4.2022

ISSN 0044-3913

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

EKONIVA
ЭКОНИВА
СЕМЕНА

СОБСТВЕННАЯ СЕЛЕКЦИОННАЯ ПРОГРАММА ПО ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕ

год внесения в Госреестр **2020**

Пшеница мягкая озимая

ЭН ЦЕФЕЙ®

Тип созревания: среднеспелый
Пластичность сорта: высокая
Масса 1000 зерен: 38-46 г
Норма высева всхожих зерен: 4-5 млн./га
Содержание белка: до 15%
Содержание клейковины: до 28%
Количество зерен в колосе: высокое
Продуктивная кустистость: высокая

год внесения в Госреестр **2021**

Пшеница мягкая озимая

ЭН АЛЬБИРЕО®

Тип созревания: среднеспелый
Пластичность сорта: высокая
Масса 1000 зерен: 35-44 г
Норма высева всхожих зерен: 4-5 млн./га
Содержание белка: до 15%
Содержание клейковины: до 29%
Количество зерен в колосе: высокое
Продуктивная кустистость: высокая

год внесения в Госреестр **2021**

Пшеница мягкая озимая

ЭН ТАЙГЕТА®

Тип созревания: среднеспелый
Пластичность сорта: высокая
Масса 1000 зерен: 38-49 г
Норма высева всхожих зерен: 4-5 млн./га
Содержание белка: до 15%
Содержание клейковины: до 28,5%
Количество зерен в колосе: высокое
Продуктивная кустистость: высокая

Агрономические характеристики

Засухоустойчивость	■■■■□
Устойчивость к полеганию	■■■■■
Устойчивость к осыпанию	■■■■■
Отзывчивость на агрофон	■■■■■
Устойчивость к болезням	■■■■□
Качество зерна	■■■■■

Агрономические характеристики

Засухоустойчивость	■■■■■
Устойчивость к полеганию	■■■■■
Устойчивость к осыпанию	■■■■■
Отзывчивость на агрофон	■■■■■
Устойчивость к болезням	■■■■□
Качество зерна	■■■■■

Агрономические характеристики

Засухоустойчивость	■■■■■
Устойчивость к полеганию	■■■■■
Устойчивость к осыпанию	■■■■■
Отзывчивость на агрофон	■■■■■
Устойчивость к болезням	■■■■□
Качество зерна	■■■■■

www.ekonivasemena.ru
semena@ekoniva-apk.ru

8-800-700-97-51

4.2022 МАЙ-ИЮНЬ

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

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

СОДЕРЖАНИЕ CONTENTS

ПЛОДОРОДИЕ FERTILITY

О. А. Макаров, Н. А. Марахова, В. С. Красильникова, Н. Р. Крючков, М. Р. Чекин, Д. Р. Абдулханова. Опыт оценки ущерба от деградации почв и земель муниципальных образований Российской Федерации 3

O. A. Makarov, N. A. Marakhova, V. S. Krasil'nikova, N. R. Kryuchkov, M. R. Chekin, D. R. Abdulkhanova. Experience in assessing damage from soil and land degradation in municipalities of the Russian Federation

ОБРАБОТКА ПОЧВЫ SOIL CULTIVATION

М.А. Несмеянова, А.В. Дедов, Е.В. Коротких. Влияние приемов основной обработки почвы на ее плодородие, засоренность посевов и урожайность ячменя 8

N.A. Nesmeyanova, A.V. Dedov, E.V. Korotkich. Influence of tillage methods on soil fertility, crops infestation and barley yield

З. М. Азизов, В. В. Архипов, И. Г. Имашев. Ресурсосберегающие системы основной обработки почвы в 4-польном зернопаровом севообороте засушливой чернозёмной степи Поволжья 12

Z. M. Azizov, V. V. Arkhipov, I. G. Imashev. Resource-saving systems of tillage in a 4-field grain-fallow crop rotation in the arid chernozem steppe of the Volga region

СОРТА И СЕМЕНА GRADES AND SEEDS

М. А. Толкачева, А. В. Амелин. Оценка исходного материала для селекции бобов кормовых в условиях Центрально-Черноземного региона 18

M. A. Tolkacheva, A. V. Amelin. Evaluation of the source material for breeding forage beans under the conditions of the Central Chernozem region

М. В. Донская, М. М. Донской, Н. О. Костикова. Оценка качества зерна различных образцов чины посевной 21

M. V. Donskaya, M. M. Donskoi, N. O. Kostikova. Evaluation of grain quality of various samples of Indian pea

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:
П. Н. Балабко, доктор биологических наук
Л. В. Будажапов, член-корреспондент РАН, доктор биологических наук
А. Н. Власенко, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук
Н. Г. Власенко, академик РАН, доктор биологических наук
М. С. Гинс, член-корреспондент РАН, доктор биологических наук
А. В. Гостев, доктор сельскохозяйственных наук
В. И. Долженко, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук
Е. А. Егоров, академик РАН, доктор экономических наук
Г. И. Карлов, академик РАН, доктор биологических наук
А. А. Завалин, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук
В. И. Кирюшин, академик РАН, доктор биологических наук
М. А. Мазиров, доктор биологических наук
С. Г. Монахос, доктор сельскохозяйственных наук
Ю. В. Плугатарь, член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук
В. А. Романенков, доктор биологических наук
П. А. Чекмарев, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук
А. Х. Шеуджен, академик РАН, доктор биологических наук
В. П. Якушев, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук

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

КОНТАКТЫ:
Тел./факс: +7 916 241 63 43

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

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

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

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами в ООО «МЕДИА-ГРАНД» 152900, Ярославская область, г. Рыбинск, ул. Орджоникидзе, д. 57

Подписано в печать 12.05.2022
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”. 2022.

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

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

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

И. С. Карданова, Е. В. Овэс, Н. А. Гаитова. Использование условий высокогорья Северного Кавказа для выращивания мини-клубней картофеля 26

Н. В. Варламов, К. Ю. Зубарева. Обоснование экономических преимуществ сортов сои и технологий их возделывания 31

I. S. Kardanova, E. V. Oves, N. A. Gaitova. Using the conditions of the highlands of the North Caucasus for growing mini-potato tubers

N. V. Varlamov, K. Ju. Zubareva. Substantiation of economic advantages of soybean varieties and technologies of their cultivation

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ **PLANT PROTECTION**

В. В. Тараненко, И. Г. Дмитриева, В. С. Муравьев. Разработка регулятора роста для культуры сорго 35

А. В. Бобровский, Л. В. Плеханова, А. А. Крючков, Л. В. Городова, Н. С. Герасимова. Влияние минеральных удобрений и средств защиты растений на выживаемость, биометрические параметры растений и биохимические показатели семян ярового рапса 39

М. А. Несмеянова, С. И. Коржов, А. В. Дедов, Е. В. Коротких. Изменение видового и количественного состава сорного компонента агроценоза при нулевой технологии возделывания озимой пшеницы 44

V. V. Taranenko, I. G. Dmitrieva, V. S. Muravyov. Development of a growth regulator for sorghum

A. V. Bobrovskiy, L.W. Plechanova, A.A. Kryuchkov, L.V. Gorodova, N.S. Gerasimova. Influence of mineral fertilizers and plant protection products on survival rate, biometric indicators of plants and biochemical parameters of spring rape seeds

M. A. Nesmeyanova, S. I. Korzhov, A. V. Dedov, E. V. Korotkikh. Changes in the species and quantitative composition of the weed component of agrocenosis with zero technology of winter wheat cultivation

Уважаемые читатели!

В 2022 г. наш журнал будет, как и прежде, выходить 8 раз в год, в первый и второй месяцы каждого квартала. Наш подписной индекс в каталоге Урал-Пресс 70329, в каталоге Почта России – ПП852. Возможна подписка через редакцию как на бумажную, так и электронную версию журнала.

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

doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-3-7
УДК 631.42

Опыт оценки ущерба от деградации почв и земель муниципальных образований Российской Федерации*

О. А. МАКАРОВ[1,2], доктор биологических наук, зав. кафедрой, зав. лабораторией
oa_makarov@mail.ru
Н. А. МАРАХОВА[1], аспирант
zenafelekca@gmail.com
В. С. КРАСИЛЬНИКОВА[1], аспирант
valera.krasilnikova@inbox.ru
Н. Р. КРЮЧКОВ[1], аспирант
nrkruychkov@gmail.com
М. Р. ЧЕКИН[1], аспирант
mihaill456@gmail.com
Д. Р. АБДУЛХАНОВА[1], младший научный сотрудник
dina_msu@mail.ru
[1]Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Ленинские горы, 1, стр. 12, Москва, 119991, Российская Федерация
[2]Учебно-опытный почвенно-экологический центр МГУ имени. М.В. Ломоносова, пос. Чашниково, п/о Ударный, Солнечногорский р-н, Московская обл., 141592, Российская Федерация

Исследование проводили с целью оценки ущерба от деградации почв и земель различных муниципальных образований Российской Федерации – Калачёвского муниципального района Волгоградской области, Волоконовского муниципального района Белгородской области, Озёрского муниципального района Калининградской области, Кузнецкого муниципального района Пензенской области. Для расчетов использовали «Методику определения размеров ущерба от деградации почв и земель» (1994), которая предусматривает, в том числе, оценку степени деградации по пятибалльной шкале, как правило, путем сопоставления величин показателей исследуемых почв и их недеградированных аналогов (эталонных почв). Отмечен значительный разброс величин удельного ущерба от деградации почв и земель в различных муниципальных районах. При этом самые высокие значения установлены для чернозёмных почв Волоконовского и Кузнецкого муниципальных районов, что может быть обусловлено высокой нормативной стоимостью земель (в рассматриваемых примерах – их кадастровая стоимость). Ущерб, причиненный землям, обусловлен невысоким уровнем агротехнических мероприятий, главным образом, недостаточным внесением органических и минеральных удобрений, известкованием кислых почв (например, в Озёрском районе) и гипсованием солонцеватых почв (в Калачёвском районе). Подобная ситуация, в целом, свидетельствует о неустойчивом характере землепользования в муниципальных районах, когда сельскохозяйственная деятельность приводит к истощению агроландшафтов. Целесообразно разработать для землепользователей муниципальных образований, занимающихся сельскохозяйственным производством, общие агротехнологические требования по такому возделыванию культур, когда сельскохозяйственным угодьям наносится минимальный ущерб.

