в период созревания;

протравливание семян Дивиденд стар (1,5 л/т) + 2-х кратное опрыскивание посевов в период конец кущения – трубкование Альто супер (0,45 л/га) и конец колошения Альто супер (0,5 л/га).

Испытание предложенных схем, проведенное в 2001-2003 гг. [8,9], показало, что применение Альто супер (0,5 л/га) позволяет обеспечить высокоэффективную защиту до периода созревания, сохранить хозяйственно значимую часть урожая и получить качественное пивоваренное зерно (1-го класса). Так, в наиболее эффективном варианте (обработка семян Дивиденд стар + опрыскивание посевов Альто супер), рекомендованном производству, применение фунгицида в фазе колошения позволило снизить развитие заболевания на 75 %, повысить урожайность до 44,4 ц/га(табл. 3). Величина сохраненного урожая при протравливании семян составила 4,8 ц/га, в варианте с обработкой семян и растений – 12,4 ц/га. Использование этой схемы защиты ярового ячменя позволило значительно повысить качество зерна. Дополнительный доход составил 7603 руб./га.

Действие фунгицидов в других схемах защиты растений пивоваренного ячменя (см. табл. 2) обеспечило получение прибавки урожая при протравливании семян и опрыскивании в фазе трубкования– 3-5 ц/га, при обработке семян и опрыскивании в фазе колошения – 4-6 ц/га, протравливание семян + опрыскивание посевов в период конец кущения – трубкование и конец колошения – 9-11 ц/га.

Использование химических препаратов позволило снизить заселение пивоваренного зерна патогенными микроорганизмами. На сорте Белгородец при протравливании семян Дивидендом стар (1,5 л/т) + опрыскивание посевов Альто супер (0,5 л/га) в колошение количество патогенных родов уменьшилось на два рода. Количество зерновок, инфицированных грибами рода *Alternaria* снизилось с 43 до 14 %, общая зараженность семян – с 98 до 31 % (табл. 4).

4. Влияние систем защиты посевов ячменя на интенсивность поражения листовыми пятнистостями и заражение зерна фитопатогенной микобиотой

Показатель		Без защитных мероприятий	Дивиденд стар (1,5 л/т)	Дивиденд стар (1,5 л/т) + Альто супер (0,5 л/га)
Интенсивность поражения листовыми пятнистостями в период созревания, %		54	49	13
Доля зараженного зерна, %	Alternaria spp.	43	40	14
	Общая зараженность	98	86	31

В совхозе «Авдеевский» в 1999 г. на черноземе слабовыщелочном среднегумусном на площади 45 га (по 15 га на вариант) при обработке зерна озимой пшеницы совместное применение Фенорама (1 кг/т) и Эмистима (1 мл/т) по биологической и хозяйственной эффективности не уступало эталону (Фенорам, 2 кг/т), величины этих показателей составили соответственно 55-74 % и 5,0 ц/га (10,3 %); 66-70 % и 4,5 ц/га (9,2 %). При комплексной обработке семян ярового ячменя композицией Фенорама (1 кг/т) и Эмистима (1 мл/т), а также растений – Эмистимом (1 мл/га) пораженность болезнями снижалась на 79-83 %, что обеспечивало сохранение урожая на уровне 4,7-6,7 ц/га.

В Сампурском районе в ОАО «Степное гнездо» в 2002 г. на черноземе типичном среднегумусном площадью 100 га (по 25 га на вариант) на посевах ячменя сорта Дворан биологическая эффективность обработки посевного материала протравителем Дивиденд Стар в половинной норме расхода (0,75 л/т) против болезней составила 57,5 %. При дополнительном опрыскивании посевов препаратами Агат-25К (14 г/га), Эмистим (1 мл/га) и Силк (0,03 кг/га) в фазе колошения она достигла 76,5 %. Прибавка находилась на уровне 9,8-10,5 ц/га. Чистый доход от применения новых схем защиты растений составил1495-1650,6 руб./га. В эталонном варианте (Дивиденд Стар, 1,5 л/т) величины перечисленных показателей были ниже – 29,5 %, 5,9 ц/га и 818,8 руб./га соответственно.

В Тамбовском районе в 2000 г. на полях опытного хозяйства Среднерусской научно-исследовательской фитопатологической станции (ОПХ СНИФС) на черноземе слабо выщелочном среднегумусном производственные посевы площадью 10 га ячменя Ауксиняй 3 в фазе колошения обрабатывали Иммуноцитофитом (0,45 г/га) и Силком (0,03 кг/га). Биологическая эффективность регуляторов роста против сетчатой пятнистости к концу вегетации находилась на уровне 30,8-31,5 %, хозяйственная – 4,6-5,2 ц/га, чистый доход – 766,3-836,3 руб./га. В эталоне (Альто, 0,2 л/га) они были равны соответственно 72,4 %, 7,9 ц/га и 798,2 руб./га. В 2013 г. проводили исследования на опытных полях Среднерусского филиала ТНИИСХ (площадь делянки 10 м^2, повторность четырехкратная) на черноземах слабовыщелочных среднегумусных по изучению однократного применения фунгицидов Амистар Трио и Амистар Экстра со сниженными нормами расхода (соответственно 0,8 и 0,5 л/га) на трех сортах озимой пшеницы, различающихся по устойчивости к фитопатогенам: Губернатор Дона, Мироновская 808 и Северодонецкая Юбилейная. Величина сохраненного урожая при использовании первого из указанных препаратов в среднем по сортам составила 5,3 ц/га (17,7 %) (прибавка урожая находилась в пределах 5,2-5,3 ц/га), второго – 5,3-7,1 ц/га (в среднем 5,97 ц/га, или 20 %).

В условиях Тамбовской области (2014 г.) на опытных полях Среднерусского филиала ТНИИСХ (площадь делянки 10 м^2, повторность четырехкратная) на черноземе слабовыщелочном среднегумусном был поставлен производственный опыт по изучению эффективности нового фунгицида Альто Турбо на сорте Северодонецкая Юбилейная. Обработку проводили в фазе колошения. Испытывали две нормы расхода препарата – 0,3 и 0,5 л/га (табл. 5).На фоне нарастания интенсивности поражения растений бурой ржавчиной биологическая эффективность Альто Турбо как в сниженной (0,3 л/га), так и в рекомендуемой (0,5 л/га) норме расхода была до-

5. Биологическая эффективность Альто Турбо против болезней напосевах озимой пшеницы сорта Северодонецкая Юбилейная

Вариант	Развитие на 12-й день после обработки				Развитие на 22-й день после обработки			
	мучнистая роса, %	биологическаяэффективность,%	бурая ржавчина, %	биологическая эффективность, %	мучнистароса,%	биологическая эффективность, %	бурая ржавчина,%	биологическая эффективность, %
Контроль	14,2	–	11,1	–	7,,3	–	23,7	–
Альто Турбо: 0,3 л/га	3,3	76,8	0,6	94,6	0,6	91,8	0,9	96,2
0,5 л /га	1,6	88,7	0,4	96,4	0,5	93,1	0,08	99,2

статочно высокой и составляла 94,6-99,2 %. В отношении возбудителя мучнистой росы величина этого показателя находилась на уровне 76,8-93,1 %. Прибавка урожая зерна при минимальной норме расхода Альто Турбо (0,3 л/га) составила 4,7 ц/га, при норме 0,5 л/га – 9,8 ц/га.

В период с августа 2014 г. по август 2015 г. на базе ООО «Чернавское» Инжавинского района Тамбовской области был проведен производственный опыт на площади 174 га на черноземе оподзоленном среднегумусном по экологическому испытанию фунгицида Альто Турбо – 0,3 л/га (обработка растений в фазе колошения), регуляторов роста Гуми – 150 мл/т, Фитоспорин-М – 1 л/т, Рибав-Экстра – 10 мл/т, Стимикс – 1 л/т и химического препарата Даймонд Супер, КС – 0,75 л/т (обработка семян) на озимой пшенице сорта Ермак. Через 14 дней после опрыскивания посевов фунгицидом наблюдали полное (100 %) ингибирование развития фитопатогенов (бурая ржавчина, септориоз). Урожайность в обработанном варианте составила 36 ц/га, величина чистого дохода – 28800 руб./га, уровень рентабельности достиг 326 %.

На базе ООО «Волна» Гавриловского района Тамбовской области в период с августа 2015 г. по сентябрь 2016 г. на черноземе слабовыщелочном среднегумусном был проведен производственный опыт на площади 250 га по испытанию обработки семян смесью препаратов Максим Экстрим – 1 л/т и Максим – 0,5 л/т, а также растений в фазе колошения Альто Турбо – 0,5 л/га на озимой пшенице сорта Московская 40. При урожайности 30 ц/га чистый доход со всей площади составил 3,01 млн руб., уровень рентабельности – 375 %.

В филиале Федерального центра им. И.В.Мичурина для определения уровня заселенности почв грибами родов *Pythium, Fusarium* и *Helminthosporium* возбудителями питиозной, фузариозной и обыкновенной корневых и прикорневых гнилей сельскохозяйственных культур разработаны оценочная шкала и формула для расчета количества ооспор, конидий и склероциев грибов в образце почвы. Эффективность этого способа связана с более точным определением заселенности почвы грибами перечисленных родов, по сравнению с традиционным методом флотации и использованием оценочной шкалы.

Разработан прием повышения болезнеустойчивости и урожайности зерновых культур с совместным применением для предпосевной подготовки семенного материала электромагнитного излучения (ЭМИ) и микроэлементов [9]. Семена сначала обрабатываются ЭМИ (экспозиция 1 ч), затем раствором комплекса микроэлементов (КМ-6, 0,65 кг/т), в состав котрого входят сульфаты меди, цинка, марганца, кобальта, молибденовокислый аммоний и борная кислота. У озимой пшеницы, выросшей из обработанных ЭМИ семян, наблюдали снижение уровня поражения бурой ржавчиной (с 23,8 % в контроле до 20,1 %) и септориозом (с 28,9 до 25,3 %). На яровом ячмене были получены аналогичные результаты. Отмечено уменьшение интенсивности поражения растений темно-бурой и сетчатой пятнистостями (с 27,6 до 23,2 %). На искусственном инфекционном фоне (нагрузка 2 г спор на 100 г семян) совместная обработка семян озимой пшеницы ЭМИ и микроэлементами снижала поражение растений возбудителем твердой головни в 1,4 раза (с 54,9 % в контроле до 38,6 %). Из испытанных химических средств полностью инги-

6. Хозяйственная эффективность применения ЭМИ и микроэлементов на зерновых культурах

Вариант	Прибавка	
	ц/га	%
Озимая пшеница (сорт Мироновская 808, среднее за 2001-2007 гг.)		
Эталон (протравитель семян*)	4,6	11,7
ЭМИ (1 ч)	2,3	5,8
КМ-6 (0,65 кг/т)	2,7	6,8
ЭМИ (1 ч)+КМ-6 (0,65 кг/т)	4,8	12,2
$НСР_{05}$	3,0	–
Яровой ячмень (сорт Чакинский 221, среднее за 2006-2008 гг.)		
Дивиденд стар КС, 1 л/т (эталон)	4,3	9,4
ЭМИ (1 ч)	2,4	5,3
КМ-6 (0,65 кг/т)	2,8	6,1
ЭМИ (1 ч) +КМ-6 (0,65 кг/т)	4,0	8,8
$НСР_{05}$	3,7	–

**до 2003 г. применяли препарат Максим, КС (2 л/т), с 2004 по 2007 гг. – Дивиденд стар КС (1 л/т)*

7. Пороговые значения индексов погоды для формул X_1, X_2 и X_3 при которых наблюдается сильное или умеренное развитие ржавчинных заболеваний на посевах зерновых культур в условиях Тамбовской области

Культура	Заболевание	Период	Формулы расчета пороговых индексов погоды, при которых наблюдается эпифитотийное или умеренное развитие ржавчинных заболеваний		
			$*X_1 = \frac{\sum B \geq 40\ \%}{\sum t^\circ \geq 15^\circ C}$	$*X_2 = \frac{ЧД(O)}{ЧД\ (t^\circ \geq 15C^\circ)}$	$*X_3 = \frac{ЧД(B \geq 40\ \%)}{ЧД\ (t^\circ \geq 15^\circ C)}$
Озимая пшеница	бурая ржавчина	май месяц	5,23 и выше	1,11 и выше	1,86 и выше
Озимая рожь	бурая ржавчина	май месяц	5,23 и выше	–	1,40 и выше
Яровая пшеница	бурая ржавчина	с третьей декады мая до конца июня	2,16 и выше	–	0,81 и выше
Яровой овес	корончатая ржавчина	со второй декады мая до конца июня	3,21 и выше	–	1,14 и выше

**$\sum B \geq 40$ % – сумма относительной минимальной влажности воздуха выше или равной 40 %; $\sum t^\circ \geq 15^\circ C$ – сумма среднесуточных температур воздуха выше или равных 15°С; ЧД (О) – число дней с осадками; ЧД ($t^\circ \geq 15^\circ C$) – число дней со среднесуточной температурой воздуха выше или равной 15°С; ЧД(В ≥ 40 %) – число дней с относительной минимальной влажностью воздуха выше или равной 40 %*

бировал развитие заболевания только Дивиденд стар,КС в норме расхода 1 л/т. По урожайности использование нового приема предпосевной подготовки семенного материала находилось практически на уровне эталона, предусматривающего использование химических препаратов (табл. 6). Совместное применение ЭМИ и микроэлементов повышало продуктивность растений пшеницы и ячменя сильнее (на 8,8-12,2 %), чем их раздельное использование (на 5,3-6,8 %). Этот прием можно использовать при условии, что семенной материал свободен от головневой инфекции (по результатам фитоэкспертизы).

На основании результатов анализа многолетних данных о поражении растений зерновых культур возбудителями ржавчинных заболеваний и метеорологических факторов за тот же период был разработан новый подход к составлению прогностических формул. Он базируется на использовании граничных значений факторов погоды, на основе которых составляли вероятные формулы прогноза. В дальнейшем, путем математического анализа из 39 составленных формул были выявлены три (X_1, X_2 и X_3), отвечающие критериям отбора и применимые для прогноза ржавчинных заболеваний зерновых культур на территории Тамбовской области. На их основе были установлены пороговые индексы погоды, при которых отмечено возникновение эпифитотий (табл. 7) [10].

Исходя из полученных за многолетний период результатов можно сказать, что выбор направления исследований, основанных на экологизации систем возделывания зерновых культур был вполне оправдан. С целью получения экологически безопасной продукции при защите зерновых колосовых от болезней обработку семян и растений целесообразно проводить фунгицидами, регуляторами роста и развития растений, обладающими высокой биологической эффективностью и позволяющими снизить стресс растений, вызываемый биотическими факторами. В производственных условиях апробированы схемы защиты озимой пшеницы и ярового ячменя, позволяющие снизить пестицидную нагрузку на окружающую среду. Биологическая эффективность применяемых при этом средств защиты растений против особо опасных фитопатогенов составляла 25,5-100,0 %, величина сохраненного урожая – 2,5-12,4 ц/га. Совместное использование физического фактора (ЭМИ) и микроэлементов для предпосевной подготовки семенного материала пшеницы и ячменя повышало болезнеустойчивость растений и способствовало росту урожайности на 8,8-12,2 %. Составлены три прогностические формулы и определены пороговые индексы погоды, которые могут быть использованы для краткосрочного прогнозирования ржавчинных заболеваний зерновых культур (озимые пшеница и рожь, яровая пшеница, овес). Использование перечисленных разработок позволит дифференцированно подходить к выбору средств или схем защиты растений.

Литература.

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М. Изд-во «Колос», 1968. 336 с.
2. Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам: методическое пособие / Е.Е. Радченко, В.И. Кривченко, О.В. Солодухина и др. М.: Россельхозакадемия, 2008. 416 с.
3. Санин С.С. Болезни зерновых колосовых культур: рекомендации по проведению фитосанитарного мониторинга: научное издание. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 140 с.
4. Степанов К.М., Чумаков А.Е. Прогноз болезней сельскохозяйственных растений. Л.: Колос, 1972. 271 с.
5. Годовые метеорологические отчеты Тамбовского, Староюрьевского, Кирсановского и Ржаксинского ГСУ за 1970-1992 гг. / Тамбовское областное государственное учреждение «Государственный архив Тамбовской области» (ТОГУ ГАТО), г. Тамбов.
6. Рекомендации по применению препарата Иммуноцитофит в системах защиты зерновых, зернобобовых, сахарной свеклы, посолнечника и плодово-ягодных насаждений от болезней и стрессовых факторов на примере Черноземной зоны РФ / В.Т. Алехин, З.В. Князева, Ю.В. Попов и др. Пущино: ОНТИ Пущинского научного центра РАН. 2003. С. 37.
7. Грибные болезни пивоваренного ячменя в ЦЧР РФ: распространение, вредоносность и системы защиты / В.Т. Алехин, Е.А. Соколова, В.Д. Новолоцкий и др. Белгород: ОАОНПФ «Белсект», 2004. С. 58.
8. Системы защиты пивоваренного ячменя на разных этапах органогенеза в технологиях возделывания по Центрально-Черноземной зоне (региону): Рекомендации / В.А. Лавринова, Л.Н. Вислобокова, Е.А. Соколова, В.П. Кратенко. Тамбов: ОАО «Пролетарский светоч», 2009. 54 с.
9. Технология совместного применения электромагнитного излучения низкой частоты (ЭМИ), микро- и макроэлементов для повышения болезнеустойчивости и урожайности зерновых колосовых культур: Методическое пособие / В.В. Чекмарев, Ю.В. Зеленева, Л.Н. Вислобокова и др. Тамбов: Изд. Дом ТГУ им. Г.Р. Державина, 2013. 34 с.
10. Чекмарев В.В. Новый подход к составлению формул прогноза болезней сельскохозяйственныхкультур (на примере ржавчинных заболеваний зерновых культур): монография. Тамбов: Принт-Сервис, 2016. 186 с.