Ключевые слова: *ущерб от деградации, сельскохозяйственные угодья, муниципальный район, эталонная почва*

Для цитирования: *Опыт оценки ущерба от деградации почв и земель муниципальных образований Российской Федерации / О. А. Макаров, Н. А. Марахова, В. С. Красильникова и др. // Земледелие. 2022. № 4. С. 3–7. doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-3-7.*

Методы экономического регулирования в области охраны окружающей среды в нашей стране регламентируются статьей 14 Закона от 10 января 2002 г. №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. №7-ФЗ (ред. от 09 марта 2002 г.). Важнейшее место среди них занимает возмещение в установленном порядке вреда окружающей среде. Это один из основополагающих элементов государственного земельного контроля в Российской Федерации, установленный Приказом Минприроды РФ от 25.05.1994 N 160 «Об утверждении Инструкции по организации и осуществлению государственного контроля за использованием и охраной земель органами Минприроды России». В этой связи среди экономических механизмов контроля деградации земель в России преобладает оценка ущерба/вреда, осуществляющаяся через сравнение деградированных и эталонных почв [1]. Разработаны шкалы деградации и загрязнения почв и земель, которые опираются на представления об устойчивости экосистем к внешней нагрузке, о допустимых уровнях изменений качества окружающей среды в целом и ее отдельных компонентов [2].

В большинстве случаев понятия «вред» и «ущерб» равнозначны по своему смыслу [1], однако, термин «вред» более комплексный, чем «ущерб» и может выражаться не только в денежных единицах, а, например, в баллах (потери экологического качества конкретных природных компонентов).

Существует два основных способа исчисления размеров ущерба/вреда, нанесенного почвам и землям:

исходя из затрат на проведение полного объема работ по очистке загрязненных земель, восстановлению деградированных земель, изъятию отходов с захламленных участков;

в случае невозможности оценить указанные затраты, размеры ущерба от загрязнения и деградации земель рассчитывают по формулам, которые учитывают площадь, глубину и степень загрязнения, деградации и захламления, экономические характеристики исследуемого региона и специальные земельные таксы, назначаемые нормативным путем

Среди наиболее распространенных методик оценки ущерба/вреда можно назвать следующие:

«Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (утвержден приказом Роскомзема 10.11.1993 г. и Минприроды РФ от 18.11.1993 г.) – сейчас не действует;

«Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель» (утверждена приказом Роскомзема и Минприроды России от 17.07.1994 г.) – сейчас не действует;

«Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды»

*работа поддержана грантом РФФИ №19-29-05021 мк.

(утверждена приказом Минприроды России от 08.07.2010 г. № 238) – действующая.

На сегодняшний день в нашей стране накоплен значительный опыт расчета величины ущерба от деградации почв и земель как для отдельных локальных территорий (прежде всего, агрохозяйств), так и для регионов (субъектов Федерации) в целом [1]. В наименьшей степени работы такого плана выполняли для почв и земель муниципальных образований – территорий, на которых осуществляется местное самоуправление в России, то есть решаются преимущественно вопросы местного значения. Возможно, недостаточная изученность вопросов определения нанесенного почвам и землям муниципальных образований ущерба/вреда процессами загрязнения и деградации как раз и обусловлена тем, что они выходят за пределы компетенции управлений Росприроднадзора и Россельхознадзора по субъекту Российской Федерации и природоохранных ведомств региональных правительств, а у муниципальных органов власти отсутствует необходимый управленческий потенциал.

Цель исследований – оценка ущерба от деградации почв и земель различных муниципальных образований Российской Федерации.

Работу проводили на примере Калачёвского муниципального района Волгоградской области, Волоконовского муниципального района Белгородской области, Озёрского муниципального района Калининградской области и Кузнецкого муниципального района Пензенской области.

Волгоградская область в целом расположена в пределах двух почвенных зон – черноземной и каштановой: на различные варианты чернозёмов приходится 31,5% от общей площади региона, каштановых почв – 31,2% [3]. На территории *Калачёвского муниципальный района*, который находится по обе стороны Цимлянского водохранилища, преобладают каштановые почвы. Для них характерны процессы деградации, типичные для аридных территорий – осолонцевание, засоление, ветровая эрозия, агроистощение и др. При этом, ввиду развития орошаемого земледелия, в области в целом и в районе в частности особенно остро стоят вопросы засоления и осолонцевания почв.

Наиболее распространенные в Белгородской области почвы – чернозёмы – занимают 2090,8 тыс. га, или 77,1 % от всей площади региона, в том числе чернозёмы овражно-балочного комплекса (327,6 тыс. га). Площадь распаханных чернозёмов достигает 1484,9 тыс. га, или 89,9 % пашни. Почвенный покров Белгородской области подвержен различным деградационным процессам, среди которых можно выделить следующие: эрозия – общая площадь эродированных почв составляет 53,6 %, в том числе сельскохозяйственных угодий – 50,7 %, почв пашни – 47,9 % [4]; подкисление – доля кислых почв в 2010–2014 гг. составляла 45,8 % [5]; агроистощение; загрязнение (в том числе, радионуклидами) – в результате чернобыльской катастрофы в наибольшей степени пострадали восточные районы области, на территории которых около 140 тыс. га пашни были загрязнены цезием-137 в пределах 1...5 Ku/км^2. *Волоконовский муниципальный район*, расположенный на юге Белгородской области, входит в состав Среднерусской лесостепной провинции, черноземы которой относятся преимущественно к среднемощным, редко мощным (мощность горизонтов А+АВ составляет 60...85 см) среднегумусным и малогумусным (содержание гумуса в пахотном слое – 5,5...6,5 %) [5]. Для почв района характерны прежде всего агроистощение и эрозия. При этом эрозионным процессам подвержены 46,1 % от общей площади пахотных почв муниципального района, в том числе 32,3 % слабосмытые почвы, 10,2 % среднесмытые, 3,3 % сильносмытые и 0,3 % развеваемые почвы [4].

Калининградская область расположена в лесной зоне, в подзоне смешанных хвойно-широколиственных лесов на границе с подзоной приатлантических широколиственных лесов, что определяет зональные типы почв. Преобладают подзолистые почвы разной степени оподзоленности. На дерново-подзолистые почвы приходится около 80 % площади сельскохозяйственных угодий области, дерновые карбонатные и дерновые глеевые – 7,3 %, аллювиальные – 8,2 %, торфяные и болотные – 4,4 %, прочие – 0,1 %. Общая площадь земельных угодий Калининградской области достигает 1512 тыс. га. На пахотные земли приходится около 400 тыс. га, на пастбищные – около 280 тыс. га, на сенокосные луга – более 150 тыс. га. Земли государственного лесного фонда занимают более 272 тыс. га, прочие землепользования (города, поселки, хутора, дорожная сеть) – 170 тыс. га. Мелиоративная освоенность земельных угодий в Калининградской области достигает 90 %. Важная особенность почвенного покрова и земельных угодий этого субъекта Федерации – длительное воздействие человека на плодородие почв и почвообразовательные процессы. Поэтому почвы Калининградской области можно назвать окультуренными [6]. В регионе наблюдается физическая потеря плодородия из-за вымывания питательных веществ. Помимо этого, продолжительная мелиоративная неорганизованность приводит к преобладанию восстановительных процессов над окислительными, что способствует переходу элементов питания в недоступное для растений состояние и потере ценных агрофизических свойств [7]. Совокупность этих факторов может служить первопричиной спада производительности земледелия и других сельскохозяйственных отраслей. В регионе развиты такие процессы деградации почв, как переувлажнение, подкисление, дегумификация и потеря питательных веществ – агроистощение. *Озерский муниципальный район* расположен на Виштынецкой возвышенности, поэтому там помимо прочего, находятся наиболее эрозионно-опасные земли, что подтверждает высокий уровень эрозии почв относительно других районов области. Рассматриваемое хозяйство располагается в северной части Озерского района, где перепады высот выражены слабее, поэтому сильного проявления эрозии не наблюдаются.

По почвенно-климатическим условиям Пензенская область относится к лиственно-лесной (примерно одна треть территории) и лесостепной зонам. Важнейшая черта лиственно-лесной зоны (подзоны широколиственных лесов) – преобладание в почвенном покрове серых лесных почв. В лесостепной зоне доминируют черноземы, в большей степени – выщелоченные, в меньшей – оподзоленные и типичные [8]. Территория в административных границах Пензенской области составляет 4335,2 тыс. га, из них площадь земель сельскохозяйственного назначения 3073,3 га, в том числе сельскохозяйственных угодий 2883,7 га, пашни – 2191,4 га. По данным Государственного доклада «О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Пензенской области в 2019 году» (2020), в регионе за последние 3 года введено в оборот 144 тыс. га неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения. Территория *Кузнецкого муниципального района* пересечена овражно-болотистой сетью. Почвы района – черноземы выщелоченные, темно-серые лесные, серые лесные, светло-серые лесные. Преобладают легкоглинистые, суглинистые по-

1. Результаты расчета ущерба от деградации земель Калачёвского района Волгоградской области

Показатель деградации	Степень деградации	S, га	Кс	Кэ	Кв	Ущерб от деградации, тыс. руб.
Уменьшение содержания подвижного калия	2	3600	0,5	1,9	0,9	157557
Уменьшение содержания подвижного фосфора	2	11700	0,5	1,9	0,9	512060
	1	31900	0,2	1,9	0,9	1194298
Изменение кислотности ($pH_{водн.}$)	1	6200	0,2	1,9	0,9	232121
Осолонцевание	4	6200	1	3,2	1,9	863092
Уменьшение содержания гумуса	4	13000	1	1,9	0,9	706040
	1	119400	0,2	1,9	0,9	4470193
Общая величина ущерба						8135360

**Нс – 11100 руб./га, Дх – 36912 руб./га.*

чвы, на долю которых приходится 87 % общей площади. Из процессов деградации земель наибольшее распространение имеют агроистощение и водная эрозия.

Для расчетов величины ущерба от деградации земель всех исследуемых муниципальных районов использовали «Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель»» утвержденную приказом Роскомзема и Минприроды России от 17.07.1994 г. Указанные расчеты осуществляли по следующей формуле:

$$Ущ = Нс \times S \times Кэ \times Кс \times Кп + Дх \times S \times Кв, \quad (1)$$

где *Ущ* – размер ущерба от деградации почв и земель, руб.; *Нс* – нормативная стоимость участка, руб./га (как правило, определяли по величине кадастровой стоимости в соответствии с Приказами соответствующих комитетов по управлению государственным имуществом областей); *Дх* – годовой доход с единицы площади, руб./га (в разных случаях рассчитывали по-разному: например, в случае с Калачёвским районом это среднее арифметическое дохода агрохозяйства в муниципальном районе с 1 га за определенный период времени); *S* – площадь деградированных почв и земель, га; *Кэ* – коэффициент экологической ситуации территории; *Кв* – коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению деградированных почв и земель; *Кс* – коэффициент пересчета в зависимости от изменения степени деградации почв и земель; *Кп* – коэффициент для особо охраняемых территорий.

В качестве показателей деградации земель использовали уменьшение содержания гумуса, подвижного калия и фосфора, изменение показателя кислотности почв. Кроме того, в Калачёвском районе принимали во внимание показатель осолонцевания земель, в Волоконовском районе – эродированность почв.

При определении степени деградации земель (необходима для расчета *Кс*) использовали эталонные значения показателей свойств почв из научных и методических работ, в том числе, регионального характера:

для Калачёвского муниципального района – по данным монографии «Зонально-провинциальные нормативы изменений агрохимических, физико-химических и физических показателей основных пахотных почв европейской территории России при антропогенных воздействиях» [9] и «Красная книга почв Волгоградской области» [10];

для Волоконовского муниципального района – из работ «Агроэкологическое состояние и продуктивность почв Белгородской области» [5] и «Белгородская модель адаптивно-ландшафтного земледелия» [11];

для Озёрского муниципального района – из монографии «Зонально-провинциальные нормативы изменений агрохимических, физико-химических и физических показателей основных пахотных почв европейской территории России при антропогенных воздействиях» [9];

для Кузнецкого муниципального района – по данным монографии «Оценка почв» [12], статей О.В. Черновой с соавторами, посвященных проблематике создания и освоения региональных красных книг почв [13, 14].

Анализ результатов расчета ущерба от деградации почв и земель сельскохозяйственного назначения Калачёвского муниципального района (табл. 1), позволяет сделать следующие предварительные заключения:

по показателю уменьшения содержания подвижного калия, по сравнению с недеградированными почвами, абсолютно преобладают контуры, почвы которых характеризуются 2-й степенью деградации;

по уменьшению содержания подвижного фосфора доминируют контуры, почвы которых характеризуются 1-й и 2-й степенью деградации;

по изменению кислотности все почвы района имеют 1-ю степень деградации;

по показателю осолонцевания, которое оценивали по величине площади почв со щелочной реакцией среды ($pH_{водн.}$ > 7,6), почвы соответствовали 4-й степени деградации;

по показателю уменьшения содержания гумуса придерживались следующих критериев: считали, что

2. Расчет показателя ущерба от деградации земель для территории Волоконовского муниципального района Белгородской области*

Показатель деградации	Степень деградации	Кс	S, га	Ущерб, млн руб.	Суммарный ущерб по показателю, млн руб.
Уменьшение содержания гумуса	0	0	30113,1	1348,9	3922,9
	1	0,2	16545,8	1407,0	
	2	0,5	7060,9	1026,6	
	3	0,8	682,3	140,4	
	нет данных	нет данных	5287,5	0,0	
	нет деградации	нет деградации	15277,2	0,0	
Уменьшение содержания подвижного фосфора	0	0	1397,3	62,6	818,5
	1	0,2	1414,5	120,2	
	2	0,5	2071,7	301,2	
	3	0,8	1615,8	332,5	
	4	1	7,8	1,9	
	нет данных	нет данных	3061,6	0,0	
	нет деградации	нет деградации	65398,2	0,0	
Изменение показателя кислотности	0	0	30710,4	1375,7	1878,8
	1	0,2	5028,0	427,6	
	2	0,5	520,3	75,6	
	нет данных	нет данных	3061,6	0,0	
	нет деградации	нет деградации	35646,6	0,0	
Эрозия	2	0,5	906,3	131,8	17319,8
	3	0,8	8724,5	1795,1	
	4	1	62574,1	15392,9	

**Нс – 100,6 тыс. руб./га; Кэ – 2,0; Дх – 49,8 тыс. руб./га; Кв – 0,9; суммарный ущерб: общий – 23939,9 млн руб., в расчете на 1 га – 319,3 тыс. руб.*

3. Ущерб от деградации почв и земель сельскохозяйственного назначения Озерского муниципального района Калининградской области

Показатель	Уменьшение содержания			Изменение кислотности (pH_{KCl}), га
	гумуса	подвижного фосфора	подвижного калия	
Площадь земель со степенью деградации, га				
0	2416,9	9264,7	9645,1	21214,7
1	2416,9	4833,7	9645,1	1946,9
2	2416,9	16783,8	7250,6	1991,7
3	2416,9	20241,3	9936,0	44,8
4	2416,9	10439,5	0	44,8
Ущерб, млн руб.	485,5	2816,4	1 158,5	141,5

Суммарный ущерб: общий – 4601,8 млн руб.; удельный – 68,5 тыс. руб./га

группа почв «меньше минимального содержания» подвержена деградации 4-й степени, а слабогумусированные почвы – 1-й степени (на долю таких почв приходится почти 60 % от всей площади).

Таким образом, для сельскохозяйственных угодий Калачёвского района Волгоградской области, в целом, характерны такие процессы деградации, как осолонцевание (проявляется в значительной доле солонцовых почв в составе почвенного покрова) и агроистощение (изменение кислотности, уменьшение содержания гумуса, подвижного калия и фосфора, по сравнению с эталоном). Общая сумма ущерба от деградации земель по указанным показателям составила 8 135 360 220 руб., или 19 255 руб./га.

Максимальная величина удельного ущерба от деградации земель сельскохозяйственного назначения на территории Волоконовского муниципального района связана с эрозией почв (231,0 тыс. руб./га), от уменьшения содержания гумуса – 52,3 тыс. руб./га, от уменьшения содержания подвижного фосфора – 10,9 тыс.руб./га, от изменения показателя кислотности почв – 25,1 тыс. руб./га (табл. 2).

Самая значительная степень деградации (вплоть до 4-й – очень высокой) и, соответственно, величины ущерба от неё для Озерского муниципального района была определена для показателя содержания доступного фосфора (табл. 3), его вклад в величину общего ущерба составил 61 %. Самые незначительные проявления деградации почв и земель сельскохозяйственного назначения установлены для содержания гумуса и увеличения кислотности.

4. Ущерб от деградации почв и земель сельскохозяйственного назначения Кузнецкого муниципального района*

Показатель деградации	Степень деградации	S, га	Кс	Ущерб от деградации, тыс. руб.
Уменьшение содержания подвижного калия	4	1200,0	1,0	198468,0
	3	15300,0	0,8	2197324,8
	2	23300,0	0,5	2585251,5
	1	17200,0	0,2	1346656,8
Уменьшение содержания подвижного фосфора	4	4100,0	1,0	678099,0
	3	40700,0	0,8	5845171,2
	1	11900,0	0,2	931698,6
Изменение кислотности (pH_{KCl})	4	6 100,0	1	1008879,0
	3	29 500,0	0,8	4236672,0
	1	20 800,0	0,2	1628515,2
Уменьшение содержания гумуса	4	6 200,0	1,0	1025418,0
	2	18 800,0	0,5	2085954,0
	1	30 300,0	0,2	2372308,2
Общая величина ущерба				35345690,1
Ущерб на единицу площади				124,2

**Нс – 57300 руб./га, Дх – 62800 руб./га, Кэ – 1,9, Кв – 0,9.*

Суммарный ущерб от деградации почв и земель сельскохозяйственного назначения Кузнецкого муниципального района Пензенской области составил 35,3 млрд руб., в расчете на единицу площади – 124,2 тыс. руб./га (табл. 4).

Сопоставление результатов определения величин удельного ущерба от деградации почв и земель (табл. 5), свидетельствует о их значительном разбросе в различных муниципальных районах. Самыми высокими они были для чернозёмных почв Волоконовского и Кузнецкого муниципальных районов, что может быть обусловлено высокой нормативной стоимостью земель (в качестве которой в рассматриваемых примерах выступала их кадастровая стоимость) для этих территорий. Так, если для Калачёвского района она составляла 11100 руб./га, то для Кузнецкого района – 57300 руб./га. Кроме того, на величину удельного ущерба от деградации почв и земель, разумеется, влияют и различные эталонные значения показателей свойств почв.

Как было отмечено ранее, полученные суммы ущерба от деградации земель фактически составляют стоимость работ по их восстановлению. Так как исследованные земли муниципальных районов относятся к категории земель сельскохозяйственного назначения, то ответственность за их восстановление ложится на местные аграрные предприятия. По сути, причиненный землям ущерб обусловлен невысоким уровнем проводимых агротехнических мероприятий – главным

5. Результаты расчетов удельного ущерба от деградации почв и земель муниципальных районов

Муниципальный район	Эталонная почва	Показатель деградации	Удельный ущерб от деградации, тыс. руб./га
Калачёвский	каштановая	уменьшение содержания подвижного калия, фосфора и гумуса, изменение показателя кислотности почв, показатель осолонцевания почв	19,3
Волоконовский	чернозем	уменьшение содержания подвижного калия, фосфора, и гумуса, изменение показателя кислотности почв, показатель эродированности почв	319,3
Озёрский	дерново-подзолистая	уменьшение содержания подвижного калия, фосфора, и гумуса, изменение показателя кислотности почв	68,5
Кузнецкий	чернозем	уменьшение содержания подвижного калия, фосфора и гумуса, изменение показателя кислотности почв.	124,2

образом, недостаточным внесением органических и минеральных удобрений, известкования кислых почв (например, в Озёрском районе) и гипсования солонцеватых почв (в Калачёвском районе). Разумеется, подобная ситуация, в целом, свидетельствует о неустойчивом характере землепользования, когда сельскохозяйственная деятельность приводит к истощению агроландшафтов.

«Негосударственный» статус муниципальных образований, которые должны решать проблемы местного, «негосударственного» значения, затрудняет организацию полноценной природоохранной и почвоохранной (как составной части аграрной) политики. В связи с этим необходимо разработать для землепользователей муниципальных образований, занимающихся сельскохозяйственным производством, общие агротехнологические требования при использовании которых причиняется минимальный ущерб сельскохозяйственным угодьям. За основу можно взять «Кодекс добросовестного землепользователя Белгородской области», утвержденный Постановлением Правительства Белгородской области от 26 января 2015 года N 14-пп. Указанные агротехнологические требования, разумеется, должны быть различными для муниципальных образований, расположенных в различных биоклиматических условиях. В качестве одного из таких требований (в независимости от состава почвенного покрова и особенностей сельскохозяйственного производства) должно быть увеличение налоговой нагрузки на тех собственников сельскохозяйственных земель, деятельность которых привела к их деградации.

Таким образом, оценка ущерба от деградации почв и земель различных муниципальных образований Российской Федерации показала его значительный разброс в различных муниципальных районах. Причиненный ущерб в основном обусловлен невысоким уровнем проводимых агротехнических мероприятий, главным образом, недостаточным внесением химических мелиорантов, органических и минеральных удобрений. Для решения этой проблемы необходима разработка соответствующей нормативной базы.