General Principles of Research Development on the Protection of Cereals from Diseases in Tambov Region

V.A. Lavrinova, V.V. Chekmarev, I.V. Gusev
Middle Russian Branch of Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Centre named after I.V. Michurin», ul. Molodezhnaya, 1, pos. Novaya Zhizn', Tambovskaya obl., 392553, Russian Federation

Abstract. *The paper gives general principles for the development of the research on the protection of cereals from diseases in Tambov region and their results over a period of many years. The purpose of the research was the creation of ecological schemes for the protection of wheat and barley crops from the most dangerous pathogens and the development of a prognosis for the development of pathogens. Under the field and laboratory conditions, fungicides, growth regulators, and their tank mixtures were tested. The latter served as the basis for new schemes of plant protection. In tank mixtures with growth regulators, the fungicide was used at a reduced rate of consumption. Biological efficacy of the used agents was at the level of 25.5–100.0%. The value of the kept yield of winter wheat and spring barley was 0.25–1.24 t/ha. At the combined use of electromagnetic radiation with trace elements for the presowing seed preparation, the yield of cereals increased by 8.8–12.2%. New plant protection schemes were tested in the field and mastered in the production. Recommendations were developed for determining the population of the soil by pathogenic fungi from the genera Pythium and Fusarium, the causative agents of root rot of cereal crops. An estimated scale was established and the threshold number of Pythium fungi was set at 180 pcs/g, Fusarium fungi – 60 pcs/g of soil. For the prediction of the development of rust diseases of cereals in Tambov region, three developed formulas were applicable: X1 = (sum of the relative minimum air humidity above or equal to 40%)/(sum of average daily air temperatures above or equal to 15 C); X2 = (number of days with precipitation)/(number of days with an average daily air temperature above or equal to 15 C); X3 = (number of days with relative minimum air humidity above or equal to 40%)/(number of days with an average daily air temperature above or equal to 15 C). Threshold weather indices for the causative agent of brown rust of winter wheat and rye were revealed: X1 = 5.23; X2 = 1.11; X3 = 1.86 and 1.40; brown rust of spring wheat: X1 = 2.16; X3 = 0.81; crown rust of spring oat: X1 = 3.21; X3 = 1.14. At this values, it was observed the epiphytotic or moderate development of rust.*

Keywords: *wheat; barley; protection schemes; fungicides; growth regulators; tank mixtures; electromagnetic radiation (EMR); trace elements; pathogens; biological efficiency; yield; forecast; rust; weather index.*

Author Details: *V.A. Lavrinova, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow (e-mail: tmbsnifs@mail.ru); V.V. Chekmarev, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow; I.V. Gusev, acting director.*

For citation: *Lavrinova V.A., Chekmarev V.V., Gusev I.V. General Principles of Research Development on the Protection of Cereals from Diseases in Tambov Region. Zemledelie. 2018. No. 1. Pp. 27-31 (in Russ.).*

УДК 631.46:633.174:663.62:576.851.13:576.80

Производственная эффективность и фитомелиоративный потенциал сорго в Западном Предкавказье

С.В. КИЗИНЕК[1], доктор сельскохозяйственных наук, директор (e-mail: zgpzhzs@mail)
А.А. КВАША[1], главный агроном
Н.А. НАЗАРОВ[1], агроном отделения
В.С. БЕЛОУСОВ[2], кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
В.В. ТАРАНЕНКО[2], кандидат сельскохозяйственных наук (e-mail: anzhela.taranenko@mail.ru)
А.Б. ВОЛОДИН[3], кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: sniish@mail.ru)
[1]Рисоводческий племенной завод «Красноармейский» им. А.И. Майстренко, ул. Красная, 33, пос. Октябрьский, Краснодарский край, 353814, Российская Федерация
[2]Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений, Краснодар, п/о 39, 350039, Российская Федерация
[3]Ставропольский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ул. Никонова, 49, Михайловск, Ставропольский край, 356241, Российская Федерация

Основной регион возделывания риса в Российской Федерации – древняя дельта реки Кубани, которая сегодня относится к числу наиболее антропогенно измененных ландшафтов. Почвенный покров этой зоны пестрый и контрастный с преобладанием маломощных, оглеенных и засоленных почв лугового типа, в последние годы характеризуется увеличением площади уплотненных и засоленных почв. Плодородие почв воспроизводится и регулируется растительным сообществом и в этом отношении сорговые культуры обладают сильно выраженными средообразующими способностями, в первую очередь снижающими процессы физической деградации почвенного профиля. Это обусловлено прежде всего, мощной корневой системой проникающей независимо от почвенных условий до глубины 2,0-2,5 м. Минерализация до 80 т/га корневых остатков увеличивает межпоровое пространство, снижая плотность почвы, повышает водопрочность структуры, снижает засоленность. В производственных опытах с целью комплексного испытания сорговых культур, используемых в мировой практике для реабилитации мелиорируемых ландшафтов, в дельтовых условиях Западного Предкавказья были изучены отечественные сорта зернового сорго (Зерста 90, Зерста 97, Аюшка, Круста, Наран, Хазане 28, Орловское, Зерноградское 53, Зерноградское 88, Великан, Лучистое, Ким) и сахарного сорго (Калаус, Алга, Галия, Ларец, Ярик, Ставропольское 36), которые обладают высокой и стабильной продуктивностью, не зависящей от особенностей вегетационного периода. При минимальных технологических затратах урожайность зерна по сортам составила 3,6-6,9 т/га. Среднее содержание в зерне крахмала – 68,5 %, белка – 12,2 %, азота – 2,8 %, клетчатки – 2,3 %, жира – 3,2 %. При двухлетнем выращивании сорговых культур прослеживается тенденция снижения по профилю объемной массы почвы, что приводит к увеличению ее порозности и количества доступной влаги. Урожайность зеленой массы сахарного сорго составила 33,0-143,2 т/га. Высокую продуктивность сорговых культур, их значительный фитомелиоративный потенциал необходимо использовать при интенсификации адаптивного растениеводства.

***Ключевые слова**: сорговые культуры, урожайность, качество зерна, плотность почв, продуктивность.*

***Для цитирования:** Производственная эффективность и фитомелиоративный потенциал сорго в Западном Предкавказье / С.В. Кизинек, А.А Кваша, Н.А. Назаров и др. // Земледелие. 2018. № 1. С. 32-34.*

Ресурсы почвенного покрова ограничены количественно и особенно качественно. Интенсивное использование почв вызывает значительные изменения их свойств и режимов вследствие нарушения процессов биологического круговорота веществ. Во всех природных зонах агроландшафты не выполняют в необходимой мере стабилизирующую функцию. Произошло резкое, в 2-3 раза, сокращение поступления органической массы в аэрируемую зону и обеднение биологического разнообразия агроландшафтов, часто превращающегося в монокультуру, которая не может сохранить продуктивность и стабильность развития почвенного покрова. Корневая система возделываемых растений располагается в основном в верхних горизонтах профиля, что формирует новый гидрологический режим, который не обеспечивает реализацию потенциальных возможностей почвы [1].

Эти проблемы актуальны для мировой сельскохозяйственной практики. В 2005 г. был составлен первый атлас почв европейского содружества, установивший, что 16 % земель стран Евросоюза затронуты деградацией. В новых присоединившихся к ЕС странах площадь земель, подверженных деградации достигает 30 %. В связи с этим разрабатывается директива о сохранении земельных ресурсов Европы, так как их состояние представляет угрозу национальной безопасности сообществу стран, расположенных на континенте [2].

В России почвенный покров Западного Предкавказья уникален и многие типы почв этого региона не имеют аналогов в мире [3]. Однако процессы почвенной деградации охватывают и эти территории. На сегодняшний день доля уплотненных и слитых почв составляет 14-17% площади сельхозугодий Краснодарского края, площадь переувлажненных в зависимости от условий года достигает 14-30 % [4]. Прогнозы свидетельствуют о том, что сельскохозяйственные культуры будут чаще подвергаться стрессовым ситуациям. В качестве общей закономерности отмечается снижение запасов гумуса, уменьшение коэффициентов структурности (в 1,5-2,0 раза) и водопрочности (в 4-5 раз) [4-9].

Ранее существовавшие среднегумусные и тучные черноземы на почвенных картах Краснодарского края сегодня не выделяются.

Основной регион возделывания риса в Российской Федерации-древняя дельта реки Кубани относится к числу наиболее антропогенно измененных ландшафтов. Почвенный покров этой зоны характеризуется значительной пестротой и контрастностью с преобладанием маломощных, оглеенных и засоленных почв лугового типа. Вместе с тем, экологическая система не стабильна. Использование фитобактерианых систем, позволяет конструировать биоциностическую среду, что в итоге повышает продукционный потенциал агроландшафтов.

Плодородие почв восстанавливается, воспроизводится и регулируется растительным сообществом и в этом отношении сорговые культуры обладают сильно выраженными средообразующими способностями. Это обусловлено прежде всего значительной корневой системой, проникающей до глубины 2,0-2,5 м, что обеспечивает положительный баланс гумуса (1,5-2,0 т/га), устраняет процессы физической деградации благодаря увеличению межпорового пространства и водопрочности структуры, снижению токсичных сульфатов и хлоридов [10-13].

Поскольку потенциальные возможности сорговых культур по урожайности, качеству продукции, фитомелиоративному потенциалу в мелиоративной зоне Кубани практически не исследованы, мы в условиях производственных опытов провели испытания зернового и сахарного сорго отечественной селекции.

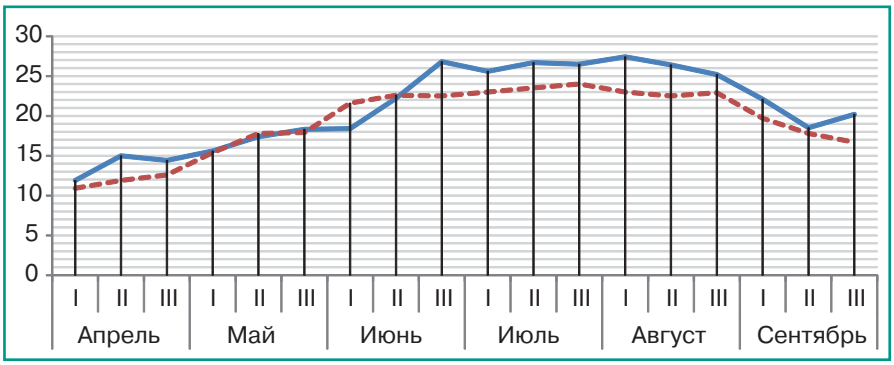


Рис. 1. Температура воздуха периода вегетации, С°: — среднедекадная за 2015-2016 гг.; — средняя многолетняя.

Цель исследований заключалась в оценке сорго в качестве культуры, устраняющей недостатки современных технологий, ухудшающих состояние почв, и способствующей восстановлению продуктивности почв не в условиях парового поля, а с использованием технологий фитомелиорации.

Закладку опытов, оценки и учеты урожая проводили согласно общепринятым методикам [14-16]. Каждый испытываемый сорт высевали на площади 0,5-0,7 га.

Посев осуществляли в оптимальные для культуры сроки, когда температура почвы на глубине заделки семян (5-7 см) достигала устойчивых значений 13-15 °С. Способ посева широкорядный (70 см) пунктирный с нормой высева, обеспечивающей густоту стояния растений к уборке 200-250 тыс. шт/га. Удобрения в годы проведения исследований не применяли.

Технология возделывания предусматривала следующие операции: после уборки риса вспашка на 20-22 см, весеннее выравнивание зяби, предпосевная культивация на глубину заделки семян, посев, две междурядные обработки в фазе 3-4 и 5-7 листьев на глубину 8-12 см. Никаких других агротехнических операций до уборки не проводили.

В годы исследований в период вегетации температура воздуха превышала среднемноголетние значения на 5-7 °С (рис. 1). Выпадение осадков было крайне неравномерным и после весенних месяцев наблюдали длительную воздушную засуху (рис. 2), что косвенно свидетельствует о развивающейся аридизации климата, одним из следствий которой можно считать расширение ареала возделывания сорговых культур.

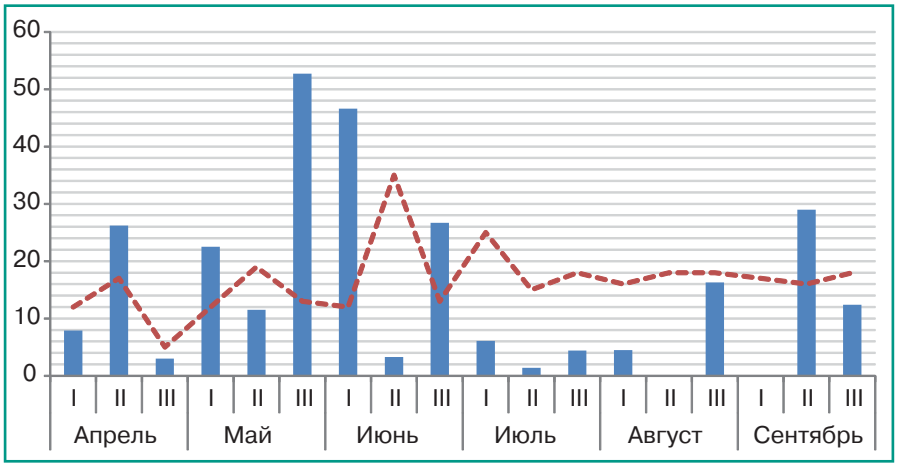


Рис. 2. Средняя сумма осадков за вегетационный период: — за 2015-2016 гг., мм; — многолетняя, мм.

Почвенно-климатические особенности зоны способствовали тому, что вегетационный период всех сортов раннеспелого сорго продолжался 95-105 дней, у познеспелых сортов (Зерста 90, Наран) он был продолжительнее на 7-10 дней. У испытуемых сортов сахарного сорго величина этого показателя составляла 105-110 дней.

Всходы отмечали на 10-14 день, сорта Зерста 97, Ким, Галия, Ставропольское 36, Аюшка, Зерноградское 53 характеризовались 100 %-ной всхожестью, у сорта Великан она составляла 40-45 %, у остальных сортов – 80 %.

Затраты на выращивание сорговых культур, анализируя мировой опыт, составляют 40-50 % от затрат на возделывание других яровых широкорядного посева. Для борьбы с тлей обработку инсектицидами не проводили. Не отмечали и поражения метелок сорго головневыми болезнями. Гельминтоспориоз в период исследований отсутствовал. Красный бактериоз после цветения присутствовал на нижних листьях всех испытуемых сортов, но невысокая степень поражения этой болезнью не требовала обработки посевов.

1. Урожайность зернового сорго, т/га

Сорт	2015 г.	2016 г.	Средняя
Зерста 90	4,2	4,9	4,6
Зерста 97	5,8	6,0	5,9
Аюшка	4,5	4,2	4,4
Круста	5,1	5,5	5,3
Наран		4,4	
Хазене 28	3,8	4,1	3,9
Орловское	4,2	4,4	4,3
Зерноградское 88	6,9	6,6	6,7
Зерноградское 53	5,7	2,8	
Великан	3,6		
Лучистое	3,7		
Ким	4,4		
$НСР_{0,5}$	0,16	0,18	

Наиболее урожайными сортами зернового сорго были Зерноградское 88, Зерста 97, Круста (табл. 1). У всех изученных сортов зерно из метелок не осыпалось, полегания растений не отмечали. Более урожайным сортом сахарного сорго был Калаус (табл. 2), зеленая масса которого превышала величину этого показателя у остальных минимум в 2 раза, а высота растений достигала 4,5-5,3 м.

2. Урожайность зеленой массы сахарного сорго, т/га

Сорт	2015 г.	2016 г.	Средняя
Калаус	130,0	156,5	143,2
Алга	32,0	41,0	36,5
Галия	45,0	56,4	50,7
Ларец	46,0	38,2	43,1
Ярик	80,0	75,0	77,5
Ставропольское 36	30,0	36,0	33,0
$НСР_{0,5}$	2,10	2,52	

Биологическая ценность зерна сорго определяется высоким содержанием крахмала и белка, которое в нашем опыте варьировало от 61,3 до 75,6 % и от 11,2 до 14,3 % соответственно с наибольшими величинами этих показателей у сортов Зерноградское 53 и Ким (табл. 3). Последний из них, кроме того, отличался самым высоким содержанием азота и клетчатки.

3. Качество зернового сорго, % (содержание в зерне)

Показатель	Среднее	min	max
Крахмал	68,5	61,3 (Ким)	75,6 (Зерноградское 53)
Белок	12,2	11,2 (Наран)	14,3 (Ким)
Азот	2,8	2,4 (Великан)	3,1 (Ким)
Клетчатка	2,3	1,4 (Наран)	3,6 (Ким)
Жир	3,2	2,8 (Зерноградское 53)	3,4 (Великан)

4. Влияние последействия выращивания сорго на физические свойства почвы

Глубина отбора, см	Плотность, г/см³		$НСР_{0,5}$
	исходная	после двухлетнего выращивания сорго	
0-20	1,72	1,47	0,18
20-40	1,91	1,80	0,15
40-60	1,70	1,61	0,05
60-80	1,60	1,59	0,08
80-100	1,63	1,56	0,05
100-120	1,57	1,58	0,07
120-140	1,60	1,60	0,10

Несмотря на то, что процесс минерализации корневых остатков, способствующий формированию межпорового пространства, занимает несколько лет, по результатам анализа после двухлетнего выращивания сорго установлена тенденция снижения плотности почвы по профилю (табл. 4), а в слоях 0-20, 40-60 и 80-100 см она уменьшалась достоверно.

На тяжелых по механическому составу дельтовых почвах региона при среднем содержании гумуса 3,5 % ущерб от сильного уплотнения (> 1,45 г/см³) [3, 4] в относительном стоимостном выражении на пашне может достигать 10-12 % [17]. Снижая плотность почвы по профилю сорговые культуры способствуют устранению развития процессов физической деградации.

Таким образом, стабильная продуктивность и высокий фитомелиоративный потенциал сорго делают эту культуру перспективной для интенсификации адаптивного растениеводства. Среди изученных сортов зернового сорго наиболее урожайными были Зерноградское 88 (6,7 т/га), Зерста 97 (5,9 т/га), Круста (5,3 т/га), сахарного сорго – Калаус (143,2 т/га зеленной массы).

Двухлетнее выращивание сорго способствовало достоверному снижению плотности почвы на глубине 0-20, 40-60 и 30-100 см, а в остальных слоях отмечена тенденция к ее уменьшению.

Литература.

1. Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота: материалы Всероссийской научной конференции, 13-14 мая 2008 г. М.: Почвенный институт им. В. В. Докучаева, 2008. 404 с.

2. Рынок АПК. № 5 (19) Май 2005. М.: Агенство Агрофакт, С. 25.

3. Почвы Краснодарского края, их использования и охрана / В.Ф. Вальков, Ю.А. Штомпель, И.Т. Трубилин и др. Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ, 1996. 358 с.

4. Власенко В.П. Изменения агрофизических свойств почв пашни в низменно-западных агроландшафтах Западного Предкавказья: автореф. дис. … канд. с.-х. наук. Краснодар, 2005. 25 с.

5. Чекмарев П.А. Агрохимическое состояние пахотных почв ЦЧО России // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 9. С. 17–20.

6. Сокаев К.Е., Бестаев В.В. Динамика плодородия почв Республики Северная Осетия // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 12. С. 56–60.

7. Саидов М.М., Новиков Г.А., Молчанов Е.М. Агрохимический мониторинг почв земель сельскохозяйственного назначения в Тульской области // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 12. С. 51–55.

8. Мониторинг агрохимических показателей почв Липецкой области / П.А. Чекмарев, Ю.И. Сискевич, Н.С. Бровченко и др. //Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 8. С. 9–16.

9. Горшкова Н.В. Гумусное состояние черноземов Юга Европейской России: автореф. дис. … канд. биол. наук. М., 1995. 22 с.

10. Малиновский Б.Н. Сорго на Северном Кавказе. Ростов-на-Дону: РГУ, 1992. 202 с.

11. Шепель Н.А. Сорго. Волгоград: Комитет по печати, 1994. 449 с.

12. Сорго (селекция, семеноводство, технология, экономика) / А.В. Алабушев, Л.Н. Анипенко, Н.Г. Гурский и др. Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2003. 368 с.

13. Белоусов В.С. Реабилитация почв орошаемой зоны юга России с помощью сорговых культур. Проблема мелиорации орошаемого земледелия Юга России. М.: ВАСХНИЛ, 2001. С. 484–491.

14. Филимонова Т.Е. Методика полевого агрохимического эксперимента на мелиорированном ландшафте. Современные проблемы опытного дела. СПб., 2000. Т. 1. С. 150–155.

15. Методические указания по проведению комплестного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. М.: ФГНУ «Ростининформагротех», 2003. 240 с.

16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.

17. Природно-техногенное воздействия на земельный фонд России и страхование имущественных интересов участников земельного рынка. М.: РСХА, Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Госкомзем РФ, 2000. 251 с.

Production Efficiency and Vegetative Reclamation Potential of Sorghum in Western Ciscaucasia

S.V. Kizinek[1], A.A Cvacha[1], N.A. Nazarov[1], V.S. Belousov[2], V.V. Taranenko[2], A.B. Volodin[3]

[1]A.I. Maystrenko FGUPPR "Krasnoarmeysky", ul. Krasnaya, 33, pos. Oktyabr'skii, Krasnodarskii krai, 353814, Russian Federation

[2]All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection, Krasnodar, p/o 39, 350039, Russian Federation

[3]Stavropol Agricultural Research Institute, ul. Nikonova, 49, Mikhailovsk, Stavropol'skii krai, 356241, Russian Federation

Abstract. *The main region of rice cultivation in the Russian Federation is the ancient delta of the Kuban River, which is currently one of the most anthropogenically changed landscape. The soil cover of this zone is variegated and contrasting with the predominance of low thick, gleyed and saline soils of meadow type. Currently, it is characterized by an increase in the areas of compacted and saline soils. The fertility of soils is reproduced and regulated by the plant community, and in this respect, sorghum cultures have very pronounced environment-forming abilities, primarily reducing the processes of physical degradation of the soil profile. Primarily, this is due to a powerful root system, penetrating, regardless of soil conditions, to a depth of 2.0–2.5 m. The mineralization of the root residues to 80 t/ha extends the inter-porous space, reducing the bulk density, increases water stability of the structure, reduces salinity. In order to fully investigate sorghum cultures, used in the world practice for the rehabilitation of ameliorated landscapes, we examined domestic varieties of grain and forage sorghum in production experiments under delta conditions of Western Ciscaucasia. We tested grain sorghum 'Zersta 90', 'Zersta 97', 'Ayushka', 'Krusta', 'Naran', 'Khazene 28', 'Orlovskoye', 'Zernogradskoe 53', 'Zernogradskoe 88', 'Velikan', 'Luchistoe', 'Kim' and sugar sorghum 'Kalaus', 'Alga', 'Galia', 'Larets', 'Yarik', 'Stavropolskoe 36'. All these varieties have high and stable productivity, which does not depend on the characteristics of the growing season. With minimal technological costs, the grain yield was 3.6–6.9 t/ha. The average value of starch content in grain is 68.5%, protein – 12.2%, nitrogen – 2.8%, fiber – 2.3%, fat – 3.2%. With a two-year growing of sorghum crops, the tendency of a decrease in the bulk density along the profile is traced, which leads to an increase in soil porosity and the amount of available moisture. The yield of the green mass of sugar sorghum was 33.0–143.2 t/ha. The high productivity of sorghum crops, their significant vegetative reclamation potential should be used in the intensification of adaptive plant growing.*

Keywords: *sorghum crops; yield; grain quality; soil density; productivity.*

Author Details: *S.V. Kizinek, D. Sc. (Agr.), director (e-mail: zgpzhzs@mail); A.A. Cvacha, chief agronomist; N.A. Nazarov, agronomist of division; V.S. Belousov, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow; V.V. Taranenko, Cand. Sc. (Agr.) (e-mail: anzhela.taranenko@mail.ru); A.B. Volodin, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow (e-mail: sniish@mail.ru).*

For citation: *Kizinek S.V., Cvacha A.A, Nazarov N.A., Belousov V.S., Taranenko V.V., Volodin A.B. Production Efficiency and Vegetative Reclamation Potential of Sorghum in Western Ciscaucasia. Zemledelie. 2018. No. 1. Pp. 32-34 (in Russ.).*

УДК 631.1:631.582:551.583

Использование соломы зерновых культур с *Humicola fuscoatra* ВНИИСС 016 для повышения продуктивности культур зернопаропропашного севооборота

И.В. ЧЕРЕПУХИНА, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник[1], ассистент[2] (e-mail: icherepukhina@gmail.com)
Н.В. БЕЗЛЕР, доктор сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией[1], профессор[2]
[1]Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова, пос. ВНИИСС, 86, Рамонский р-н, Воронежская обл., 396030, Российская Федерация
[2]Воронежский государственный университет, пл. Университетская, 1, Воронеж, 394018, Российская Федерация

С целью повышения продуктивности культур зернопаропропашного севооборота в 2014-2016 гг. проводили исследования по изучению трансформации соломы зерновых культур. Для ускорения ее разложения использовали аборигенный штамм целлюлозолитического микромицета Humicola fuscoatra ВНИИСС 016, выделенный из чернозема выщелоченного во Всероссийском научно-исследовательском институте сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова. По результатам лабораторного опыта установлено, что его применение увеличивало скорость разложения соломы озимой пшеницы на 44,9 % и соломы ячменя на 56,0 %, по сравнению с контролем. В ходе исследований, проведенных в многолетнем полевом опыте, выявлено, что при запашке в почву соломы двух видов зерновых культур совместно с дополнительными компонентами (в виде целлюлозолитического микромицета Humicola fuscoatra ВНИИСС 016, азотного удобрения и питательной добавки – патоки) площадь листовой поверхности сахарной свеклы увеличивалась на 39,0 %, по сравнению с контролем с внесением одной соломы – на 29,6 %, соломы с азотным удобрением – на 21,8 %. В соответствии с увеличением площади листьев повышался и коэффициент продуктивности фотосинтеза, что сказывалось на продуктивности сахарной свеклы: прибавка урожая составила 10,1 т/га, в сравнении с применением одной соломы, и 8,1 т/га с запашкой соломы с азотным удобрением. Последействие трансформации соломы способствовало повышению продуктивности озимой пшеницы и ячменя. Прибавка урожая при этом составляла 8,3 и 6,3 ц/га, относительно внесения одной соломы, 7,4 и 4,3 ц/га – использования соломы с минеральным азотным удобрением.

Ключевые слова: *солома зерновых культур, биологические препараты, целлюлозолитический микромицет Humicola fuscoatra ВНИИСС 016, зернопаропропашной севооборот, урожайность сахарной свёклы, озимой пшеницы и ячменя.*

Для цитирования: *Черепухина И.В., Безлер Н.В. Использование соломы зерновых культур с Humicola fuscoatra ВНИИСС 016 для повышения продуктивности культур зернопаропропашного севооборота // Земледелие. 2018. № 1. С. 35-39.*

В результате интенсивного использования почвы теряют значительное количество гумуса и необходимых растениям элементов минерального питания, при этом снижается их потенциальное и эффективное плодородие. Дефицит органического вещества можно компенсировать правильным построением севооборотов и использованием нетоварной части урожая зерновых культур в качестве органического удобрения, что служит важным фактором биологизации земледелия.

В последние годы происходит постепенное восстановление отрасли животноводства – Воронежская область занимает второе место среди регионов РФ по темпам наращивания численности КРС. Вместе с мясным направлением широкое распространение получает и отрасль молочного скотоводства. В целом, по области насчитывается 465,7 тыс. голов КРС, в том числе 175,2 тыс. коров, для такого количества животных требуется около 0,57 млн т соломы [1]. В хозяйствах области ежегодно остается 2,4 млн т соломы озимой пшеницы и 1,1 млн т соломы ячменя, из которых лишь 16,3 % будут использованы на корм. В связи с этим, оставшийся объем побочной продукции может обеспечить ежегодное восполнение запасов органического вещества пахотных земель.

Как известно, оставлять излишки соломы на полях выгодно и в экономическом плане, так как нет затрат на её уборку, поэтому измельчение и разбрасывание соломы комбайнами может быть наиболее выгодным способом пополнения почвы органическим веществом [2].

Многочисленными исследованиями установлено, что использование соломы в дозе 4 т/га обеспечивает поступление в почву около 1800 кг углерода, 20 кг азота, 8 кг фосфора, 36 кг калия, а также кальция, магния, серы и микроэлементов. Однако при разложении соломы могут происходить и негативные процессы: иммобилизация азота из-за широкого соотношения C:N (70-90:1), а также выделение токсичных органических кислот. Избежать этих последствий можно при использовании микробиологических препаратов, ускоряющих ее разложение [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9].

Существует две группы препаратов-деструкторов: первая – ферментные препараты, ускоряющие процесс химической реакции деструкции органических соединений, вторая – биопрепараты на основе живых микроорганизмов, которые обладают высокой активностью и обеспечивают быстрое разложение растительных остатков. Довольно часто такие микроорганизмы используют на определенных типах почв, для которых они являются аборигенными.

Одним из первых биопрепаратов на основе эффективных штаммов микроорганизмов на российском рынке был Байкал ЭМ1. Его внесение в дозе 3 л/га ускоряет разложение соломы в почве на 50 %, однако в большинстве случаев этот препарат используют в качестве самостоятельного микробиологического удобрения [10]. Другой известный препарат – Триходермин на основе штамма вида *Trichoderma lignorum* [11]. Препарат СТИМИКС®НИВА содержит в своем составе как грибную, так и бактериальную микрофлору, применяют в нескольких регионах России в различных почвенно-климатических условиях, в отличие от биопрепарата Баркон, который используют на дерново-подзолитстых почвах [12]. В Краснодарском крае широко внедряют технологию на основе Гумификатора, который ускоряет разложение растительных остатков зерновых культур [13]. В Курской области при обработке соломы озимой пшеницы микробиологическими препаратами Гуапсин+ и Трихофит+ степень разложения соломы повышается до 63,3 % и 79,4 % соответственно [14]. В Среднем Поволжье используют биоорганическую систему удобрения, предусматривающую обработку соломы озимой пшеницы препаратом АКРАМ [15]. При исследование препарата Экстрасол, воздействующего на деструкцию соломы на дерново-подзолистой почве, установлено увеличение общей численности основных функциональных групп микроорганизмов и целлюлазной активности более чем в 3 раза [16].

Однако каждый тип почвы отличается присущей ему структурой микробного сообщества, поэтому применение микробиологических препаратов не должно нарушать естественных взаимодействий микроорганизмов, сформировавшихся в процессе почвообразования.

Во Всероссийском научно-исследовательском институте сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова в лаборатории эколого-микробиологических исследований почвы из чернозема выщелоченного был выделен аборигенный штамм целлюлозолитического микромицета *Humicola fuscoatra* ВНИИСС 016, обладающий высокой активностью. Лабораторные опыты показали, что его использование приводит к ускорению разложения соломы на 50 % [17, 18]. В дальнейших исследованиях было установлено положительное влияние интродуцированного целлюлозолитического микромицета на развитие различных эколого-трофических и физиологических групп микробного сообщества чернозема выщелоченного, активность почвенных ферментов, принимающих участие в круговороте соединений азота и углерода, а также накопление специфического органического вещества почвы – гумуса. Опыты с соломой озимой пшеницы проводили в 2007-2009 гг., с соломой ячменя – в 2009-2012 гг. при норме ее внесения 4 т/га [19, 20]. Однако в производственных условиях на полях зернопаропропашного севооборота, наименее энергозатратным может быть использование двух видов соломы в количестве, которое остается после уборки.

Цель наших исследований – обоснование возможности применения аборигенного штамма целлюлозолитического микромицета (*Humicola fuscoatra* ВНИИСС 016) на черноземе выщелоченном в зернопаропропашном севообороте для ускорения деструкции оставшейся после уборки соломы и повышения урожайности культур.

Многолетний полевой опыт с запашкой соломы озимой пшеницы и ячменя в паровом звене зернопаропропашного севооборота (пар – озимая пшеница – сахарная свёкла – ячмень) был заложен на опытном поле ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова в 2011 г. Наблюдения и учеты проводили в 2014-2016 гг.