Литература.

1. Роль почв в оценке деградации земель (обзор) / Е.В. Цветнов, О.А. Макаров, А.С. Строков и др. // Почвоведение. 2021. № 3. С. 363–371.

2. Яковлев А. С. Вопросы экологического нормирования и установления фоновых значений свойств почв природных и природно-антропогенных объектов // Почвоведение. 2022. № 2. С. 252–260.

3.Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0 / А. Л. Иванов, С. А. Шоба, В. С. Столбовой и др. Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии Москва, 2014. 768 с.

4. Цифровое моделирование строения и степени эродированности почвенного покрова (Прохоровский район Белгородской области) / А. П. Жидкин, М. А. Смирнова, А. Н. Геннадиев и др. // Почвоведение. 2021. № 1. С. 17–30.

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

6. Панасин В. И., Депутатов К. В., Вихман М. И. Почвы Калининградской области и их агрохимические свойства: монография. Калининград: БФУ им. И. Канта, 2020. 232 с.

7. Панасин В. И., Депутатов К. В., Рымаренко Д. А. Эколого-геохимические особенности распределения микроэлементов в почвах Калининградской области// Проблемы агрохимии и экологии. 2019. № 3. С. 3–7.

8. Опыт оценки нейтрального баланса деградации земель Приволжского федерального округа (на примере Пензенской области) / О. А. Макаров, Е. В. Цветнов, О. Б. Цветнова и др. // Агрохимический вестник. 2021. № 5. С. 8–11.

9. Зонально-провинциальные нормативы изменения агрохимических, физико-химических и физических показателей основных пахотных почв Европейской территории России при антропогенных воздействиях/А. С. Фрид, И. В. Кузнецова, И. Е. Королева и др. М.: Почвенный институт имени В.В. Докучаева, 2010. 176 с.

10. Красная книга почв Волгоградской области / К. Н. Кулик, В. М. Кретинин, А. С. Рулёв и др. Волгоград: Комитет природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской области, 2017. 224 с.

11. Белгородская модель адаптивно-ландшафтного земледелия: монография/ В. И. Кирюшин, С. В. Лукин, В. Д. Соловиченко и др.; под общей редакцией В. И. Кирюшина. Белгород: Константа, 2019. 269 с.

12. Оценка почв / В. И. Савич, И. И. Амергужин, И. И. Карманов и др. Астана, 2003. 554 с.

13. Чернова О.В., Безуглова О.С. Принципы и особенности создания красных книг почв степных регионов (на примере Ростовской области) // Аридные экосистемы. 2018. Т. 24. № 1 (74). С. 42–53.

14. Комплексный подход к картографической оценке запасов органического углерода в почвах России / О. В. Чернова, О. М. Голозубов, И. О. Алябина и др. // Почвоведение.2021. № 3. С. 273–286.

Experience in assessing damage from soil and land degradation in municipalities of the Russian Federation

O. A. Makarov[1,2], N. A. Marakhova[1], V. S. Krasil'nikova[1], N. R. Kryuchkov[1], M. R. Chekin[1], D. R. Abdulkhanova[1]

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

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

Abstract. *The study was carried out to assess the damage from soil and land degradation in various municipalities of the Russian Federation: the Kalachevsky municipal district of the Volgograd region, the Volokonovsky municipal district of the Belgorod region, the Ozersky municipal district of the Kaliningrad region, the Kuznetsky municipal district of the Penza region. For calculations, we used "Methodology for determining the extent of damage from soil and land degradation" (1994), which provides, among other things, for assessing the degree of degradation on a five-point scale, as a rule, by comparing the values of indicators of the studied soils and their non-degraded analogues (reference soils). A significant range in the values of specific damage from soil and land degradation in various municipal districts was noted. The highest values were established for chernozem soils of the Volokonovsky and Kuznetsky municipal districts, which may be due to the high standard value of land (in the examples under consideration, their cadastral value). The damage caused to the lands is due to the low level of agrotechnical measures, mainly, insufficient application of organic and mineral fertilizers, liming of acidic soils (for example, in the Ozersky district) and gypsuming of alkaline soils (in the Kalachevsky district). This situation, in general, indicates the unstable nature of land use in municipal districts, when agricultural activities lead to the depletion of agricultural landscapes. It is advisable to develop general agro-technological requirements for land users of municipalities engaged in agricultural production for such cultivation of crops when minimal damage is caused to agricultural land.*

Keywords: *damage from degradation; agricultural land; municipal district; reference soil.*

Author Details: *O. A. Makarov, D.Sc. (Biol.), head of department, head of laboratory (e-mail: oa_makarov@mail.ru); N. A. Marakhova, post graduate student (e-mail: zenafelekca@gmail.com); V. S. Krasil'nikova, post graduate student (e-mail: valera.krasilnikova@inbox.ru); N. R. Kryuchkov, post graduate student (e-mail: nrkruychkov@gmail.com); M. R. Chekin, post graduate student (e-mail: mihaill456@gmail.com); D. R. Abdulkhanova, junior research fellow (e-mail: dina_msu@mail.ru).*

For citation: *Makarov OA, Marakhova NA, Krasil'nikova VS, et al. [Experience in assessing damage from soil and land degradation in municipalities of the Russian Federation] Zemledelie. 2022;(4):3-7. Russian. doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-3-7.*

doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-8-11
УДК 633.16:631.434:631.51.021

Влияние приемов основной обработки почвы на ее плодородие, засоренность посевов и урожайность ячменя

М.А. НЕСМЕЯНОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: marina-nesmeyanova2012@yandex.ru)
А.В. ДЕДОВ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Е.В. КОРОТКИХ, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, д.1, Воронеж, 394087, Российская Федерация

Исследование выполняли с целью определения влияния различных приемов основной обработки почвы на ее структуру и водопрочность, засоренность посевов, содержание в почве органического вещества, урожайность и качество ярового ячменя на черноземе типичном в условиях Воронежской области. Замена отвальной обработки почвы безотвальным рыхлением на глубину 14...16 см (культиватор Top Down 500) обеспечивает формирование существенно более высокого коэффициента структурности (3,4), по сравнению с контролем, не оказывая при этом достоверного влияния на водопрочность почвы. Одновременно происходит увеличение содержания в почве детрита (на 0,06...0,08 %). В этом варианте установлена минимальная засоренность посевов – 72 шт./м^2 при существенно меньшей, чем после вспашки, биомассе – 11 г/м^2. Ни один из приемов безотвальной обработки почвы не оказал достоверного влияния на продуктивную кустистость ярового ячменя. При этом отмечена четко выраженная тенденция роста величины этого показателя на 21 шт./м^2 при безотвальном рыхлении и на 12 шт./м^2 – при двукратном дисковании, по сравнению с контролем. Урожайность и качество продукции ячменя, выращенной при вспашке, находились на уровне аналогичных показателей в других вариантах обработки почвы. Наиболее экономически выгоден, несмотря на повышенные затраты, вариант с отвальной обработкой почвы (благодаря формированию более высокой урожайности) – уровень рентабельности составил 139,2 %. Рентабельность возделывания ячменя на фоне безотвального рыхления была на 6,6 % ниже.

Ключевые слова: *яровой ячмень, структура почвы, детрит, урожайность, вспашка, дисковая обработка, безотвальный способ.*

Для цитирования: *Несмеянова М.А., Дедов А.В., Коротких Е.В. Влияние приемов основной обработки почвы на ее плодородие, засоренность посевов и урожайность ячменя // Земледелие. 2022. № 4. С. 8–11. doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-8-11.*

В последние годы в сельскохозяйственном производстве стало очень актуально снижение себестоимости производимой сельскохозяйственной продукции, основанное на сокращении или замене некоторых агротехнических приемов или технологических операций на менее затратные. В современном индустриальном обществе в погоне за увеличением прибыли многие аграрии совершают ошибки, связанные с отказом от основной обработки почвы, сокращением числа используемых технологических приемов, необоснованной заменой способов и сокращением глубины обработки почвы.

Важным направлением исследований сегодня становится оценка приемов обработки почвы с точки зрения их влияния на основные показатели плодородия [1, 2, 3], количество и качество производимой продукции [4], ресурсо- и энергосбережение и воздействие на сорный компонент агрофитоценоза [5]. Различными авторами было установлено существенное воздействие обработки почвы на разные показатели почвенного плодородия и урожайность возделываемых культур [6, 7, 8], тем не менее вопрос минимизации обработки почвы остается актуальным.

Цель исследования – определение влияния различных приемов обработки почвы на ее плодородие, засоренность посевов и урожайность ячменя.

Для ее достижения решали следующие задачи:

определить влияние основной обработки почвы на структурный состав пахотного слоя почвы и водопрочность агрегатов, содержание в почве детрита, количественно-видовой состав сорной растительности, урожайность и качество зерна ячменя;

рассчитать экономическую эффективность изучаемых приемов основной обработки почвы.

Исследования проводили в 2019–2021 гг. на опытном участке, заложенном на черноземе типичном, глинистом в Панинском районе Воронежской области. Почва опытного участка имела слабокислую реакцию почвенного раствора – 5,6 (по методу ЦИНАО, ГОСТ 26483-85), содержание гумуса в слое почвы 0...30 см (по Тюрину, модификация Симакова: окисление по Никитину) – 7 %, подвижных форм фосфора и калия (по Чирикову, ГОСТ 26204-91) – 111 и 151 мг/кг почвы соответственно.

Схема полевого эксперимента предусматривала 3 варианта:

вспашка (контроль) на глубину 22...25 см (плуг Lemken Eurodiamant 10);

безотвальная обработка на глубину 14...16 см (культиватор Top Down 500);

двукратное дискование на глубину 8...10 см (дискатор Lemken Rubin 9).

Опыт заложен в трехкратной повторности в соответствии с общепринятой методикой (*Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Альянс, 2011. 315 с.*). Исследования осуществляли в севообороте, развернутом всеми полями во времени и пространстве: пар – озимая пшеница – кукуруза на зерно – ячмень – подсолнечник – ячмень – лен. Возделывание ячменя осуществляли по интенсивной технологии, предшественник – подсолнечник. Все агротехнические мероприятия, за исключением изучаемых приемов основной обработки почвы, однотипны.