Метеоусловия в течение трех лет исследований были различны (табл. 1). В 2014 г. гидротермический коэффициент (ГТК) составил 0,78, что характеризует условия года как очень засушливые. Осадки выпадали лишь в первой декаде апреля и третьей декаде июня, что способствовало увеличению ГТК до 1,80 и 1,50.

В 2015 г. в начале вегетационного периода выпало 67,3 мм осадков, а ГТК в апреле составил 4,00. В июне и июле количество осадков увеличилось до 71,6 и 96,7 мм при средних температурах 21,6 и 21,8 °С.

Условия 2016 г. были наиболее благоприятными, что выразилось в увеличении ГТК до 1,8. Обильные осадки в апреле (136,8 мм) и мае (64,8 мм), а также не характерные для летних месяцев по 40,4 мм в июне и июле способствовали накоплению в почве достаточного количества влаги, что в сочетании с оптимальными температурными условиями благоприятно отразилось на всех почвенных процессах [20, 23, 24].

Общая площадь полевого опыта 1209,6 м^2, площадь делянки – 75,6 м^2, повторность – четырехкратная. Солому озимой пшеницы и ячменя вносили вручную после измельчения до размера, который соответствует производственным условиям уборки. Норма внесения – 4-5 т/га (количество соломы, оставшееся в поле, из расчета ее средней урожайности за 3 года). Схема опыта включала следующие варианты: контроль (без внесения соломы); солома озимой пшеницы и ячменя (в соответствии с севооборотом); солома + азотное удобрение (солома + N); солома + азотное удобрение + *Humicola fuscoatra* ВНИИСС 016 + патока (солома + N + *Hum.fusc.* + ПК).

Минеральное удобрение, содержащее азот (азофоска), вносили вручную в дозе 40 кг д.в. на 1 га. В качестве питательной добавки (ПК) (1:1000) использовали патоку, вносили ее с помощью ранцевого опрыскивателя из расчета 200 л/га. Целлюлозолитический микромицет вносили на делянки в виде инокулюма, предварительное компостирование проводили согласно методу инфицирования почвы [21].

Технология возделывания озимой пшеницы, сахарной свёклы и ячменя общепринятая для ЦЧР.

Содержание хлорофилла в листовой пластинке сахарной свёклы измеряли 21.07.2014 г., 24.07.2015 г. и 28.07.2016 г. с помощью N-тестера (UARA). Показатели представляли в единицах N-тестера. Замеры вели в четырехкратной повторности (по 30 растений в каждой). Коэффициент продуктивности фотосинтеза (Кпф) выражали отношением фотосинтетической активности по N-тестеру к площади листовой поверхности S:

$Кпф = (X \times Sк)/(100 \times Кп)$,

где *Кпф* – коэффициент продуктивности фотосинтеза;

X – показатель N-тестера;

Sк – площадь листовой поверхности;

Кп – средняя площадь листовой поверхности.

Биологическую урожайность корнеплодов сахарной свеклы учитывали согласно «Методике исследований по сахарной свекле» [22].

Отбор проб проводили пробными площадками поделяночно вручную с последующим взвешиванием. Урожайность (У) в вариантах определяли с пересчетом на 1 га:

$У = М \times Г$,

где *М* – средняя масса стандартного корнеплода, г;

Г – густота насаждения растений, шт./га.

Сахаристость и технологические качества корнеплодов определяли на автоматической линии VENEMA.

Озимую пшеницу и ячмень убирали с учетных делянок с последующим взвешиванием, кроме того, учитывали некоторые показатели продуктивности.

Лабораторные эксперименты осуществляли в трехкратной повторности в моделируемых условиях, приближенных к полевым. Схема опыта включала следующие варианты: солома (контроль); солома + N; солома + N + *Hum. fusc.* + ПК. Остатки соломы после уборки урожая измельчали и помещали в чашки Петри по 4 г, затем добавляли согласно схеме опыта азотное удобрение и целлюлозолитический микромицет, затем увлажняли до 60 % ППВ и оставляли в термостате на 2 месяца [17].

Статистическую обработку результатов проводили методом дисперсионного анализа с помощью пакета Microsoft Excel.

Для выявления степени влияния штамма *Humicola fuscoatra* на скорость разложения соломы озимой пшеницы и ячменя в лабораторных условиях проводили опыт по изучению динамики убыли ее массы, в результате чего установили, что солома озимой пшеницы без дополнительных компонентов потеряла 0,86 г (из исходных 4 г), при добавлении к соломе азотного удобрения – 1,03 г, а при использовании *Humicola fuscoatra* – 1,49 г. При разложении соломы ячменя направленность процесса осталась такой же, а потери массы составили соответственно 0,82, 1,06 и 1,13 г.

Если рассматривать процесс в динамике, то в первую и вторую неделю эксперимента масса соломы озимой пшеницы увеличивалась на 1,42 и 0,99 %

1. Гидротермический коэффициент

Год	Месяц						за вегетационный период
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	
2014	1,80	0,70	1,50	0,05	0,55	0,08	0,78
2015	4,00	0,75	1,10	1,50	0,33	0,32	1,33
2016	6,10	1,30	0,70	0,50	1,00	1,20	1,80

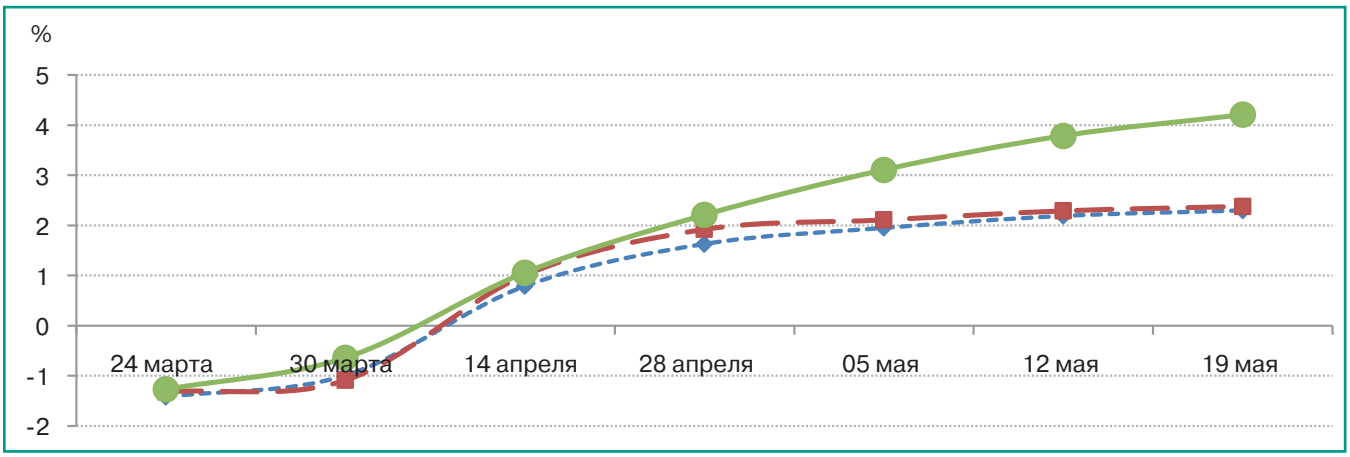


Рис. 1. *Убыль массы соломы озимой пшеницы ($НСР_{05}$ = 0,19, среднее за 2015-2016 гг.): – солома; – солома + N; – солома + Hum.fusc.+ ПК.*

(одна солома); 1,32 и 1,09 % (солома + N); 1,27 и 0,64 % (солома + *Humicola fuscoatra*) соответственно (рис. 1). Это происходило при сочетании благоприятных условий – оптимального увлажнения и температуры, а также в связи с тем, что субстрат не был стерильным, и часть бактериальной микрофлоры путем поглощения углекислого газа и азота воздуха способствовала увеличению его массы. Затем разложение целлюлозолитическим микромицетом опережало все остальные процессы.

Спустя месяц отмечали некоторое увеличение скорости разложения соломы при внесении ее с азотным удобрением и значительное превышение величины этого показателя в варианте с целлюлозолитическим микромицетом.

Через два месяца мы установили, что добавление к соломе азота стимулирует процесс ее трансформации, так как она разлагалась быстрее на 41,5 %, чем одна солома, а добавление к ней аборигенного штамма микромицета ускоряло процесс на 48,3 %.

Солома ячменя без дополнительных компонентов в первые две недели опыта также набирала в массе, но, в отличие от соломы озимой пшеницы, при добавлении азота она потеряла 0,26 г, целлюлозолитического микромицета – 0,71 г (рис. 2). В дальнейшем скорость разложения увеличивалась в следующем ряду: солома → солома+N, где скорость была выше на 26,7 % → солома+N+*Humicola fuscoatra* (на 85,3 %).

Развитие микромицетов может отрицательно отразиться на развитии болезней грибной этимологии на проростках семян и корнях растений сахарной свёклы. Корнеед поражает их на ранних стадиях развития в период от прорастания семян до образования второй пары настоящих листьев. Распространенность заболевания в контроле составила 9,33 %, при использовании одной соломы – 7,74 % (табл. 2). Наибольшая его распространенность отмечена при запашке соломы с азотным удобрением – 16,1 %, что было выше, чем в контрольном варианте на 6,67 %.

Совместное внесение соломы и дополнительных компонентов препятствовало развитию заболевания. Интенсивность развития корнееда в этом варианте была ниже на 57,2 %, по сравнению с контролем, на 52,3 % – относительно запашки одной соломы, на 77,9 % – соломы с азотным удобрением.

В ходе исследований было выявлено, что наибольшая площадь листьев сахарной свёклы в середине периода вегетации формируется при использовании соломы с целлюлозолитическим микромицетом. Она была выше, чем в контроле, на 39,0 %, в варианте с внесением одной соломы – на 29,6 %, соломы с азотным удобрением – на 21,8 % (табл. 3).

Показатели N-тестера при запашке соломы с дополнительными компонентами превышали контроль на 58,3 ед. В результате этого коэффициент продуктивности фотосинтеза составил 7,00 (в контроле – 3,99). Это свидетельствует об усилении фотосинтетических процессов, что отразилось на продуктивности культуры.

Урожайность сахарной свеклы в контроле составила 28,7 т/га корнеплодов, запашка соломы привела к появлению тенденции увеличения до 30,4 т/га. Из-за большой пораженности корнеедом в начальный период роста растений сахарной свеклы, несмотря на применение минерального азотного удобрения с соломой зерновых культур, урожайность в этом варианте составила 32,4 т/га.

В связи с накоплением азотных и гумусных соединений в почве при внесении соломы с дополнительными компонентами сбор корнеплодов сахарной свеклы составил 40,5 т/га,

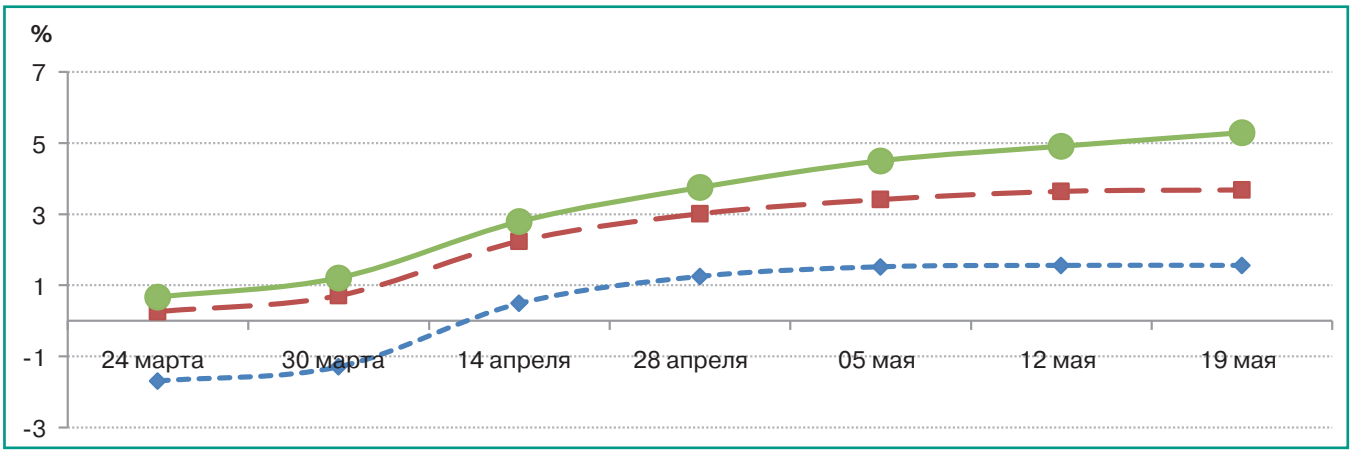


Рис. 2. *Убыль массы соломы ячменя ($НСР_{05}$ = 0,21, среднее за 2015-2016 гг.) – солома; – солома + N; – солома + Hum.fusc.+ ПК.*

2. Влияние запашки соломы на рапростаненность и интенсивность развитие корнееда сахарной свеклы, % (среднее за 2014-2016 гг.)

Вариант	Распространенность	Интенсивность развития
Контроль	9,33	4,67
Солома	7,74	4,19
Солома+N	16,1	9,06
Солома+N+*Hum.fusc.*.+ПК	2,67	2,00
$НСР_{05}$	8,49	2,99

что выше контроля на 29,1 %, заделки одной соломы – на 24,9, соломы с азотным удобрением – на 20,0 %.

Использование целлюлозолитического микромицета для разложения плодородия почвы, на 30,5 %, в сравнении с внесением одной соломы, на 35,6 % и относительно варианта с добавлением к соломе с азотного удобрения – на 24,3 %.

3. Коэффициент продуктивности фотосинтеза сахарной свёклы при запашке соломы зерновых культур (среднее за 2014-2016 гг.)

Вариант	Площадь листа, см^2	N-тестер	Коэффициент продуктивности фотосинтеза	Урожайность, т/га	Сахаристость, %
Контроль	133,8	492,0	3,99	28,7	18,6
Солома	154,3	442,5	3,98	30,4	18,6
Солома+N	171,6	496,7	5,06	32,4	18,0
Солома+N+*Hum. fusc.*+ПК	219,3	548,3	7,00	40,5	18,7
$НСР_{05}$	36,0	39,5	0,21	2,7	0,3

соломы способствовало появлению тенденции улучшения всех исследованных показателей продуктивности озимой пшеницы (табл. 4).

Таким образом, солома двух видов зерновых культур, внесенная в почву в соответствии с севооборотом, совместно с аборигенным штаммом

4. Влияние запашки соломы зерновых культур на продуктивность озимой пшеницы (среднее за 2014-2016 гг.)

Вариант	Количество зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га
Контроль	29,0	32,5	22,8
Солома	28,6	34,0	21,4
Солома+N	31,2	34,5	22,3
Солома+N+*Hum.fusc.*+ПК	32,1	36,1	29,7
$НСР_{05}$	2,0	4,0	5,5

Так, количество зерен в колосе составило 32,1 шт. против 29,0 шт. в контроле; масса 1000 зерен – 36,1 г, что превышало контроль на 3,6 г. На фоне улучшения некоторых показателей продуктивности культуры была получена и достоверная прибавка урожая озимой пшеницы: в сравнении с контролем – 6,9 ц/га, с использованием соломы без дополнительных компонентов – 8,3, соломы с азотом – 7,4 ц/га.

Аналогичные результаты были получены и при возделывании ячменя: урожайность культуры без удобрений составила 12,3 ц/га, внесение одной соломы способствовало ее снижению на 0,9 ц/га, запашка соломы с азотным удобрением увеличила сбор зерна на 1,1 ц/га (табл. 5).

Использование целлюлозолитического микромицета с соломой зерновых культур повысило урожайность, по сравнению с фоном естественного целлюлозолитического микромицета (*Humicola fuscoatra* ВНИИСС 016), азотным удобрением и питательной добавкой разлагается с большей скоростью, чем собственно солома или солома с азотным удобрением (в среднем на 33,9 %). Кроме того, в лабораторном опыте подтверждено, что солома озимой пшеницы разлагается медленнее, чем солома ячменя, на 39,7 %. Однако использование соломы этих видов совместно с *Humicola fuscoatra* в севообороте способствует улучшению некоторых характеристик сахарной свеклы, в частности, более активному развитию листового аппарата и росту интенсивности фотосинтетических процессов. При этом урожайность культуры повышается на 11,7 т/га. В результате последействия трансформации соломы с дополнительными компонентами отмечено увеличение продуктивности и других культур севооборота. Озимая пшеница при внесении соломы и целлюлозолитического микромицета развивается лучше, чем при запашке одной соломы на 27,9 %, а при внесении соломы и азотного удобрения – на 24,9 %, ячмень – соответственно на 35,6 и 24,3 %. Поэтому представляется перспективным использование соломы двух видов зерновых культур совместно с *Humicola fuscoatra ВНИИС 016* в зернопаропропашном севообороте для повышения продуктивности всех последующих после запашки культур.

5. Влияние запашки соломы на урожайность ярового ячменя (среднее за 2014-2016 гг.)

Вариант	Количество зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га
Контроль	15,8	41,7	12,3
Солома	16,1	40,0	11,4
Солома+N	17,2	40,9	13,4
Солома+N+*Hum.fusc.*+ПК	18,1	43,7	17,7
$НСР_{05}$	0,3	3,8	3,9

Литература.

1. Воронежская область в цифрах // Статистический сборник. Воронеж: Воронежстат, 2015. 80 с.
2. Применение соломы зерновых культур на удобрение в Томской области (рекомендации). Томск: ГНУ СибНИИТ СО РАСХН., 2004. 10 с.
3. Кольбе Г., Штумпе Г. Солома как удобрение. М.: Колос, 1972. 88 с.
4. Верниченко Л.Ю., Мишустин Е.Н. Влияние соломы на почвенные процессы и урожай сельскохозяйственных культур // Использование соломы как органического удобрения. М.: Наука, 1980. С. 3–24.
5. Дедов А.В. Воспроизводство органического вещества почвы в земледелии ЦЧР: автореф. … дисс. докт. с.-х. наук. Воронеж, 2000. 46 с.
6. Емцев В.Т., Ницэ Л.К. Влияние соломы на микробиологические процессы в почве при ее использовании в качестве органического удобрения // Использование соломы как органического удобрения. М.: Наука, 1980. С. 70–99.
7. Коржов С.И. Эффективность пожнивной сидерации и внесения соломы под сахарную свеклу // Сахарная свекла. 2007. № 6. С. 9–12.
8. Лобков В.Т. Почвоутомление при выращивании полевых культур. М.: Колос, 1994. 112 с.
9. Пшебельский В.В., Гаврилюк М.С. Солома озимых культур как органическое удобрение в свекловичном севообороте // Использование соломы как органического удобрения. М.: Наука, 1980. С. 186–192.
10. Сергеев Г.Я., Каверович В.В., Костенко Т.А. Влияние препарата Байкал ЭМ-1 на скорость разложения соломы // Земледелие. 2006. № 4. С. 14–15.
11. Бирюков Е.В. Возможность применения биопрепарата Триходермин в качестве микробиологического удобрения в условиях Тамбовской области // Вопросы современной науки и практики. 2008. № 1 (11). Т. 1. С. 84–92.
12. Русакова И.В., Воробьев Н.И. Влияние биопрепарата Баркон на процесс гумификации соломы // Агрохимия. 2011. № 1. С. 48–55.
13. Харченко А.Г., Калмыков И.Ф. Солома на поле – к урожаю! [Электронный ресурс]. URL: http:http://stimix.ru/produkciya/132-stimiksniva.html (дата обращения: 16.01.2017).
14. Справка о влиянии препаратов «Гуапсин плюс» и «Трихофит плюс» на раз-

ложение соломы ООО «Агротехнологии» Россия, г. Курск [Электронный ресурс]. URL: http://zashchita-rastenij.ru/primenenie-bio-preparatov/razlozhenie-solomy.html (дата обращения: 17.01.2017).

15. Нарушева Е.А., Нарушев В.Б. Использование органоминеральной и биоорганической систем удобрения при выращивании гречихи в Среднем Поволжье // АгроЭкоИнфо. 2014. № 2. [Электронный ресурс]. URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2014/2/st_10.doc (дата обращения: 17.01.2017).

16. Русакова И.В., Московкин В.В. Изучение эффективности инокуляции соломы ячменя микробиологическими препаратами // Международный Научно-исследовательский журнал. 2015. Вып. № 6 (37). Ч. 2. С. 58–61.

17. Колесникова М.В., Безлер Н.В., Агапов Б.Л. Формирование плодородия чернозема выщелоченного при интродукции аборигенного штамма целлюлозолитического микромицета и дополнительных компонентов при запашке соломы озимой пшеницы // Агрохимия. 2014. № 8. С. 17–25.

18. Безлер Н.В., Черепухина И.В. Запашка соломы ячменя и продуктивность культур в зернопаропропашном севообороте // Земледелие. 2013. № 4. С. 11–13.

19. Колесникова М.В. Продуктивность сахарной свеклы в зависимости от разложения соломы озимой пшеницы под воздействием микромицетов-целлюлозолитиков : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Рамонь, 2009. 24 с.

20. Черепухина И.В., Безлер Н.В. Микробиологические и биохимические процессы в почве при запашке соломы. Саарбрюккен: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. 174 с.

21. Кирай З., Клемент З., Вереш И. Методы фитопатологии. М.: Колос, 1974. 344 с.

22. Методика исследований по сахарной свекле. Киев: ВНИС, 1986. 292 с.

23. Безлер Н.В., Черепухина И.В., Колесникова М.В., Жуйкова И.Ю. Процессы гумусообразования в черноземе выщелоченном после запашки соломы зерновых культур // Сахарная свекла, 2016. № 5. С. 8–11.

24. Безлер Н.В., Черепухина И.В. Некоторые биокаталитические процессы в почве при использовании в качестве органического удобрения соломы // Плодородие. 2012. № 3. С. 32–34.

Application of Straw of Grain Crops with *Humicola fuscoatra* VNIISS 016 to Increase the Productivity of Crops in a Grain-Fallow-Row Crop Rotation

I.V. Cherepukhina[1,2], N.V. Bezler[1,2]
[1]A.L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar, pos. VNIISS, 86, Ramonskii r-n, Voronezhskaya obl., 396030, Russian Federation
[2]Voronezh State University, pl. Universitetskaya, 1, Voronezh, 394018, Russian Federation

Abstract. *We carried out the investigations on the transformation of straw of cereals in 2014–2016 in order to increase the productivity of crops in a grain-fallow-row crop rotation. To accelerate its decomposition, a native strain of the cellulosolytic micromycete Humicola fuscoatra VNIISS 016 was used, which had been isolated from the chernozem leached in the A.L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar. According to the results of laboratory experiments, it was found that its application increases the rate of decomposition of winter wheat straw by 44.9% and barley straw by 56.0%. In the course of the studies conducted in a long-term field experiment, it was found that when two types of straw of grain crops were plowed into the soil, together with additional components (in the form of the cellulosolytic micromycete Humicola fuscoatra VNIISS 016, nitrogen fertilizer and a nutrient additive – molasses) the leaf surface of sugar beet increased by 39.0%, in comparison with the control. The plowing of straw only increased the value of this index by 29.6%, of straw with nitrogen fertilizer – by 21.8%, in comparison with the control. In accordance with the increase in the area of leaves, the photosynthetic productivity coefficient also grew, which affected the productivity of sugar beet: the yield increase was 10.1 t/ha, compared with the use of straw and 8.1 t/ha in comparison with the plowing of straw with nitrogen fertilizer. The aftereffect of straw transformation contributed to an increase in the productivity of winter wheat and barley. The yield gain at that was 0.83 and 0.63 t/ha in comparison with the application of straw only; 0.74 and 0.43 t/ha – of straw with mineral nitrogen fertilizer.*

Keywords: *straw of cereals; biological preparations; celluloselytic micromycete Humicola fuscoatra VNIISS 016; grain-fallow-row crop rotation; productivity of sugar beet, winter wheat, and barley.*

Author Details: *I.V. Cherepukhina, Cand. Sc. (Biol.), senior research fellow, assist (e-mail: icherepukhina@gmail.com); N.V. Bezler, D. Sc. (Agr.), head of laboratory, prof.*

For citation: *Cherepukhina I.V., Bezler N.V. Application of Straw of Grain Crops with Humicola fuscoatra VNIISS 016 to Increase the Productivity of Crops in a Grain-Fallow-Row Crop Rotation. Zemledelie. 2018. No. 1. Pp. 35-39 (in Russ.).*

Требования к оформлению статей в журнале «Земледелие»

В статье должно быть кратко изложено состояние дел по изучаемой проблеме со ссылками на публикации (желательно не менее трех ссылок). Затем указаны цели, задачи, условия и методы исследований. Подробно представлены результаты экспериментов и их анализ. Сделаны выводы и даны предложения производству.

Вместе со статьей должны быть представлены перевод названия на английский язык; аннотация (200-250 слов) на русском и английском языках; ключевые слова на русском и английском языках; полные почтовые адреса всех учреждений, в которых работают авторы, на русском и английском языке; ученые степени и должности авторов на русском и английском языке код УДК; библиографический список.

В тексте ссылка на источник отмечается соответствующей цифрой в квадратных скобках в порядке цитирования. В списке литературы приводятся только те источники, на которые есть ссылка в тексте. Использование цитат без указания источника информации запрещается.

Материал для подачи в журнал набирается в текстовом редакторе Word версия не ниже 97 файл с расширением *.rtf.

Объем публикации 12-16 стр. машинописного текста набранного шрифтом Times New Roman, размер кегля 14 с полуторным интервалом. На 2,5 страницы текста допускается не более 1 рисунка или таблицы.

Статьи необходимо направлять с сопроводительным письмом с указанием сведений об авторах (фамилия, имя, отчество – полностью, ученая степень, место работы и занимаемая должность) на русском и английском языке, контактных телефонов и адреса электронной почты для обратной связи.

На публикацию представляемых материалов необходимо письменное разрешение и рекомендация руководства организации, на средства которой проводились исследования. Его вместе с одним экземпляром рукописи, подписанным авторами, и статьей в электронном виде нужно отправлять по адресу: 101000, г. Москва, Мосчтамт, а/я 629, ООО «Редакция журнала «Земледелие». Для ускорения выхода в свет материалы в электронном виде можно направлять по адресу: jurzemledelie@yandex.ru.

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Несоответствие статьи по одному из перечисленных пунктов может служить основанием для отказа в публикации.

Все рукописи, содержащие сведения о результатах научных исследований, рецензируются, по итогам рецензирования принимается решение о целесообразности опубликования материалов.

Оценка эффективности применения регулятора роста растений АгроСтимул на картофеле*

Астраханская область отличается по климатическим показателям от других регионов России. Количество выпадающих осадков на фоне высоких температур (табл. 1) не позволяет выращивать в регионе сельскохозяйственные культуры без полива.

В связи с этим, в области на протяжении ряда лет распространяется технология капельного орошения, которое имеет ряд существенных преимуществ перед такими традиционными методами полива, как дождевание и поверхностное орошение. Полив осуществляется практически непрерывно (дозировано). Его частота и обильность регулируются в соответствии с потребностями растений. Растения легко получают влагу и питательные вещества в необходимом объеме. Решается вопрос оптимального водно-физического режима корнеобитаемой зоны в период интенсивного развития растений, что положительно сказывается на размерах и качестве урожая. На сегодняшний день это один из наиболее интенсивно развивающихся способов орошения.

1. Метеорологические условия вегетационного периода

Показатель	Месяц и декада											
	апрель				май				июнь			
	I	II	III	средняя	I	II	III	средняя	I	II	III	средняя
Температура воздуха, °С												
средняя многолетняя	8,8	11,4	13,6	11,3	15,8	18,1	19,7	17,9	21,8	23,2	23,5	22,9
2017 г.	8,8	12,5	11,1	10,8	18,2	16,6	18,0	17,6	20,0	21,0	24,2	21,7
Осадки, мм												
средние многолетние	5,0	6,0	7,0	18,0	7,0	7,0	6,0	20,0	7,0	7,0	14,0	27,0
2017 г.	12,0	12,7	9,2	33,9	1,7	23,0	0,0	24,7	5,4	4,3	1,7	11,4
Влажность воздуха,%												
средняя многолетняя	55,0	63,0	59,0	59,0	55,0	55,0	57,0	56,0	55,0	59,0	57,0	57,0
2017 г.	59,0	64,0	56,0	60,0	43,0	57,0	51,0	50,0	49,0	59,0	50,0	53,0

Начиная с 2012 г. в Российской Федерации проходит испытание регулятор роста растений АгроСтимул (регистрант ООО "АГРУСХИМ"), который применяют путем опрыскивания. Препарат представляет собой водную эмульсию с содержанием 50 г/л дигидрокверцетина, получаемого из древесины лиственницы даурской. Действующее вещество препарата способствует повышению устойчивости культурных растений к вредителям и неблагоприятным климатическим факторам. Кроме того, оно оказывает стимулирующее действие на иммунную систему растений, предотвращая и в значительной степени снижая их поражение грибными и бактериальными болезнями.

В 2017 г. ООО «АГРУСХИМ» приняло решение изучить эффективность применения регулятора роста растений АгроСтимул с поливной водой через систему капельного орошения. Исследования проводили в Харабалинском районе Астраханской области на картофеле сорта Ривьера. Опыт был заложен в трехкратной повторности на делянках учетной площадью 0,5 га.

2. Агрохимическая характеристика почвы опытного участка (слой, 0-20 см)

N, мг/кг почвы	P_2O5, мг/кг почвы	K_2O, мг/кг почвы	B, мг/кг почвы	Гумус,%	Реакция среды (pH)	Медь, мг/кг почвы	Цинк, мг/кг почвы	Марганец, мг/кг почвы	Кобальт, мг/кг почвы	Молибден, мг/кг почвы
17,7	89	358	0,65	0,9	8	0,44	0,49	22,8	0,07	0,11
<100 (очень низкое)	>61 (очень высокое)	301-400 (повышенное)	0,34-0,7 (среднее)	0,5-1 (очень низкая)	7,6-8,5 (слабощелочная)	<1,5 (низкое)	<0,7 (низкое)	>30 (низкое)	<1,0 (низкое)	0,11-0,22 (среднее)

Почва опытного участка – аллювиальная луговая насыщенная, среднесуглинистая. Согласно результатам агрохимического обследования, она характеризуется очень низкой степенью гумусированности, очень высоким и повышенным содержанием фосфора и калия (табл. 2). Обеспеченность

** Публикуется на правах рекламы.*

бором и молибденом средняя, остальными микроэлементами низкая. Реакции почвенной среды – слабощелочная.

Агротехника общепринятая для зоны. Удобрения вносили под планируемую урожайность 40 т/га.

3. Влияние регулятора роста растений АгроСтимул на рост картофеля

Вариант	Высота растений, см	Количество растений, шт./м^2	Количество стеблей, шт./м^2
Без обработки (контроль)	71,7	4,0	17,7
Агростимул, 0,2 л/га (с капельным орошением)	72,7	4,0	23,7
Агростимул, 0,1 л/га (опрыскивание)	97,2	4,0	28,0
НСР$_{05}$	–	–	10,1

4. Влияние регулятора роста растений АгроСтимул на формирование элементов структуры урожая картофеля

Вариант	Количество клубней с одного растения, шт	Средняя масса товарного клубня, г	Урожайность, т/га	Прибавка	
				т/га	%
Без обработки (контроль)	11,3	91,1	41	–	–
Агростимул, 0,2 л/га (с капельным орошением)	11,7	118,7	55	14	34,2
Агростимул, 0,1 л/га (опрыскивание)	11,3	134,7	61	20	47,9
НСР$_{05}$	3,0	48,9	14,3	–	–

Схема опыта предусматривала следующие варианты применения препарата АгроСтимул:

без обработки препаратом АгроСтимул (контроль);

трехкратное опрыскивание препаратом АгроСтимул в дозе 100 мл/га – в фазе полных всходов, бутонизации – начала цветения, через 14 дней после второго опрыскивания;

трехкратное внесение препарата АгроСтимул с поливной водой (200 мл/га) в такие же сроки.

Внесение регулятора роста с поливной водой способствовало увеличению высоты растений, по отношению к контролю, на 1 см, количества стеблей – на 6 шт./м^2. Опрыскивание регулятором роста обеспечило более интенсивный рост стеблей в длину, по сравнению как с контролем (на 25,5 см), так и с вариантом с его подачей через систему орошения (на 24,5 см). Больше всего стеблей в расчете на единицу площади также отмечено при применении препарата путем опрыскивания – 28,0 шт./м^2, или на 10,3 шт./м^2 выше, чем в контроле (табл. 3).

Аналогичная тенденция отмечена в отношении элементов структуры урожая. Так, средняя масса товарного клубня при орошении с добавлением регулятора роста увеличилась, по сравнению с контролем, на 27,6 г, в варианте с опрыскиванием – на 43,6 г (табл. 4).

В целом при урожайности на контроле 41 т/га, прибавка при подаче препарата с поливной водой составила 14 т/га, или 34,2 %. Наилучший результат обеспечило опрыскивание регулятором роста, урожайность возросла, по отношению к контролю, на 47,9 %, или 20 т/га.