Отбор проб, проведение наблюдений и анализов осуществляли в фазы всходов и полной спелости ячменя (предшественник подсолнечник). Все исследования проводили по общепринятым методикам: структурный состав пахотного слоя почвы и водопрочность агрегатов – по методу Саввина-Тюлина; содержание в почве детрита – по методике, предложенной Н.Ф. Ганджарой; засоренность посевов – количественно-видовым методом; сырую биомассу сорных

1. Влияние приемов основной обработки почвы на структурный состав слоя почвы 0…30 см и ее водопрочность, %

Вариант	Содержание фракций размером						Водопрочность
	>10 мм		10…0,25 мм		<0,25 мм		
	всходы	полная спелость	всходы	полная спелость	всходы	полная спелость	
Вспашка (контроль)	25,7	16,4	67,3	76,9	7,0	6,7	78
Безотвальная обработка	25,8	10,4	69,8	81,7	4,4	7,9	79
Двукратное дискование	25,3	14,9	70,1	78,3	4,6	6,8	79
$НСР_{05}$	5,7	3,8	2,5	1,1	5,0	3,3	4

растений – весовым методом; урожайность – сплошным методом с пересчетом на стандартную влажность и 100 %-ную чистоту. Результаты исследований были подвергнуты статистической обработке методами дисперсионного анализа с использованием специальных компьютерных программ. Экономическую эффективность рассчитывали в программе «1С: Предприятие 8.3 (8.3.18.1741)».

Метеоусловия вегетационного периода 2019 г. были засушливыми (ГТК по Селянинову – 0,8), 2020 г. – очень засушливыми (ГТК – 0,4), 2021 г. – слабо засушливыми (ГТК – 1,2).

На размеры урожаев сельскохозяйственных культур и плодородие почвы большое влияние оказывают водный, воздушный и тепловой режимы почвы. Их умелое и правильное регулирование обеспечивает достаточно интенсивную жизнедеятельность почвенных микроорганизмов, способствует лучшему развитию и росту растений. Важную роль в процессе регулирования условий жизнедеятельности растений и других живых организмов играет структура почвы.

Самый высокий коэффициент структурности почвы отмечен при безотвальном рыхлении – 3,4. В среднем за вегетационный период в этом варианте доля агрономически ценных агрегатов составляла 75,7 % (табл. 1). При этом в фазе всходов наибольшее количество агрегатов размером 10…0,25 мм было при двукратном дисковании (70,1 %), а в фазе полной спелости – при безотвальной обработке (81,7 %). Разница величин этих показателей с контролем была существенной. Наименьшие коэффициенты структурности как в фазе всходов, так и при полной спелости ячменя отмечены на фоне отвальной обработки почвы – соответственно 2,0 и 3,3.

С агрономической точки зрения важны не только размер и соотношение структурных агрегатов, но и их водопрочность. В наших исследованиях в пахотном слое почвы во всех вариантах она характеризовалась как «отличная», и различалась между вариантами не существенно.

Органическое вещество почвы занимает ведущее место в формировании почвенного плодородия, создании благоприятных условий для жизнедеятельности микроорганизмов, роста и развития растений, снижении отрицательных последствий антропогенного воздействия на почву и повышении устойчивости земледелия при неблагоприятных климатических условиях. Среди составляющих органического вещества почвы можно выделить группу лабильных, легкоразлагаемых соединений, к числу которых относятся неразложившиеся органические остатки и промежуточные продукты их разложения типа детрита. Они достаточно легко минерализуются и служат основным источником элементов питания растений, энергетического материала, физиологически активных веществ, участвуют в формировании агрономически ценных структурных агрегатов почвы. Их быстрая минерализация усиливает выделение углекислого газа, необходимого для фотосинтеза.

Помимо этого, лабильные вещества несут на себе функции по защите устойчивых (консервативных) компонентов органической части почвы. Малое количество этих соединений и достаточно быстрое их разложение приводят к минерализации консервативной части органического вещества, и в конечном итоге к деградации почвы. Количество легкоминерализуемого органического вещества в почве варьирует в течении сезона, что обусловлено процессами его разложения, максимально проявляющимися в начале вегетации, и при увеличении корневой массы растений.

Первоочередная задача для современной науки в сфере сохранения плодородия почвы – увеличение темпов образования лабильной части гумуса путем увеличения поступления в почву растительных остатков и снижения интенсивности процессов минерализации. В первую очередь речь идет о детрите, который служит источником формирования устойчивых гумусовых веществ.

В связи с изложенным, одно из основных условий выбора способа осенней обработки почвы – недопущение снижения ее плодородия, уменьшения содержания гумуса, в частности детрита.

Содержание детрита в слое почвы 0…30 см в вариантах вспашки и двукратного дискования находилось на одном уровне. Наибольшую величину этого показателя наблюдали в фазе всходов и полной спелости ячменя в варианте с безотвальной обработкой почвы – 0,595…0,560 %, что было на 0,080…0,060 % выше, чем в контроле (см. рисунок). На наш взгляд, этот положительный эффект обеспечило мульчирование верхнего слоя почвы и создание в нем благоприятной среды для почвенных микроорганизмов. Наименьшее содержание детрита выявлено в фазе полной спелости

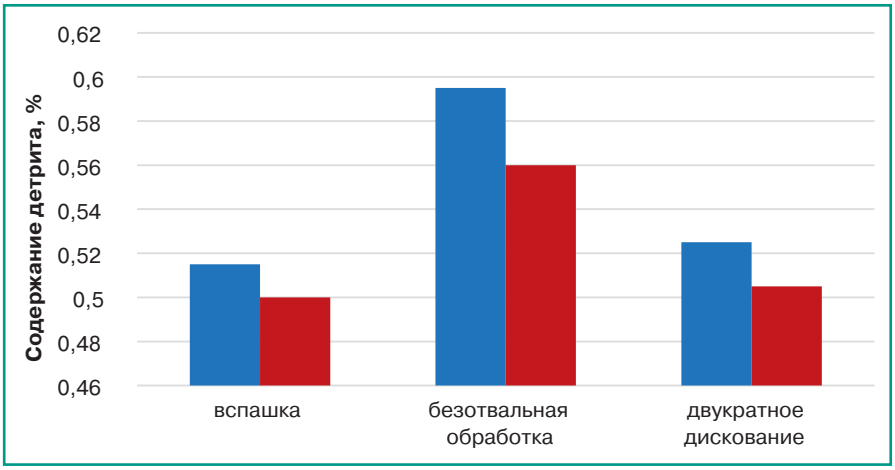


Рисунок. *Содержание детрита в слое почвы 0…30 см в зависимости от варианта обработки почвы ($НСР_{05}$ для фазы всходов – 0,06, полная спелость – 0,04), %: ■ – всходы; ■ – полная спелость.*

2. Засоренность посевов ячменя в зависимости от обработки почвы (2019–2021 гг.)

Вариант	Количество сорных растений, шт./м^2	Биомасса сорных растений, г/м^2
Вспашка (контроль)	158	26,7
Безотвальная обработка	73	11,6
Двукратное дискование	91	14,8
НСР$_{05}$	7	7,9

в контроле – 0,50 %. При вспашке основная масса пожнивно-корневых остатков была перемещена в нижние горизонты обрабатываемого слоя, что уменьшило темпы их разложения по причине сокращения доступа кислорода и активности почвенных микроорганизмов.

Значительное влияние на эффективность производства продукции растениеводства оказывают сорные растения. Составляя серьезную конкуренцию в борьбе за ведущие факторы жизнедеятельности, потребляя в 2...3 раза больше доступной влаги и в 3...5 раз важных элементов питания, они наносят большой ущерб сельскохозяйственному производству, снижая показатели урожайности культурных растений. Известно, что наибольшее отрицательное влияние на зерновые культуры сорняки оказывают в период вегетации в фазу всходов и до окончания фазы колошения. Несмотря на способность ярового ячменя при равномерных и дружных всходах достаточно быстро закрывать междурядья, препятствуя развитию сорняков, увеличение засоренности его посевов ведет к существенному снижению урожайности [9].

Сорный компонент агроценоза ярового ячменя в опыте был представлен фактически всеми биологическими группами: яровые ранние, яровые поздние, зимующие и многолетние. Наибольшее распространение имели подмаренник цепкий (*Galium aparine L.*), желтушник левкойный (*Erusimum cheiranthoides L.*), мятлик однолетний (*Poa bulbosa L.*), щирица обыкновенная (*Amaranthus retroflexus L.*), марь белая (*Chenopodium album L.*), щетинник сизый (*Setaria glauca L.*), бодяк полевой (*Cirsium arvense L.*) и вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis L.*).

Замена вспашки безотвальными приемами обработки почвы привела к существенному сокращению общей засоренности посевов в фазе полной спелости ярового ячменя: при переходе на безотвальное рыхление – в 2,2 раза, на двукратное дискование – в 1,7 раза. При этом отмечали не только сокращение численности сорных растений, но и снижение их общей биомассы – на 15,1 и 11,9 г/м^2 (табл. 2).

Засоренность посевов имела особенности: после вспашки преобладали однолетние сорные растения; при безотвальных приемах обработки (безотвальная и двукратное дискование) количественно-видовой состав сорняков значительно разнообразнее. Причем на фоне более низкой общей численности сорных растений в вариантах с безотвальной обработкой количество бодяка полевого (*Cirsium arvense L.*), осота полевого (*Sonchus arvensis L.*) и гречихи татарской (*Fagopyrum tataricum L.*) в четыре и более раз превышало величину этого показателя в контроле.

Одной из причин увеличения корнеотпрысковых сорных растений может служить отрастание побегов в осеннее время, особенно в варианте с дискованием, с последующей перезимовкой в благоприятных условиях. В результате они могут формировать в пахотном слое почвы дополнительный запас вегетативных зачатков [10].

Наименьшее количество продуктивных стеблей ярового ячменя непосредственно перед уборкой образовалось в контроле – 435 шт./м^2, а максимальное в опыте – в варианте с безотвальной обработкой – 456 шт./м^2. Однако эти различия можно рассматривать только как тенденцию (НСР$_{05}$ – 103).

Один из главных экономических показателей при аргументации выбора приема основной обработки – величина урожайности культур [11]. Многие ученые обращают внимание на ее снижение при минимизации обработок, обозначая в числе основных причин увеличение плотности почвы до критических значений, ухудшение ее структуры (увеличение доли глыбистой фракции), уменьшение увлажненности, снижение биологической активности, нарушение пищевого режима и др. Тем не менее, выводы о влиянии различных способов основной обработки почвы на урожайность, сделанные различными авторами, достаточно противоречивы [12, 13, 14].

В нашем исследовании наибольшая урожайность ярового ячменя достигнута при возделывании на фоне отвальной обработки почвы – 4,69 т/га. При этом существенных различий между вариантами в опыте не установлено (табл. 3). Так, замена вспашки на безотвальное рыхление привела к снижению урожайности на 0,24 т/га, а переход на двукратную дисковую обработку – на 0,90 т/га (НСР$_{05}$ – 1,0).