Таким образом, применение в технологии возделывания картофеля регулятора роста растений АгроСтимул обеспечивает прибавку урожая клубней на уровне 14-20 т/га (в контроле – 41 т/га) благодаря увеличения средней массы товарных клубней до 118,7-134,7 г. (в контроле – 91,1 г). Существенные различия между вариантами с разными способами применения изучаемого препарата не установлены, что свидетельствует о их близкой эффективности. При этом, учитывая отсутствие необходимости проведения дополнительной технологической операции (опрыскивания) и зависимости от метеорологических условий, подача регулятора роста через систему капельного орошения в определенных условиях может быть более предпочтительной..

А.Ю. Шатохин, Н.Н. Киселева, Ю.А. Гарипов ООО «АГРУСХИМ»

УДК 633.2:631.529

Скрининг сортообразцов чумизы (*Setaria Italica* (L.) P. Beauv. Subsp. Italica) в Нижнем Поволжье

В.И. ЖУЖУКИН, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора (e-mail: rossorgo@yandex.ru)
В.С. ГОРБУНОВ, доктор экономических наук, директор
Т.В. РОДИНА, старший научный сотрудник
А.З. БАГДАЛОВА, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник
А.Н. АСТАШОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник
Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы, 1-й Институтский проезд, 4, Саратов, 410050, Российская Федерация

В статье изложены результаты анализа биохимического состава, выхода валовой энергии, биомассы и зерна 21 сортообразцов чумизы, исследованных на опытном поле Российского научно-исследовательского и проектно-технологического института сорго и кукурузы «Россорго» в 2013-2015 гг. Размах варьирования концентрации протеина в биомассе составляет от 7,16 до 12,54 %. Более 10 % протеина содержится в сухой биомассе следующих сортообразцов: к-982, к-941, к-89, Стрела. Количество жира в биомассе варьирует в интервале 1,13-3,00 %. Наибольшее его содержание (>2,5 %) выявлено у сортообразцов Стрела, к-941, к-2542, к-2029, Стачуми-3. Диапазон изменчивости других показателей качества биомассы у сортообразцов чумизы выявлен в следующих пределах: клетчатка – 32,11-37,54 %; зола – 7,79 -11,95 %; БЭВ – 48,07-47,58 %. Пределы варьирования показателей качества зерна: протеин – 11,10-14,73 %; жир – 3,29-6,80 %; клетчатка – 5,73-8,86 %; зола – 2,16-3,17 %; БЭВ – 69,62-73,48 %. Более 14 % протеина в зерне установлено у сортообразцовк-73, к-89, к-941, к-982, к-2029, к-2566. Относительно высокое содержание жира (>5,0 %) выявлено в зерне сортообразцов к-2598,к-2608, к-3155, к-3683, Стачуми-1. Средняя урожайность биомассы изменялась в интервале 12,57-26,83 т/га, зерна – 1,03-4,12 т/га. Выход валовой энергии на 1 т биомассы варьировал в интервале 2,92-5,08 ГДж, зерна – 15,7-16,3 ГДж. Выход протеина на 1 ГДж валовой энергии биомассы находился в интервале 4,29-7,69 кг, зерна – 6,4-8,05 кг. Наибольший выход протеина на 1 ГДж валовой энергии биомассы установлен у сортообразцов Стрела, к-89, к-941, к-982. Более 14 % протеина в зерне установлено у сортообразцов к-73, к-89, к-941, к-982, к-2029, к-2566, относительно высокое содержание жира (>5,0 %) – к-2598,к-2608, к-3155, к-3683, Стачуми-1.

Ключевые слова: *чумиза, сортообразцы, протеин, жир, валовая энергия.*

Для цитирования: *Скрининг сортообразцов чумизы (Setaria italica (L.) P. Beauv. subsp. italica) в Нижнем Поволжье / В.И. Жужукин, В.С. Горбунов, Т.В. Родина и др. // Земледелие. 2018. №. С. 42-44.*

Чумизу возделывают в различных регионах РФ как продовольственную и кормовую культуру. Ее выращивают на зеленую массу, силос, сенаж, сено и зерно, а также используют в качестве пастбищной культуры [1, 2]. Отношение чумизы к факторам внешней среды и некоторые аспекты сортовой технологии изучали в различных регионах РФ. Отдельные вопросы оценки исходного материала для селекции чумизы, классификации и ботанической характеристики, биологии культуры рассмотрены в более ранних работах [3, 4]. На сегодняшний день допущено к использованию 8 сортов этой культуры. Однако практический интерес к чумизе связан, прежде всего, с целесообразностью диверсификации получаемой продукции, обусловленной разнообразием спроса [5, 6, 7].

В этой связи цель исследования – оценка биохимического состава биомассы сортообразцов чумизы в фазе молочно-восковой спелости и зерна в фазе полной спелости.

Условия, материалы и методы. Исследования проводили в 2013-2015 гг. на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Площадь делянки – 15,4 м^2 (длина 5,5 м, ширина 2,8 м). Ширина междурядий – 0,7 м. Норма высева – 1,0 млн всхожих зерен/га, повторность – трехкратная. Уход заключался в прикатывании после посева кольчатыми катками и двух междурядных обработках (КРН-2,8). Скашивание биомассы проводили на уровне поверхности почвы. Биохимический состав биомассы и зерна определяли в отделе биохимии, биоконверсии и новых технологий ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»: протеин – по Кьельдалю (ГОСТ 10846-81) на приборе Kjeltec System 2100, жир – по методу Сокслета (ГОСТ 13496.15-97), золу – методом сухого озоления [8], клетчатку – по Киршнеру и Ганеру (ГОСТ 13496.2-91).

Результаты и обсуждение. Размах варьирования содержания протеина в биомассе составляет от 7,16 до 12,54 % (табл. 1), в том числе более 10 % в сухой биомассе сортообразцов к-982, к-941, к-89, Стрела. Количество жира в биомассе варьирует в интервале 1,13-3,00 %, наибольшее его содержание (>2,5 %)

1. Биохимический состав биомассы сортообразцов чумизы в фазе молочно-восковой спелости (2013-2015 гг.), % на сухое вещество

Сортообразец	Протеин	Жир	Клетчатка	Зола	БЭВ
Стачуми-1	9,26	2,16	35,33	9,34	43,93
Стачуми-3	9,69	3,00	33,99	9,18	44,16
Стрела	10,84	2,56	36,58	11,95	38,07
ЮВЕС	7,16	2,37	36,26	8,99	45,23
к-14	8,04	1,56	32,41	10,85	47,15
к-56	8,84	2,09	33,30	10,46	45,33
к-59	9,39	2,02	35,57	9,85	43,18
к-73	8,67	1,73	36,72	9,59	43,30
к-89	12,54	1,13	34,64	11,32	40,37
к-262	8,74	2,21	37,02	8,73	43,32
к-941	10,95	2,51	37,54	10,62	43,40
к-982	10,59	1,54	36,68	10,15	41,04
к-1074	9,45	1,88	35,86	8,06	44,75
к-2029	8,98	2,89	33,65	8,73	45,76
к-2542	8,80	2,66	32,11	8,58	47,86
к-2566	7,39	2,12	36,74	9,66	44,11
к-2598	8,47	2,29	36,92	8,87	43,47
к-2608	8,04	2,00	34,60	7,79	47,58
к-2774	8,02	1,67	36,20	8,92	43,71
к-3155	9,44	2,40	34,87	8,46	44,84
к-3683	8,36	2,26	34,08	10,82	44,49
$F_{факт}$	0,98	22,22*	1,11	8,20*	1,50
$НСР_{05}$	NS	0,28	NS	1,11	NS

2. Биохимический состав зерна сортообразцов чумизы, в фазу молочно-восковой спелости % на сухое вещество, 2013-2015 гг.

Сортообразец	Протеин	Жир	Клетчатка	Зола	БЭВ
Стачуми-1	13,34	5,45	7,21	2,48	71,54
Стачуми-3	13,11	4,48	7,27	2,85	72,31
Стрела	13,55	4,49	7,49	2,34	72,15
ЮВЕС	13,35	4,72	6,99	2,36	72,59
к-73	14,73	3,43	7,78	2,64	71,44
к-89	14,46	3,29	8,05	2,90	71,30
к-262	13,87	4,56	6,00	2,16	73,41
к-941	14,18	3,84	8,86	2,59	70,54
к-982	14,10	4,87	8,85	2,57	69,62
к-1074	12,81	4,30	7,15	2,27	73,48
к-2029	14,47	4,20	7,49	2,38	71,47
к-2542	13,00	4,81	7,80	2,22	72,19
к-2566	14,42	4,32	7,88	2,23	71,16
к-2598	13,15	5,25	6,32	2,70	72,59
к-2608	12,11	6,80	7,79	2,76	70,55
к-2774	13,14	4,45	6,39	2,61	73,42
к-3155	13,80	5,40	5,73	2,38	72,69
к-3683	11,10	5,81	8,55	3,17	71,38
$F_{факт}$	2,39*	16,17*	7,94*	6,38*	0,11
$НСР_{05}$	1,69	0,59	0,92	0,30	NS

выявлено у сортообразцов Стрела, к-941, к-2542, к-2029, Стачуми-3. Диапазон изменчивости других показателей качества биомассы у сортообразцов чумизы находился в следующих пределах: клетчатка – 32,11-37,54 %; зола – 7,79 -11,95 %; БЭВ – 48,07-47,58 %.

Существенное различие сортообразцов чумизы по содержанию в зерне протеина, жира, клетчатки и золы позволяет выявить более ценные биологические формы для использования в качестве исходного материала в селекции. Лимиты варьирования показателей качества зерна установлены в пределах: протеин – 11,10-14,73 %; жир – 3,29-6,80 %; клетчатка – 5,73-8,86 %; зола – 2,16-3,17 %; БЭВ – 69,62-73,48 % (табл. 2).

В опыте выявлена различная урожайность биомассы и зерна сортообразцов чумизы (табл. 3). Причем, средняя урожайность биомассы варьировала в интервале 12,57-26,83 т/га, зерна – 1,03-4,12 т/га.

В эксперименте рассчитаны показатели валовой энергии биомассы и зерна сортообразцов чумизы, так как использование обменной энергии в нашем случае не совсем корректно, поскольку расчет величины этого показателя зависит от того для какой групп животных его осуществляют. Следует также учесть, что зерно чумизы даже после грубого помола нецелесообразно скармливать КРС, а дополнительное его шелушение увеличивает трудоемкость кормопроизводства. С другой стороны, крупный рогатый скот хорошо поедает биомассу чумизы, но она ограничено пригодна для использования в кормлении свиней и птицы [9]. Однако для биоэнергетической оценки технологии возделывания чумизы расчет валовой энергии необходим.

3. Урожайность и валовая энергия в биомассе и зерне сортообразцов чумизы (2013-2015 гг.)

Сортообразец	Биомасса			Зерно		
	урожайность, т/га	сбор протеина, кг/га	валовая энергия, ГДж/га	урожайность, т/га	сбор протеина, кг/га	валовая энергия, ГДж/га
Стачуми-1	17,77	447,74	80,75	4,12	472,66	66,26
Стачуми-3	19,23	396,16	69,09	3,96	446,47	62,66
Стрела	11,83	283,66	43,18	1,03	120,03	16,39
ЮВЕС	18,50	350,22	81,69	1,86	213,55	29,75
к-14	17,73	273,55	55,12	не вызрели		
к-56	26,83	447,08	83,45			
к-59	19,70	325,76	57,59			
к-73	16,77	314,78	59,91	1,32	167,21	20,77
к-89	18,47	504,22	65,54	1,44	179,07	22,54
к-262	15,50	306,57	58,93	3,65	435,38	58,39
к-941	16,77	532,71	85,14	1,86	226,82	29,43
к-982	16,50	452,74	70,54	3,02	366,21	48,31
к-1074	15,23	318,36	56,93	2,51	276,52	39,72
к-2029	16,83	340,20	64,02	2,82	350,93	44,87
к-2542	17,66	368,01	70,67	2,16	241,49	34,55
к-2566	18,17	315,95	70,54	2,74	339,79	43,83
к-2598	15,50	307,99	61,09	1,92	217,13	30,71
к-2608	17,90	369,86	77,29	1,68	174,97	27,31
к-2774	12,57	261,91	53,23	2,54	287,03	40,19
к-3155	21,00	440,09	78,79	3,13	371,47	50,34
к-3683	15,57	256,03	50,23	2,03	193,78	32,30
$F_{факт}$	15,49*	26,10*		63,60*	67,19*	
$НСР_{05}$	2,21	44,91		0,32	37,14	

Вследствие изменчивости урожайности биомассы и зерна, а также показателей биохимического состава в опыте наблюдали различия по выходу валовой энергии с 1 га. Интервал ее изменчивости по биомассе составлял 43,18-85,14 ГДж/га, по зерну – 16,39-58,39 ГДж/га. Выход валовой энергии с 1 т биомассы варьировал от 2,92 до 5,08 ГДж, зерна – от 15,7 до 16,3 ГДж. Выход протеина на 1 ГДжваловой энергии биомассы находился в интервале 4,29-7,69 кг, зерна – 6,4-8,05 кг. Наибольший выход протеина на 1 ГДж валовой энергии биомассы выявлен у сортообразцов Стрела, к-89, к-941, к-982.

По наибольшему содержанию протеина в сухой биомассе выделены сортообразцы к-982, к-941, к-89, Стрела; в зерне – к-73, к-89, к-941, к-982, к-2029, к-2566. Высокой урожайностью биомассы отличались сортообразцы Стачуми-3, к-56, к-3155, зерна – Стачуми-1, Стачуми-3, к-262. Наибольший выход валовой энергии (более 80,0 ГДж/га) выявлен в биомассе чумизы в фазе молочно-восковой спелости у сортообразцов к-941, к-56, Стачуми-1, ЮВЕС; в зерне (более 50,0 ГДж/га) – у сортообразцов к-3155, Стачуми-1, Стачуми-3.

Литература.

1. Жужукин В.И. Агротехника возделывания могара, пайзы и чумизы: рекомендации / сост. В.И. Жужукин, М.Ф. Шор. Саратов: ФГНУ РосНИИСК «Россорго», 2007. 21 с.

2. Шевцова Л.П., Летучий С.В. Чумиза – ценная кормовая культура для сухостепного Поволжья // Новое в сельскохозяйственном производстве: сборн. науч. работ. Саратов: СГАУ, 2005. С. 15–18.

3. Вареница Е.Т. Чумиза. Биология, селекция и агротехника. М.: Сельхозизд., 1958. 432 с.

4. Жужукин В.И., Шор М.Ф., Монина Н.А. Изучение исходного материала могара, чумизы и пайзы в селекции // Селекция, технология возделывания и использование сорговых и других кормовых культур: сб. науч. тр. Саратов: ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», 2006. С. 79–83.

5. Гулюшин, С.Ю. Химический состав новых сортов зерна чумизы // 43-я Всерос. Конф. молодых ученых и семинаров по птицеводству: тез. докл. Сергеев Посад: ВНИТИП, 2000. С. 20–24.

6. Леннова Т.Н., Гулюшин С.Ю. Зерно чумизы в комбикормах для бройлеров // Международная конференция-выставка «Птицеводство-мировой и отечественный опыт». М., 2002. С. 83.

7. Lenhova, T., Guliushin S. Italianmillet (chumiza) inbroilerdiefs // Mtr. 10th Baltic Poultry Converence. Vilnus (Lithuania): Department of agricultural and wood sciences of Lithuanian Academy of Sciences. Lithuanian branch of WPSA. Vilnius Pedagogical University. 2002. – Pp. 125.

8. Методы биохимического исследования растений. 3-е изд., перераб. и доп. / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, И.П. Ярош и др. / под ред. А.И. Ермакова. Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. 430 с.

9. Справочник по кормопроизводству / под ред. В.Д. Кузьмина. Саратов: Приволжское кн. изд-во, 1988. 368 с.