3. Урожайность и качество ячменя в зависимости от обработки почвы (2019–2021 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Натура зерна, г/л	Содержание белка, %
Вспашка (контроль)	4,69	604	13,8
Безотвальная обработка	4,45	594	12,9
Двукратное дискование	3,79	582	14,5
НСР$_{05}$	1,00	26	2,1

Качество полученного урожая ячменя так же относится к важнейшим факторам, на которые следует обращать внимание при разработке или совершенствовании отдельных элементов технологии его возделывания. При определении натуры зерна наиболее высокий показатель отмечен для контрольного варианта – 604 г/л. Однако, при других обработках почвы натура зерна незначительно меньше (НСР05 = 26).

Наибольшее содержание белка выявлено в зерне ячменя, возделываемого с проведением двукратного дискования – 14,5 %, а наименьшее с безотвальной обработкой почвы – 12,9 %. Однако статистически доказанных различий в вариантах основной обработки почвы по этому показателю не отмечено (НСР05 – 2,1).

Если посевы предназначены для семенных целей, то необходимо учитывать такие свойства зерна, как его жизнеспособность и крупность. Доля крупного зерна влияет на выход семенного материала. Максимальное в опыте количество крупного зерна отмечено в контроле – 50,3 %, при переходе на безотвальные приемы наблюдали тенденцию снижения величины этого показателя до 46,7...47,3 % (НСР$_{05}$ – 15,2). Жизнеспособность зерна по всем изучаемым вариантам была практически на одном уровне и составила 98...99 %.

4. Экономическая эффективность возделывания ячменя в зависимости от обработки почвы (2019–2021 гг.)

Вариант	Вспашка (контроль)	Безотвальная обработка	Двукратное дискование
Урожайность, т/га	4,69	4,45	3,79
Затраты, руб./га	23 531	22 955	22 580
Себестоимость, руб./т	5 017	5 158	5 958
Прибыль, руб./га	32 749	30 445	22 900
Уровень рентабельности, %	139,2	132,6	101,4

Анализ структуры затрат на производство зерна ярового ячменя показал, что при безотвальной обработке и двукратном дисковании они снижены по таким статьям, как горюче-смазочные материалы (на 10,5 и 17,9 % соответственно), заработная плата (на 6,1 и 8,1 %), прямые (на 2,3 и 3,7 %), и прочие (на 6,1 и 10,9 %).

Максимальное снижение общих затрат отмечено при двукратном дисковании – на 4 %, но это не обеспечило понижения себестоимости и увеличения прибыли.

Наибольший выход ячменя с 1 га пашни достигнут при возделывании по фону вспашки. При безотвальном рыхлении он уменьшился на 5,1 %, при двукратном дисковании – на 19,2 %.

Себестоимость 1 т произведенной продукции при вспашке ниже на 2,8 %, чем при безотвальном рыхлении, и на 18,8 % – при обработке двукратным дискованием.

При сложившихся рыночных ценах на сельскохозяйственную продукцию прибыль с 1 га в изучаемых вариантах оказалась достаточно высокой, что в свою очередь повлияло на уровень рентабельности, несмотря на высокие затраты.

Наибольшая рентабельность достигнута в контрольном варианте – 139,2 % (табл. 4). При использовании в качестве способа основной обработки почвы двукратного дискования рентабельность составила всего 101,4 %, что, несмотря на самые низкие показатели затрат, связано с минимальной в опыте урожайностью ячменя.

Таким образом, переход на безотвальные приемы обработки почвы обеспечивает достоверное (на 0,06...0,08 %), по сравнению со вспашкой, увеличение содержания в почве детрита, способствует улучшению ее структурного состояния, но не оказывает влияния на водопрочность почвенных агрегатов. Наиболее благоприятная фитосанитарная обстановка в отношении сорных растений складывалась при проведении безотвального рыхления почвы на глубину 14...16 см. Приемы безотвальной обработки не оказывали достоверного влияния на количество продуктивных стеблей ярового ячменя на единице площади, однако отмечена четко выраженная тенденция роста величины этого показателя, по сравнению с контролем, на 21 шт./м^2 при безотвальном рыхлении и на 12 шт./м^2 – при двукратном дисковании. Различий между изучаемыми вариантами по урожайности и качеству продукции не установлено. Наиболее экономически выгоден, несмотря на повышенные затраты, вариант с отвальной обработкой почвы (благодаря формированию более высокой урожайности) – уровень рентабельности составил 139,2 %. Рентабельность возделывания ячменя на фоне безотвального рыхления была на 6,6 % ниже.

Литература

1. Гармашов В. М., Говоров В. Н., Крячкова М. П. Изменение плотности сложения чернозема обыкновенного при минимизации обработки и прямом посеве в условиях юго-востока ЦЧР // Аграрная Россия. 2022. № 3. С. 14–17. doi: 10.30906/1999-5636-2022-3-14-17.

2. Гуреев И.И. Минимализация обработки почвы и уровень ее допустимости // Земледелие. 2007. №4. С. 25–28.

3. Дубовик Е. В., Дубовик Д. В., Шумаков А. В. Изменение агрофизических свойств чернозема типичного под воздействием основной обработки почвы // Плодородие. 2021. № 5(122). С. 11–14. doi: 10.25680/S19948603.2021.122.03.

4. Продуктивность яровых колосовых культур в зависимости от способа основной обработки почвы в зернопаропропашном севообороте / А. П. Солодовников, Б. З. Шагиев, А. С. Линьков и др. // Аграрный научный журнал. 2019. № 11. С. 31–35. doi: 10.28983/asj.y2019i11pp31-35.

5. Зезюков Н.И., Королев Н.Н. Засоренность посевов сельскохозяйственных культур при использовании соломы на удобрение на плоскорезной и отвальной обработке // Совершенствование обработки почвы и приемов борьбы с сорняками в севооборотах ЦЧР: сб. науч. тр. Воронеж: Воронежский ГАУ, 1984. С. 35–37.

6. Эффективность приемов основной обработки почвы под яровой ячмень на черноземах Курской области / Д. В. Дубовик, Е. В. Дубовик, А. В. Шумаков и др. // Земледелие. 2021. № 2. С. 44-48. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10209.

7. Железова С. В., Мельников А. В., Беленков А. И. Урожайность озимой пшеницы и ярового ячменя на дерново-подзолистой почве при длительном применении традиционной и ресурсосберегающей обработки // Кормопроизводство. 2019. № 10. С. 14–19.

8. Кравченко Р. В., Архипенко А. А. Оптимизация минерального питания при минимализации основной обработки почвы в технологии возделывания озимой пшеницы // Труды Кубанского ГАУ. 2019. № 80. С. 150-155. doi: 10.21515/1999-1703-80-150-155.

9. Биологизация и адаптивная интенсификация земледелия в Центральном Черноземье / под общ. ред. проф. В.Е. Шевченко, В.А. Федотова. Воронеж: Воронежский ГАУ, 2000. 306 с.

10. Захаренко А.В. Теоретические основы управления сорным компонентом агрофитоценоза в системах земледелия // Москва: ТСХА, 2000. 468 с.

11. Assessing the Degree of Physical Degradation and Suitability of Chernozems for the Minimization of Basic Tillage / T. A. Trofimova, S. I. Korzhov, V. A. Gulevskii, et al. // Eurasian Soil Science. 2018. Vol. 51. No 9. P. 1080–1085. doi: 10.1134/S1064229318090120.

12. Оленин О. А. Звено севооборота с сидеральным паром, органическая система удобрений и поверхностная основная обработка почвы // Аграрный вестник Урала. 2017. № 2(156). С. 8.

13. Синещеков В. Е. Агрофизические свойства черноземов выщелоченных при минимизации основной обработки почвы // Агрохимия. 2017. № 7. С. 19–25. doi: 10.7868/S0002188117070031.

14. Юшкевич Л. В., Щитов А. Г., Ющенко Д. Н. Засоренность агрофитоценоза и продуктивность пшеницы яровой в лесостепных агроландшафтах Омской области // Вестник Красноярского ГАУ. 2022. № 3(180). С. 62–70. doi: 10.36718/1819-4036-2022-3-62-70.

Influence of tillage methods on soil fertility, crops infestation and barley yield

N.A. Nesmeyanova, A.V. Dedov, E.V. Korotkich
Emperor Peter the Great Voronezh State Agrarian University, ul. Michurina, 1, Voronezh, 394087, Russian Federation

Abstract. *The study aimed to determine the effect of various tillage methods on soil structure and water resistance, crops infestation, content of organic matter in the soil, yield and quality of spring barley on typical chernozem under the conditions of the Voronezh region. Substitution of moldboard tillage for nonmoldboard loosening to the depth of 14–16 cm (Top Down 500 cultivator) ensures the formation of a significantly higher structural coefficient (3.4) compared to the control, without having a significant effect on the water resistance of the soil. At the same time, there is an increase in the detritus content in the soil (by 0.06–0.08%). In this variant, the minimum weediness of crops was established (72 pcs/m2) with a significantly lower biomass (11 g/m2) than after ploughing. None of the methods of nonmoldboard tillage had a significant impact on the productive tillering of spring barley. At the same time, there was a clearly expressed trend of increasing the value of this indicator by 21 pcs/m2 with nonmoldboard loosening and by 12 pcs/m2 with double disking, compared with the control. The yield and quality of barley products grown with ploughing were at the level of similar indicators in other tillage options. Due to the formation of higher yields, the variant with moldboard tillage is the most cost-effective, despite the increased costs; the level of profitability was 139.2%. The profitability of barley cultivation against the background of nonmoldboard loosening was 6.6% lower.*

Keywords: *spring barley; soil structure; detritus; yield; ploughing; disk processing; nonmoldboard method.*

Author Details: *N.A. Nesmeyanova, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: marinanesmeyanova2012@yandex.ru); A.V. Dedov, D. Sc. (Agr.), prof.; E.V. Korotkich, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.*

For citation: *Nesmeyanova NA, Dedov AV, Korotkich EV. [Influence of tillage methods on soil fertility, crops infestation and barley yield] Zemledelie. 2022;(4):8-11. Russian. doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-8-11.*

doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-12-17
УДК 633.1:631.51.021: 631.582: (470.44/.47)

Ресурсосберегающие системы основной обработки почвы в 4-польном зернопаровом севообороте засушливой чернозёмной степи Поволжья

З. М. АЗИЗОВ, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: raiser_saratov@mail.ru)
В. В. АРХИПОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник
И. Г. ИМАШЕВ, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник
Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока, ул. Тулайкова 7, Саратов, 410010, Российская Федерация