Screening of Variety Samples of *Setaria italica* (L.) P. Beauv. Subsp. Italica) in the Lower Volga Region

V.I. Zhuzhukin, V.S. Gorbunov, T.V. Rodina, A.Z. Bagdalova, A.N. Astashov
Russian scientific research and design Institute of sorghum and maize, 1-i Institutskii proezd, 4, Saratov, 410050, Russian Federation

Abstract. *The article presents the results of the analysis of biochemical composition, yield of gross energy, biomass, and grain of 21 variety samples of Setaria italica, tested in the experimental field of the Russian Research Process Engineering Institute of Sorghum and Corn "Rossorgo" in 2013–2015. The range of variation of the protein content in biomass was from 7.16 to 12.54%. More than 10% of protein is contained in the dry biomass of the following varieties: K-982, K-941, K-89, Strela. The fat content in the biomass varies in the interval 1.13–3.00%. The greatest fat content (more than 2.5%) was found in the varieties Strela, K-941, K-2542, K-2029, Stachumi-3. The range of variability of other quality indicators of the biomass of Setaria italica varieties was revealed within 32.11–37.54% for fiber; 7.79–11.95% for ash; 48.07–47.58% for nitrogen-free extractable substances. The limits of variation of grain quality indicators are: protein – 11.10–14.73%; fat – 3.29–6.80%; cellulose – 5.73–8.86%; ash – 2.16–3.17%; nitrogen-free extractable substances – 69.62–73.48%. Varieties K-73, K-89, K-941, K-982, K-2029, K-2566 had more than 14% of protein in grain. Relatively high fat content (more than 5.0%) was found in the grain of varieties K-2598, K-2608, K-3155, K-3683, Stachumi-1. The average yield of biomass varied in the range from 12.57 to 26.83 t/ha, of grain – from 1.03 to 4.12 t/ha. The output of gross energy per 1 ton of biomass varied in the range from 2.92 to 5.08 GJ, of grain – from 15.7 to 16.3 GJ. Protein yield per 1 GJ of gross biomass energy varied in the range from 4.29 to 7.69 kg, of grains – from 6.4 to 8.05 kg. The maximal yield of protein per 1 GJ of gross biomass energy was found in varieties Strela, K-89, K-941, K-982. Variety samples K-73, K-89, K-941, K-982, K-2029, K-2566 had more than 14% of protein in the grain; variety samples K-2598, K-2608, K-3155, K-3683, Stachumi-1 had relatively high fat content (more than 5.0%).*

Keywords: *Setaria italica; variety samples; protein; fat; gross energy.*

Author Details: *V.I. Zhuzhukin, D. Sc. (Agr.), deputy director (e-mail: rossorgo@yandex.ru); V.S. Gorbunov, D. Sc. (Econ.), director; T.V. Rodina, senior research fellow; A.Z. Bagdalova, Cand. Sc. (Biol.), leading research fellow; A.N. Astashov, Cand. Sc. (Agr.), chief research fellow.*

For citation: *Zhuzhukin V.I., Gorbunov V.S., Rodina T.V., Bagdalova A.Z., Astashov A.N. Screening of Variety Samples of Setaria italica (L.) P. Beauv. Subsp. Italica) in the Lower Volga Region. Zemledelie. 2018. No. 1. Pp. 42-44 (in Russ.).*

УДК 633.88:631.532.3

Вегетативное размножение в опытной работе с *Serratula coronata* L.

Е.И. ХАНУМИДИ[1], научный сотрудник (e-mail: hanymidiliza@yandex.ru)
А.И. БЕЛЕНКОВ[2], доктор сельскохозяйственных наук, профессор
[1]Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений, ул. Грина, 7, Москва, 117216, Российская Федерация
[2]Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127550, Российская Федерация

Цель работы – определение возможности вегетативного размножения опытного материала серпухи венценосной методом деления растения и особенностей фенологического цикла вегетативно размноженных растений. Экспериментальную часть исследований выполняли в 2014-2017 гг. на опытном поле Всероссийского научно-исследовательского института лекарственных и ароматических растений. Почвы участка – дерново-среднеподзолистая, суглинистая, средней степени окультуренности. Опыты заложены по предшественнику черный пар, по схеме 20 × 60 см рассадным способом из изолированных семян. Площадь делянки 6,4 м², расположение рендомизированное, в 4-кратной повторности. Объектами послужили 3 популяции серпухи венценосной: № 84 из Самарской обл, № 83 из Республики Коми, № 85 из Белгородской обл. Подземную часть растения серпухи 3-4 года жизни можно разделить на 14-25 фрагментов корневища (корневищных черенков) с 1-2 вегетативными почками в базальной части отмерших однолетних побегов и мочкой придаточных корней. Число черенков, полученных от одной исходной формы зависело от количества вегетативных почек в подземной части растений (r=0,74±0,23), а масса черенка – от массы подземной части исходной формы (r=0,58±0,28). Приживаемость посадочного материала вегетативного происхождения при весенней высадке с комом составляла 98,7 %. Вегетативно размноженные растения проходили все фазы развития, начиная уже с 1-го (после деления и посадки) года вегетации. В первый после деления год вегетации зацвело 82 % вегетативно размноженных растений, преимущественно в осенний период. Показатели фенологического цикла растений в период наблюдений составляли: продолжительность цветения – 22-24 сут на 2-3 году жизни и не более 16 сут для растений 1 года жизни, что связано с малым числом соцветий; продолжительность вегетационного периода – 180-187 сут независимо от возраста растений. При вегетативном размножении серпухи венценосной жизнеспособный, однородный и типичный посадочный материал может быть получен из корневищных черенков.

Ключевые слова*: серпуха венценосная, популяция, вегетативное размножение, корневище, корневищные черенки, вегетативные почки.*

Для цитирования: *Ханумиди Е.И., Беленков А.И. Вегетативное размножение в опытной работе с Serratula coronata L. // Земледелие. 2018. № 1. С. 44-47.*

Серпуха венценосная – многолетнее травянистое поликарпическое растение семейства *Compositae (Asteraceae)* высотой 35-150 (220) см с непарноперисто-рассеченными и перисто-раздельными листьями. Корзинки крупные верхушечные. Цветки лилово-пурпурные, плоды – семянки длиной 4-5 мм. Цветет в июне – сентябре, плоды созревают в июле – октябре. Сырье серпухи – надземная часть, которую можно использовать в качестве тонизирующего средства, в связи с наличием биологически активных веществ – фитоэкдистероидов, обладающих свойствами неспецифического биостимулятора для человека и животных [1]. В условиях культуры, при сезонной динамике накопления, содержание экдистерона в надземной части серпухи венценосной колеблется от 0,5 до 2,0 %. В течение последних 20 лет в России и за рубежом проводят интродукционные исследования по введению ее в культуру в качестве лекарственного растения [2, 3, 4]. Однако создание сырьевой базы *Serratula coronata* L. сопряжено с трудностями агротехнологии и проблемой биологической продуктивности вида в агроценозе [5]. Серпуха венценосная – перекрестноопыляемое растение, что при семенном размножении обусловливает получение потомства с большим разнообразием форм. Культивируемая популяция при этом представляет собой совокупность морфотипов, различающихся между собой по морфологическим и хозяйственно ценным признакам. Она может быть улучшена путем отбора (индивидуального или группового) продуктивных морфотипов [6]. Вегетативное размножение также может рассматриваться как один из спосо-

бов осуществления отбора морфотипов, поскольку в этом случае сохраняются типичность и однородность отобранных опытных образцов.

Цель нашей работы – определение возможности вегетативного размножения опытного материала серпухи венценосной методом деления растения и особенностей фенологического цикла вегетативно размноженных растений.

Экспериментальная часть исследования выполнена в 2014-2017 гг. на опытном поле ФГБНУ ВИЛАР (Московская обл.). Почва опытного севооборота – дерново-среднеподзолистая, суглинистая, средней степени окультуренности (мощность пахотного горизонта до 22 см). Реакция почвенного раствора слабокислая (pH=5,45), содержание гумуса – 2,8-2,9 % (по Тюрину), легко гидролизуемых форм азота – 8,1 мг/100 г почвы (по Кононовой), P_2O_5 – 8 мг/100 г и K_2O – 14 мг/100 г почвы (по Кирсанову).

Полевые опыты закладывали по предшественнику «черный пар», по схеме 20 × 60 см (междурядья) рассадным способом из изолированных семян. Ширина междурядий обусловлена техническими характеристиками сельскохозяйственной техники, обслуживающей опыты, а расстояние в рядках принято, исходя из диаметра подземной части средневозрастных растений. Нарезку посадочных борозд глубиной 15 см проводили культиватором КРН. Уход состоял из периодических междурядных обработок (трижды за сезон) и одной прополки в рядках – по необходимости.

Площадь делянки 6,4 м^2, расположение рендомизированное, в 4-кратной повторности. Объектами исследований послужили 3 популяции серпухи венценосной: № 84 из Самарской области (Средне-Волжский филиал ВИЛАР), № 83 из Республики Коми, № 85 из Белгородской области (Белгородский филиал ВИЛАР), акклиматизированные в Московской области.

Вегетативное деление проводили во 2 декаде октября. Подземную часть растений 4 года вегетации выкапывали на полную глубину залегания корней (19 см) по всей окружности (20-21 см), отряхивали от почвы и разделяли на части – корневищные черенки, которые представляли собой часть фрагментов корневища с 1-2 вегетативными почками, расположенными в базальной части отмирающих однолетних побегов и небольшой мочкой придаточных корней. Черенки по одному помещали в посадочный сосуд вместимостью 0,5 л и засыпали почвой выше базальной части отмерших однолетних побегов (длиной 3-4 см), полностью закрывая почки, и оставляли на зиму в открытом грунте, без дополнительного укрытия.

У исходных форм для вегетативного размножения – 25 индивидуальных растений – фиксировали величины следующих признаков: число однолетних побегов, диаметр и глубина залегания подземной части, число вегетативных почек возобновления. Подземную часть исходной формы взвешивали до и после деления, учитывали потери массы при делении.

Обработку результатов наблюдений осуществляли по методике Г.Н. Зайцева [7], фенологические учеты – по методике И.Н. Бейдеман с учетом особенностей культуры [8].

Для оценки степени варьирования признаков использовали шкалу уровней изменчивости на основании полученных коэффициентов вариации: незначительная, если коэффициент вариации не превышает 10 %, средняя, если CV выше 10 %, но менее 20 %, и значительная, если коэффициент вариации более 20 %.

Мы изучали простую корреляцию между двумя признаками и оценивали тесноту (силу) связи по коэффициенту корреляции (r): при r<0,3 – корреляционная зависимость слабая, при r=0,3-0,7 – средняя, при r>0,7 – сильная.

Статистическую обработку результатов проводили методами вариационного, корреляционного, дисперсионного анализов [9].

Подземная часть растения серпухи венценосной представляет собой систему разветвленных переплетенных корневищ с вегетативными почками, заложенными в основании отмерших однолетних побегов, и мочкой придаточных корней (см. рисунок). Корневище может быть

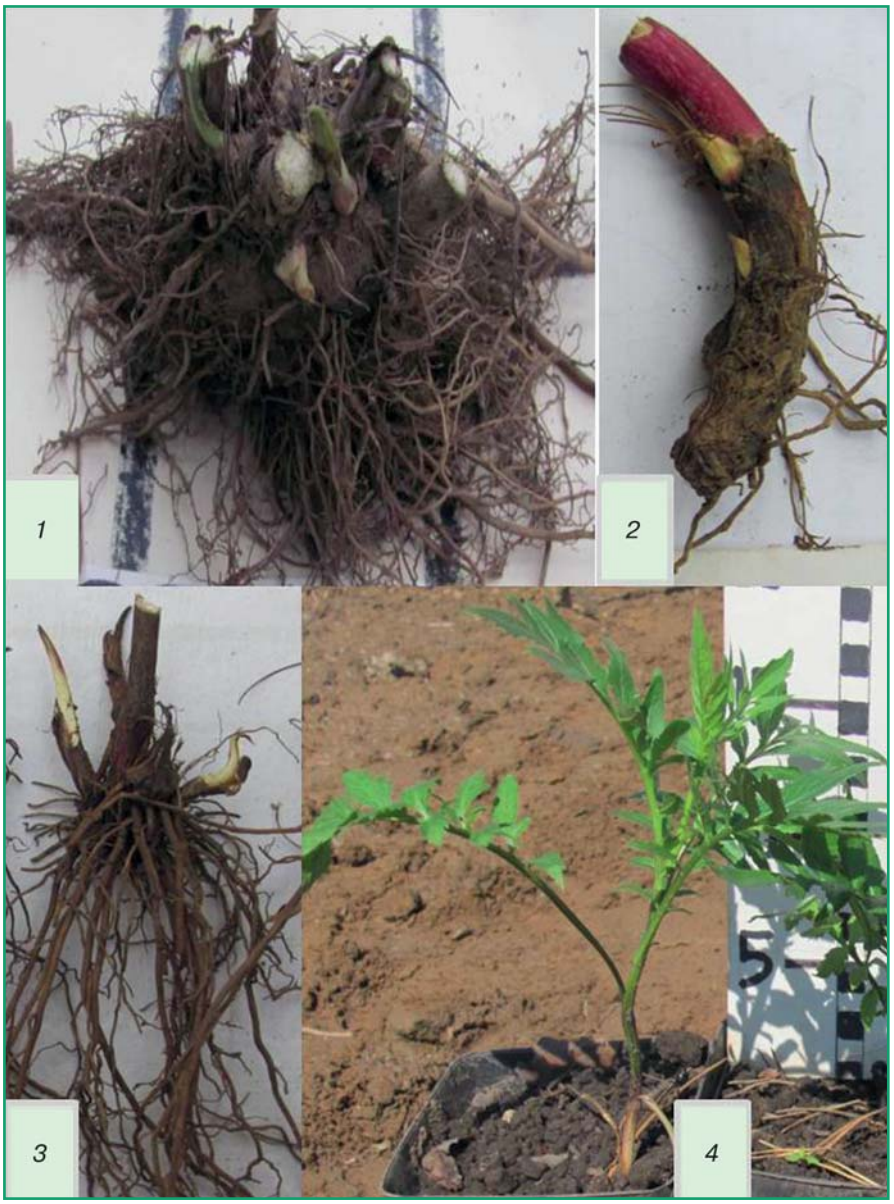


Рисунок. *Посадочный материал серпухи венценосной вегетативного происхождения: 1 – подземная часть растения 4 года жизни; 2 – вегетативные почки, заложенные в базальной части однолетнего побега; 3 – корневищные черенки; 4 – отрастающие вегетативно размноженные растения.*

1. Характеристика исходных и дочерних форм при вегетативном размножении серпухи венценосной (среднее за 2014-2015 гг.)

Показатель	Год	Популяция			Среднее	$НСР_{05}$
		№ 83	№ 84	№ 85		
Исходные формы						
Масса подземной части растения, кг	2014	2,3±0,45	2,1±0,78	2,0±0,32	1,6±0,29	–
	2015	1,3±0,34	1,1±0,39	1,0±0,41		–
Число вегетативных почек, шт.	2014	15±2,7	18±1,3	41±2,4	33,8±5,81	5,08
	2015	36±2,1	51±2,2	42±2,5		4,95
Дочерние формы						
Число черенков (от одной исходной формы), шт.	2014	15±2,4	15±1,7	27±1,5	19,3±2,37	2,07
	2015	14±2,2	25±2,3	20±2,1		3,37
Масса одного черенка, г	2014	53±4,1	62±2,2	17±2,6	27,8±6,24	–
	2015	13±2,5	11±2,1	11±0,9		–
Число почек в одном черенке, шт.	2014	1,2±0,44	1,3±0,21	1,7±0,22	2,0±0,31	–
	2015	2,8±1,23	2,8±0,88	2,0±0,67		–

разделено на побеговые черенки (далее «корневищные черенки»). При вегетативном размножении серпухи мы использовали способ деления, опробованный при вегетативном размножении эхинацеи, в связи со сходным строением корневищ, количеством и особенностями расположения вегетативных почек [10]. По нашим наблюдениям, подземную часть одного растения серпухи 3-4 года жизни можно разделить на 14-25 фрагментов корневищ с 1-3 вегетативными почками.

Объем корневой системы одного черенка составил 560-880 см^3, а общая масса посадочного материала вегетативного происхождения от одного растения – 23-60 % массы подземной части исходной формы.

Масса подземной части исходного растения составляла в среднем за 2 года 1,6 кг (от 1,1 до 2,3 кг). Число побегов, в основании которых закладываются в конце лета вегетативные почки, – 17-22 шт. Число вегетативных почек в среднем 34 шт. (от 15 до 51 шт.), наибольшее число почек отмечено у растений популяции № 85, происходящей из Белгородской области (табл. 1). Потеря биомассы подземной части при делении составляла 20-40 % (мелкие корни). Рекомендуется корневище именно разрывать, а не разрубать, чтобы не повредить вегетативные почки (хотя это и требует усилий).

Вегетативные почки растений разных популяций отличались размером, формой и расположением (центральным или периферийным). У растений из популяции № 83 они были крупными, утолщенными, располагались по периферии; у растений популяции № 84 – узкими, вытянутыми и заостренными, равномерно распределеными; у растений популяции № 85 почки многочисленные мелкие и заостренные, расположены по периферии подземной части.