Исследования с целью изучения влияния ресурсосберегающих систем обработки почвы и пестицидов на продуктивность культур и фитосанитарное состояние посевов проводили в севообороте пар черный – озимая пшеница – просо – яровая пшеница. Работу выполняли в 2013–2021 гг. на чернозёме южном тяжелосуглинистом в Саратовской области. Схема опыта предусматривала изучение следующих вариантов: 1) ежегодная вспашка на 28...30 см – контроль; 2) ежегодное лемешное лущение на 14...16 см; 3) ежегодное 2-кратное дискование на 8...10 см; 4) ежегодная плоскорезная обработка на 14...16 см; 5...8) сочетания разноглубинных приёмов обработки почвы. При возделывании озимой пшеницы пестициды не использовали. У проса и яровой пшеницы семена и посевы обрабатывали пестицидами в вариантах 3, 4, 5, 7, 8. По всем культурам наименьшие различия по засорённости посевов, по отношению к контролю, отмечены при однократном дисковании под просо или яровую пшеницу в сочетании со вспашкой в севообороте. Близкими к контролю на озимой пшенице были варианты с ежегодным лемешным лущением или дискованием на 8...10 см, просо – с лемешным лущением на 14...16 см, яровой пшенице – со вспашкой на глубину 20...22 или 28...30 см через ротацию севооборота. Сбор зерна с 1 га севооборота при ежегодном лемешном лущении на 14...16 см был почти равен контролю. При ежегодном дисковании, плоскорезной и комбинированных разноглубинных обработках величина этого показателя была меньше, чем в контроле. Расход ГСМ и энергии, а также финансовые затраты на уровне контроля отмечены в варианте с дискованием под озимую пшеницу, лемешным лущением – под просо, вспашкой на 20...22 или 28...30 см – под яровую пшеницу. Это позволило улучшить фитосанитарное состояние почвы и посевов, не используя пестициды, и произвести экологически безопасную продукцию без нанесения ущерба окружающей среде.

Ключевые слова: *зернопаровой севооборот, чернозем южный, экология, ежегодная вспашка, урожайность, эффективность.*

Для цитирования: *Азизов З. М., Архипов В. В., Имашев И. Г. Ресурсосберегающие системы основной обработки почвы в 4-польном зернопаровом севообороте засушливой чернозёмной степи Поволжья // Земледелие. 2022. №4. С. 12–17. doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-12-17.*

Основа борьбы с засухой и адаптации к неравномерному выпадению осадков в течение периода вегетации в Нижнем Поволжье – рациональное сочетание озимых, ранних и поздних яровых культур. Очень важным в этом регионе элементом севооборота выступает чистый пар, обеспечивающий не только увеличение сбора зерна, но и устойчивость его производства по годам [1]. Поэтому обязательным звеном полевых севооборотов служит чистый пар и озимые культуры. Озимая пшеница формирует наибольший урожай вследствие лучшей обеспеченности посевов влагой и элементами питания.

Однако очевидны экологические и энергетические издержки парования в связи с невосполнимыми потерями органического вещества почвы. В таких условиях наиболее приемлемо полосное размещение культур, севооборотов и обработки почвы [2]. При размещении озимой пшеницы по непаровым предшественникам, занятым и сидеральным парам, факторами, ограничивающими урожайность, выступают фитосанитарная напряжённость и почвоутомление, обеспеченность посевов влагой и элементами питания.

Современные методы производства с использованием цифровых технологий в сфере точного земледелия позволяют эффективно применять удобрения и средства защиты растений, снижая затраты и экологические риски [3, 4]. Однако точное земледелие – базируется не на новых агротехнических приёмах, как это было с ранее осваиваемыми системами земледелия (травопольная, пропашная, паровая и др.), а на существующих и рекомендованных аграрной наукой для каждой почвенно-климатической зоны мероприятий [5].

В современных рыночных условиях интенсификация сельскохозяйственного производства с использованием элементов биологизации возможна через единство принципов ресурсосбережения и экологической безопасности. Биологизация сельскохозяйственного производства обеспечивает повышение продуктивности культур через мобилизацию ресурсов растения и почвы без применения пестицидов и минеральных удобрений воздействием севооборота, механических обработок с оборотом и без оборота пласта, органо-бактериальных удобрений и биопрепаратов.

Стратегия научно-технологического развития РФ на перспективу – «переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству» [6] в связи с недостатком органической продукции [7, 8]. Современные технологии биологизированного земледелия с адаптивно-интегрированной защитой предполагают ограничение или полное исключение химических пестицидов и расширение применения биологических средств, в том числе полезной фауны и флоры с учётом особенностей фитосанитарной ситуации в каждом регионе [9, 10, 11].

Для поддержания оптимального фитосанитарного состояния посевов и оптимизации гигиенических требований к здоровой почве защита посевов от сорняков основывается на использовании механической обработки и высева сидерально-покровных культур, что сдерживает развитие сорной растительности ниже экономического порога вредоносности [12, 13]. Защита растений от вредителей базируется на изучении возможностей массового разведения и применения энтомофагов, путей сохранения и использования природных популяций полезных организмов [11], а от болезней – на развитии почвенного биоценоза, увеличении ферментного пула и повышении фитоиммунитета сельскохозяйственных растений [12]. Однако в таких условиях производственные затраты на возделывание культур постоянно растут в связи с удорожанием техники и горюче-смазочных материалов (ГСМ). Наибольшие энергетические затраты приходятся на обработку почвы. Поэтому весьма актуально повышение урожайности культур с одновременным снижением затрат на их экологически безопасное производство путём разработки ресурсосберегающих технологий, основанных на рациональном сочетании различных приемов основной обработки почвы.

Цель исследований – изучение влияния ресурсосберегающих систем обработки почвы и пестицидов на продуктивность культур и фитосанитарное состояние посевов в 4-польном зернопаровом севообороте засушливой чернозёмной степи Поволжья.

Работу выполняли в 2013–2021 гг. в стационарном полевом опыте лаборатории севооборотов и агротехнологий ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», заложенном в 1970 г. в 4-польном зернопаровом севообороте со следующим чередованием культур: пар черный – озимая пшеница – просо – яровая пшеница. Почва опытного участка – чернозем южный малогумусный (содержание гумуса в пахотном слое – 4,3...5,1 %) среднемощный тяжелосуглинистый на темно-желтой делювиальной глине плакорно-равнинного агроландшафта в системе полезащитных лесных полос.

Схема стационарного полевого опыта предполагала изучение следующих вариантов основной обработки почвы:

1) ежегодная вспашка на глубину 28...30 см под все культуры севооборота (контроль);

2) ежегодное лемешное лущение на 14...16 см под все культуры севооборота;

3) ежегодное 2-кратное дискование на 8...10 см под все культуры севооборота;

4) ежегодная плоскорезная обработка на 14...16 см под все культуры севооборота;

5) 2-кратное дискование на 8...10 см в паровом поле под озимую пшеницу, 2-кратное дискование на 8...10 см с последующей плоскорезной обработкой на 14...16 см под яровые культуры;

6) вспашка под яровую пшеницу поочередно через ротацию севооборота на 20...22 см или на 28...30 см, лемешное лущение на 14...16 см под просо, 2-кратное дискование на 8...10 см в паровом поле под озимую пшеницу;

7) 2-кратное дискование на 8...10 см под яровую пшеницу, вспашка на 20...22 см под просо и в паровом поле под озимую пшеницу;

8) вспашка на 20...22 см под яровую пшеницу и в паровом поле под озимую пшеницу, 2-кратное дискование на 8...10 см под просо.

Повторность в опыте трёхкратная. Размещение в три яруса по одной повторности на каждом, размер делянок 500...700 м^2. Приёмы обработки почвы располагали рендомизировано блоками: с оборотом пласта, без оборота пласта, комбинированные разноглубинные. Поля севооборота развёрнуты во времени и в пространстве.

Семена яровой пшеницы и проса протравливали в вариантах 3, 4, 5, 7, 8 полусухим способом препаратом Тебу 60, МЭ дозой 0,4...0,5 л/т с использованием машины ПС-10. В фазе кущения в этих же вариантах посевы яровой пшеницы обрабатывали гербицидом Балет, КЭ в дозе 0,5 л/га, проса в той же фазе – гербицидом Всполох, ВР в дозе 0,5 л/га с использованием опрыскивателя Demarol 12 в агрегате с МТЗ-82,1. Химическую прополку посевов зерновых культур экономически целесообразно проводить при численности многолетних сорняков не менее 3,6 шт./м^2, малолетних – не менее 20,5 шт./м^2. Опрыскивание против вредителей осуществляли в период вегетации до молочной спелости препаратом Фастак, КЭ в дозе 0,10...0,15 л/га с расходом рабочей жидкости 200...400 л/га. При возделывании озимой пшеницы во всех изучаемых вариантах обработки почвы химические средства защиты растений не использовали.

Вспашку на глубину 20...22 и 28...30 см проводили плугом ПЛН-5-35 в агрегате с МТЗ 1523,1; на 14...16 см – ППЛ-10-25 + МТЗ-1221,3; плоскорезную обработку на 14...16 см – КПШ-5 + МТЗ-1221,3; дискование на 8...10 см – БДН-2,4×2 + МТЗ-1221,3; боронование – АБ-12-С + МТЗ-1221,3; культивацию – КПМ-4 + МТЗ-1221,3; посев – СЗ-5,4 + МТЗ-82,1; прикатывание – ЗККШ-6А + МТЗ-82,1. Уборку и учёт урожая осуществляли прямым комбайнированием комбайнами Сампо 500 и Сампо Ростов 2010 с измельчением и разбрасыванием соломы в качестве органического удобрения.

Наблюдения и исследования проводили согласно общепринятым методикам. Засорённость парового поля и посевов культур определяли количественным методом путём наложения рамки площадью 0,25 м^2 (0,5 м × 0,5 м) в 24-кратной повторности по диагонали делянок различных вариантов обработки почвы (*Смирнов Б. М. Методика и техника учёта сорняков // Науч. тр. НИИСХ Юго-Востока. Саратов. 1969. Вып. 26. 197 с.*).