Вариационный анализ параметров исходного и дочернего материала при вегетативном размножении (см. табл. 1) выявил значительную степень изменчивости по признакам масса и число вегетативных почек подземной части растений, масса и число почек одного черенка (CV=31-35 %), число черенков от одной исходной формы (CV=24 %) и незначительную вариацию по диаметру подземной части (CV=6 %). В связи с этим, при закладке опытов (особенно селекционных) необходимо исключить или свести к минимуму влияние количественных показателей (в том числе межпопуляционных различий) исходного материала на получаемый посадочный материал в соответствии с соблюдением принципа «единственного различия». Дисперсионный анализ не выявил статистически достоверных различий между показателями для разных популяций, кроме двух взаимосвязанных параметров – число вегетативных почек в подземной части растений и число черенков, полученных от одной исходной формы. При этом результаты корреляционного анализа показали, что число черенков от одной исходной формы в сильной степени зависит от числа вегетативных почек в подземной части растений (r=0,74±0,23), а масса черенка в средней степени коррелирует с массой подземной части исходной формы (r=0,58±0,28). Таким образом, при вегетативном размножении предлагаемым способом межпопуляционные различия исходных форм по изученным параметрам определяют количество получаемого при делении посадочного материала.

Отрастание вегетативно размноженных растений после зимнего сезона отмечали во 2 декаде апреля. Приживаемость посадочного материала при весенней высадке с комом составляла 98,7 %. Поскольку посадочный материал зимовал в грунте, весенние заморозки он перенес без ущерба для роста и развития. Период адаптации после высадки продолжался не более 6 суток. Отрастающие побеги характеризовались осевой формой роста (цветонос высотой 9-10 см и 2-4 листа длиной 16-19 см), что соответствует возрасту 2 года жизни (генеративный период) или розеточной формой роста, что соответствует возрасту 1 года жизни (имматурное возрастное состояние прегенеративного периода) (см. рисунок). С чем связаны эти различия пока можно только предполагать (глубина промерзания почвы при зимовке, физиологический возраст вегетативных почек и др.), для этого нужны дополнительные исследова-

2. Фенологические показатели вегетативно размноженных растений серпухи венценосной

Показатель	2015 г.	2016 г	2017 г.	Среднее многолетнее
Даты наступления фенологических фаз у растений 1 года жизни				
Начало отрастания	12.04	14.04	19.04	12.04-19.04
Массовая бутонизация	21.07	25.07	08.08	21.07-8.08
Начало цветения	28.07	08.08	27.08	28.07-27.08
Массовое цветение	5.08	17.08	20.08	05.08-20.08
Окончание цветения	15.08	21.08	01.09	15.08-1.09
Техническая спелость семян	26.08	09.09	18.09	26.08-18.09
Даты наступления фенологических фаз у растений 2-3 года жизни				
Начало отрастания	18.04	19.04	20.04	18.04-20.04
Массовая бутонизация	20.06	28.06	07.07	25.06-7.07
Начало цветения	11.07	15.07	18.07	11.07-18.07
Массовое цветение	17.07	25.07	01.08	17.07-1.08
Окончание цветения	05.08	07.08	09.08	05.08-9.08
Техническая спелость семян	11.08	13.08	28.08	11.08-18.08
Периодические показатели фенологического цикла растений 2-3 года жизни				
Количество дней от массового цветения до технической спелости семян, сут	25	19	28	19-28
Количество дней от начала отрастания до массового цветения, сут	91	97	102	91-102
Продолжительность цветения, сут	24	23	22	22-24
Продолжительность вегетационного периода, сут	180	187	181	180-187

ния. Но, согласно литературным источникам, в природных популяциях часть растений серпухи венценосной может переходить к репродуктивному развитию (образовывать осевые органы – цветоносы) не на 2-й, а лишь на 3-й или 4-й годы вегетации [11].

Вегетативно размноженные растения проходили все фазы развития начиная с 1-го (после деления и посадки) года вегетации (табл. 2). При этом по датам наступления массовых фаз не выявлено межпопуляционных отличий. У вегетативно размноженных растений 1 года жизни наблюдали более позднее наступление всех фенофаз и увеличение их продолжительности (до 20-30 сут.) в связи с сочетанием вегетативного роста и репродуктивного развития, при этом отмечен как рост вегетативных органов (отрастание прикорневых листьев розетки), так и репродуктивные фазы бутонизация и цветение.

В первый год жизни зацвело 82 % вегетативно размноженных растений преимущественно в осенний период. Процессы роста, даты наступления и продолжительность фенологических фаз, безусловно, были связаны и с метеорологическими условиями конкретного сезона. Благоприятными по температурному режиму были 2015-2016 гг., но по причине избыточного увлажнения в 2015 г. продолжительность репродуктивных фаз увеличилась на 7-10 суток. Метеорологические условия 2017 г. были крайне неблагоприятны для цветения и плодоношения серпухи, что привело к более позднему (на 14-20 суток) началу репродуктивных фаз, по сравнению с 2015-2016 гг. Однако, периодические показатели фенологического цикла жизни растений были достаточно устойчивы. Продолжительность цветения – 22-24 суток на 2-3 году жизни и не более 16 суток для растений 1 года жизни, что связано с малым числом мелких соцветий.

Продолжительность вегетационного периода составляла 180-187 суток и не отличалась для растений разных лет жизни, так как после созревания семян осевые побеги отмирали, а вегетация растений продолжалась до наступления отрицательных температур.

Таким образом, при вегетативном размножении серпухи венценосной от одной исходной формы можно получить от 14 до 25 жизнеспособных дочерних растений. Посадочный материал вегетативного происхождения – корневищные черенки – фрагменты корневища с 1-2 вегетативными почками, базальной частью отмерших однолетних побегов и мочкой придаточных корней.

Число черенков, полученных от одной исходной формы в сильной степени зависит от числа вегетативных почек в подземной части растений (r=0,74±0,23), а масса черенка в средней степени коррелирует с массой подземной части исходной формы (r=0,58±0,28). Вегетативно размноженные растения проходят все фенологические фазы – вегетативные и репродуктивные. Вегетативное размножение можно рассматривать как один из способов осуществления индивидуального или группового отбора морфотипов в ходе селекционной работы при создании улучшенного, исходного или селекционного материала серпухи венценосной.

Литература.

1. Машковский М.Д. Лекарственные средства. М.: Медицина, 1993. Ч.1. 736 с.
2. Bathori M., Kalasz H., Csikkelne S.A. Components of Serratula species; screening for ecdysteroid and inorganic constituents of some Serratula plants // Acta Pharm. Hung. 1999. 69 (2). Pp. 72–76.
3. Бек С.А. Биологические особенности Serratula coronata L. и ее интродукция в сухостепной зоне Центрального Казахстана: автореф. дис. ... канд.биол.наук: 03.00.05. Томск, 2009. 23 с.
4. Kholodova Yu. D. Phytoecdysteroids: biological effects, application inagricultureand complementary medicine // Ukrainskii Biokhimicheskii Zhurnal. 2001. № 73. Pp. 21–29.
5. Мишуров В.П., Тимофеев Н.П. Актуальные задачи по созданию, культивированию и использованию сырьевой базы экдистероидосодержащих растений. // Материалы IX Междунар. симп. по новым кормовым растениям. Издательство: Институт биологии Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар, 1999. С. 121–123.
6. Основы сортоводно-семенного дела по лекарственным культурам // Труды ВИЛАР. 1959. Вып. 12. С. 17–20.
7. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. 424 с.
8. Бейдеман И.Н. Изучение фенологии растений // Полевая геоботаника. М.-Л.: изд-во АН СССР, 1960. Т.2. С. 333–366.
9. Доспехов В.А. Методика полевого опыта, 3-е изд. перераб. и доп. М.: Колос, 1973. 336 с.
10. Коротких И.Н., Хазиева Ф.М., Сидельников А.Н. Использование вегетативного размножения в селекции Echinacea purpurea (L.) Moench. // Вопросы биологической медицинской и фармацевтической химии. 2015. № 9. С. 45–46.
11. Казакова М.В., Владыкина Н.С. Онтогенез и распространение Serratula coronata L. – редкого вида флоры Рязанской области. // Лекарственные растения: Фундаментальные и прикладные проблемы: материалы I Международной научной конференции. Издательство: Новосибирский государственный аграрный университет. Новосибирск, 2013. С. 50–53.

Vegetative Propagation in Experiments with *Serratula coronata* L.

E.I. Khanumidi[1], A.I. Belenkov [2]
[1]All-Russian research Institute of medicinal and aromatic plants, ul. Grina, 7, Moskva, 117216, Russian Federation
[2]Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ul. Timiryazevskaya, 49, Moskva, 127550, Russian Federation

Abstract. *The aim of our work was to investigate the possibility of vegetative propagation of experimental material of Serratula coronata L. by a method of plant dividing and to study the peculiarities of a phenological cycle of vegetatively propagated plants. The experimental part of the research was carried out in 2014–2017 in the All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants. The soil of the test plot is loamy, sod-medium podzolic, medium cultivated. The forecrop was bare fallow; the experiments were laid out according to the scheme 20 x 60 cm by a seedling method from isolated seeds. The area of a plot was 6.4m2, the distribution was randomized, the replication was four-fold. The objects were three populations of Serratula coronata: No 84 from Samara region, No 83 from the Komi Republic, No 85 from Belgorod region. The underground part of Serratula coronata plant of the 3d–4th year of life can be divided into 14–25 fragments of a rhizome (rhizomatous cuttings) with 1–2 vegetative buds in the basal part of dead annual shoots and adventitious roots. The number of cuttings obtained from one source form depended on the number of vegetative buds in the underground part of a plant (r = 0.74 ± 0.23), and the weight of a cutting depended on the mass of the underground part of the source form (r = 0.58 ± 0.28). The survival rate of the planting material of the vegetative origin with the spring planting was 98.7%. The vegetatively propagated plants underwent all phases of the development, starting with the 1st year of vegetation (after dividing and planting). In the 1st year, 82% of plants blossomed, mainly in autumn. The parameters of the phenological cycle of plants during the observation period were: duration of flowering was 22–24 days in the second and third years and not more than 16 days for the plants of the first year of life, which was associated with a small number of inflorescences; the length of the growing season was 180–187 days and did not depend on the age of plants. In the vegetative reproduction of Serratula coronata, the viable, homogeneous and typical planting material can be obtained from rhizome cuttings.*

Keywords: *Serratula coronata L.; population; vegetative propagation; rhizome; rhizome cuttings; vegetative buds.*

Author Details: *E.I. Khanumidi, post graduate student, research fellow (e-mail: hanymidiliza@yandex.ru); A.I. Belenkov, D. Sc. (Agr.), prof.*

For citation: *Khanumidi E.I., Belenkov A.I. Vegetative Propagation in Experiments with Serratula coronata L. Zeemledelie. 2018. No. 1. Pp. 44-47 (in Russ).*

АМИСТАР® КОМБИ – защита на вырост!

Для увеличения рентабельности выращивания озимой пшеницы компания «Сингента» предлагает своим клиентам новый профессиональный пакет продуктов АМИСТАР® КОМБИ

АМИСТАР® КОМБИ – это предложение для производителей озимой пшеницы, нацеленных на урожайность более 40 ц/га и сталкивающихся со следующими проблемами:

- низким КПД от вносимого азота;
- ослаблением посевов перезимовкой;
- неразвитой корневой системой, слабой продуктивной кустистостью;
- сбрасыванием продуктивных побегов в случае любого физиологического стресса;
- поражением прикорневыми гнилями;
- загущенными и перерастающими посевами.

Растения, ослабленные перезимовкой, не способны сформировать развитую вторичную корневую систему и, соответственно, заложить (или сохранить) потенциальный стеблестой, необходимый для реализации продуктивности сорта. Наиболее критический период для растений – фаза конца кущения – начала выхода в трубку. Если на этом этапе в поле присутствуют листостеблевые инфекции, количество продуктивного стеблестоя может значительно сокращаться, что неизбежно влечет за собой снижение урожайности.

В последние годы повсеместно идет накопление возбудителей корневых и прикорневых гнилей. А при переходе на минимальные и нулевые технологии обработки почвы количество почвенных патогенов резко возрастает. Так, например, только офиоболезная прикорневая гниль снижает урожайность до 60-80 %. При влажной весне и высокой температуре воздуха в период созревания озимых риск поражения возрастает еще больше. Мягкая зима и холодная весна способствуют развитию и заражению пшеницы церкоспореллезной прикорневой гнилью. На пораженных полях наблюдается массовое полегание пшеницы, а потери урожая от развития заболевания могут достигать 45 %. Кроме того, в последнее время усиливается вредоносность грибов рода ризоктония. Ризоктониозные прикорневые гнили зерновых развиваются в условиях прохладной весны и поражают обычно около 15-20 % посевной площади. Максимальные проявления заболевания – до 30 % – отмечаются в посевах по колосовому предшественнику. Развитие данной прикорневой гнили также вызывает полегание пшеницы и может сократить урожай на треть. Добавьте к этому дисбаланс азота и недостаток (или недоступность) фосфора и калия в почве, что ослабляет растения и делает их привлекательными для патогенов.

Если поражение прикорневыми гнилями достигло примерно 20 % от общего стеблестоя посева, необходимо разрабатывать схему защиты. Компания «Сингента» для контроля развития прикорневых заболеваний рекомендует пакет АМИСТАР® КОМБИ.

АМИСТАР® КОМБИ – это технологический пакет, включающий в один комби-пак препараты АМИСТАР® ЭКСТРА и МОДДУС® в соотношении 3:1.

Существуют два основных варианта норм расхода АМИСТАР® КОМБИ:

- 1 комби-пак на 20 га (АМИСТАР® ЭКСТРА, 0,75 л/га, + МОДДУС®, 0,25 л/га, обеспечивают физиологическое действие на развитие корневой системы, сохранение продуктивного стеблестоя, антистрессовый эффект при низком фоне болезней или их отсутствии);
- 1 коробка на 17 га (АМИСТАР® ЭКСТРА, 0,9 л/га + МОДДУС®,0,3 л/га обеспечивают густой стеблестой при пороговом фоне развития болезней, снижение риска полегания при повышенном уровне азота в почве, контроль развития прикорневых гнилей посевов по зерновым предшественникам). При этом нормы расхода АМИСТАР® ЭКСТРА и МОДДУС® целесообразно варьировать в зависимости от состояния посева и текущей фитосанитарной ситуации.

АМИСТАР® КОМБИ – это инструмент формирования урожайности пшеницы, позволяющий реализовать потенциал, контролируя как биотические, так и абиотические стрессы.

АМИСТАР® КОМБИ, примененный в конце фазы кущения – начале выхода в трубку, обладает следующими преимуществами:

- контролирует прикорневые гнили при профилактическом применении (а в системе с препаратом МАКСИМ® ФОРТЕ – серьезно снижает риск развития офиоболеза);
- сохраняет продуктивный стеблестой и число зерен в колосе, при этом сохраненный урожай в зависимости от региона составляет от 5 до 15 ц/га;
- снижает риск прикорневого полегания, способствует развитию первичной корневой системы;
- защищает от листовых болезней;
- экономически эффективен даже при отсутствии заболеваний, единственное условие – обработка точно в фазу начала выхода в трубку.

Благодаря фунгицидному действию продукта, а также ощутимому физиологическому эффекту (укреплению и утолщению стенок стеблей) после применения АМИСТАР® КОМБИ прикорневая часть пшеницы остается здоровой и свободной от возбудителей грибных заболеваний. Производственное применение в условиях депрессии фитопатогенных листостебельных заболеваний и стрессовой засухи давало положительный результат. Растения сохраняли листовой аппарат зеленым и здоровым, что способствовало полноценному наливу зерна и получению высокого урожая.

Узнайте больше о продукции компании «Сингента» по телефону горячей линии агрономической поддержки 8 800 200-82-82, а также на сайте www.syngenta.ru

syngenta®
www.syngenta.ru

Не гербицид, а просто БОМБА!

Бомба®

трибенурон-метил, 563 г/кг +
+ флорасулам, 187 г/кг

expectrum инновационные продукты

Двухкомпонентный гербицид для борьбы с широким спектром однолетних и многолетних двудольных сорняков на зерновых культурах

Способствует максимальной реализации потенциала урожайности пшеницы за счет полного отсутствия фитотоксичности к культуре. Обладает широчайшим спектром действия против двудольных сорняков. Является уникальным технологическим решением для борьбы с подмаренником цепким во всех фазах его развития. Имеет широкое «окно» применения – от фазы 2 листьев до появления 2-го междоузлия культуры. Не проявляет последействие в севооборотах.

ЗАО Фирма «Август»
Центральный офис в Москве
129515, г. Москва, ул. Цандера, д. 6
Тел.: (495) 787-08-00
Факс: (495) 787-08-20

С нами расти легче

www.avgust.com

avgust crop protection

8 800 200-82-82

«Сингента» открыла горячую линию агрономической поддержки

ЕСТЬ ВОПРОСЫ? ЗВОНИТЕ НАМ!

Часы работы: пн-пт 6:00-21:00 по московскому времени (звонок по России бесплатный)

syngenta®

www.syngenta.ru

®

ISSN 0044-3913. Земледелие. 2018. № 1.1 - 48. Индекс 70329.