Учёт насекомых, обитающих в почве, проводили с использованием раскопок ям размером 0,25 м^2 (0,5 м × 0,5 м). Для учёта большинства вредных насекомых отбирали почвенные пробы на глубину до 0,30...0,35 м. Число проб зависело от особенностей учитываемого вида, величины участка и обычно не превышало 10-и. Насекомых извлекали методом ручной разборки проб. Для учёта членистоногих, которые в течение какого-то периода жизни передвигаются по поверхности почвы, применяли земляные ловушки. Ловушками служили стаканы или банки объемом 0,5 л. Их осматривали с интервалом 7...10 дней. Насекомых, обитающих на растениях, учитывали на 20 площадках, используя рамку размером 0,25 м^2 (0,5 м × 0,5 м). Ее накладывали на посев, а затем тщательно осматривали растения и поверхность почвы внутри рамки. На площадках подсчитывали взрослых насекомых или их личинок в зависимости от сроков наблюдения и фаз развития растений. Одновременно глазомерно оценивали повреждённость листовой или стеблевой поверхности, метёлки, колоса. Быстро передвигающихся (особенно прыгающих) мелких насекомых учитывали с использованием ящика Петлюка, насекомых, находящихся на верхних частях растений, – с использованием сачка. Разбирали материал в лаборатории. Учёты болезней проводили в период от кущения до начала восковой спелости зерна. Во всех пробах определяли степень поражения каждого листа главного побега по шкале Петерсона, Кемпбела и Ханнау (1948), Маннерса (М.: ВИЗР, 1985). Интенсивность поражения определяли визуально по степени поражения листа. В каждой пробе по шкале Гешеле (1971) учитывали отдельные ярусы листьев. Распространённость и развитие болезней определяли по общеизвестной формуле Чумакова *(Методика учёта и прогноза развития вредителей и болезней полевых культур в Центрально-Чернозёмной полосе. Всесоюз. НИИ защиты растений. 2-е изд., испр. и доп. Воронеж: Центр.-Чернозём. кн. изд-во. 1976. 136 с.).*

Метеорологические условия в годы исследований (2013–2021 гг.) различались между собой как по температурному режиму и количеству осадков, так и по характеру их распределения. В 2013 и 2017 гг. периоды вегетации были влажными ($ГТК_{май–июль}$ > 0,8), 2014–2016 и 2018–2021 – средними ($ГТК_{май–июль}$ – 0,6...0,8).

Экспериментальные данные подвергали математической обработке методом дисперсионного анализа с использованием программы «Agros» *(Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд. доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.)*. Экономическую и энергетическую эффективность приёмов и систем основной обработки почвы определяли расчётно-нормативными методами *(Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. М.: ВНИИЭСХ, 1998. 220 с.; Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве / ВИМ, ЦНИИМЭСХ, ВИЭСХ. М., 1995. 96 с.)*.

Ранее мы установили, что в условиях рыночной экономики переход на севообороты с короткой ротацией с высокой долей чистого, в нашем случае – чёрного, пара выступает наиболее радикальным агротехническим

приёмом очищения полей от многолетних и малолетних сорняков [14]. Наличие парового поля при своевременном уходе, когда диаметр розетки составлял менее 5 см, обеспечивало значительное угнетение многолетних сорняков. Например, молокан синий татарский, образовывал розетки диаметром более 5 см, ассимилировал и наращивал подземные органы, откладывая в них пластические вещества. Его подрезание в период образования розетки с диаметром менее 5 см способствовало наибольшему угнетению. Важное значение в очистке пахотного слоя почвы опытных участков от многолетних корнеотпрысковых сорняков имела глубина их подрезания. С её увеличением возрастал период отрастания. Так, если после подрезания на глубину 4 см молодые побеги отрастали через 13…17 дней, то при подрезании на 10 см – через 21…24 дня.

Рост засорённости посевов зерновых культур после лемешного лущения, дискования и плоскорезной обработки связан с тем, что после них меньше, чем после вспашки, отмечали дробление подземных органов многолетних корнеотпрысковых сорняков, что в условиях недостатка влаги в почве увеличивало способность отрезков к лучшему приживанию. При заделке семян сорных растений после проведения вспашки на глубину пахотного слоя значительная их часть в весенне-летний период выходила из состояния покоя и прорастала в толще почвы без образования всходов. После дискования и плоскорезной обработки семена были размещены в поверхностном слое почвы, из-за рыхлости и быстрого высушивания которого они прорастали значительно хуже, для улучшения контакта семян с влажной почвой в этом случае в период ухода за паром проводили на 1…3 культивации больше, чем при ежегодной глубокой вспашке. Так, в варианте 3 с ежегодным 2-кратным дискованием, наряду с культивацией на глубину 10…12 см, 8…10 см, 6…8 см и 6…8 см, как это было в контроле с ежегодной глубокой вспашкой в период ухода за паром, дополнительно проводили до посева ещё 3 культивации на глубину 6…8 см, в варианте 4 с ежегодной плоскорезной обработкой – 3 культивации, в варианте 5 с 2-кратным дискованием под озимую пшеницу и 2-кратным дискованием с последующей плоскорезной обработкой под яровые культуры – 2 культивации, в варианте 6 с 2-кратным дискованием под озимую пшеницу, лемешным лущением под просо и вспашкой под яровую пшеницу – 1 культивацию, в варианте 2 с ежегодным лемешным лущением – 2 культивации, в варианте 7 с 2-кратным дискованием под яровую пшеницу и вспашки под озимую пшеницу и просо – 2 культивации, в варианте 8 с 2-кратным дискованием под просо и вспашки под озимую и яровую пшеницы – 1 культивацию.

У яровых культур (проса и яровой пшеницы) как семена, так и сами посевы обрабатывали пестицидами в вариантах 3, 4, 5, 7, 8, поэтому в период ухода за чёрным паром под озимую пшеницу, под которую химические средства защиты не использовали, в этих вариантах вместо 4-х проводили 5…7 культиваций из-за существенного повышения числа многолетних корнеотпрысковых сорняков, по сравнению с контролем с ежегодной глубокой вспашкой (табл. 1). В дальнейшем это отразилось на затратах.

Учитывая значение чёрного пара и озимых в очищении полей от сорняков в начале ротации зернопарового севооборота и рост засорённости посевов в его конце, было решено проводить глубокую вспашку не в пару, а под последнюю культуру, что способствовало значительному подавлению сорной растительности и отказу от применения химических средств защиты (вар. 6). Малолетние сорные растения в посевах зерновых культур в изучаемом севообороте в большинстве лет были размещены в нижнем ярусе, поэтому мы в своей исследовательской работе обращали внимание на наиболее трудноискоренимые многолетние корнеотпрысковые виды.

1. Засорённость парового поля перед 4-й культивацией в зависимости от систем основной обработки почвы в севообороте (2019–2021 гг.)

№ варианта	Система основной обработки	Количество сорняков, шт./м²			
		корнеотпрысковые	злаковые	двудольные	всего
1	ежегодная вспашка на 28…30 см (контроль)	1,4	23,2	4,1	28,7
2	ежегодное лемешное лущение на 14…16 см	3,5	27,9	5,6	37,0
3	ежегодное 2-кратное дискование на 8…10 см	4,7	30,8	5,6	41,1
6	вспашка под яровую пшеницу на 20…22 или на 28…30 см, лемешное лущение на 14…16 см под просо, 2-кратное дискование на 8…10 см в паровом поле под озимую пшеницу	3,4	24,8	6,2	34,4
$НСР_{05}$		1,2		Fф< Fт	

Озимая пшеница, размещаемая по чёрному пару, формировала плотную надземную массу, которая подавляла сорные растения и препятствовала росту засорённости посевов. К началу ее уборки наименьшее количество многолетних корнеотпрысковых сорняков отмечено в вариантах с ежегодной глубокой вспашкой в севообороте (0,8 шт./м²) и комбинированными разноглубинными обработками – с 2-кратным дискованием под озимую пшеницу, лемешным лущением под просо и вспашкой под яровую пшеницу (вариант 6), с 2-кратным дискованием под яровую пшеницу и вспашкой под озимую пшеницу и просо (вариант 7), с 2-кратным дискованием под просо и вспашкой под озимую и яровую пшеницы – соответственно 1,4, 1,1 и 1,0 шт./м², а наибольшее – при ежегодном дисковании (вариант 3), плоскорезной обработке (вариант 4), лемешном лущении (вариант 2), комбинированной с 2-кратным дискованием под озимую пшеницу и 2-кратным дискованием с последующей плоскорезной обработкой под яровые культуры (вариант 5) – соответственно 3,5, 3,0, 2,5 и 2,0 шт./м² (табл. 2). Различия, по отношению к контролю, в первой группе вариантов оставались в пределах ошибки опыта, во второй были значимыми. Дискование стерни после уборки культур в севообороте перед плоскорезной обработкой (вариант 5) заметно снижало засорённость посевов озимой пшеницы многолетними сорняками (2,0 шт./м²), по сравнению с ежегодной плоскорезной обработкой без дискования (вариант 4), и на значимую величину, по сравнению с ежегодным дискованием (вариант 3). По общему количеству сорняков существенное преимущество за контролем оставалось, по сравнению с вариантам 4 с ежегодной плоскорезной обработкой и вариантом 5 с 2-кратным дискованием под озимую пшеницу и 2-кратным дискованием с последующей плоскорезной обработкой под яровые культуры.

Засорённость посевов проса, высеваемого по озимой пшенице, зависела не только от самого приёма основной обработки, но и от его сочетания в системе зернопарового севооборота. Уменьшение кратности и глубины вспашки в севообороте привело к заметному повышению засорённости посевов этой культуры (вариант 6 с 2-кратным дискованием под озимую пшеницу, лемешным лущением под просо и вспашкой под яровую пшеницу; вариант 7 с 2-кратным дискованием под яровую пшеницу и вспашкой под озимую пшеницу и просо; вариант 8 с 2-кратным дискованием под просо и вспашкой под озимую и яровую пшеницы). Так, в фазе кущения в контроле с ежегодной глубокой вспашкой

2. Засорённость посевов озимой пшеницы (полная спелость) и яровых культур (кущение) в зависимости от приёмов обработки почвы в севообороте (среднее за 2013–2021 гг.), шт./м²

Вариант	Озимая пшеница		Просо		Яровая пшеница	
	всего	в том числе корнеотпрысковые	всего	в том числе корнеотпрысковые	всего	в том числе корнеотпрысковые
1	19,1	0,8	33,0	0,9	43,1	1,8
2	21,5	2,5	36,8	2,6	56,7	3,1
3	24,1	3,5	40,6	3,7	52,7	3,9
4	27,9	3,0	62,2	3,6	69,8	3,8
5	25,4	2,0	52,4	2,7	73,0	3,6
6	19,3	1,4	27,5	1,7	59,9	2,7
7	18,3	1,1	24,2	2,0	40,5	2,3
8	19,9	1,0	23,7	2,8	43,4	2,5
$НСР_{05}$	5,4	1,2	24,4	2,0	16,5	0,9

число многолетних корнеотпрысковых сорняков составляло 0,9 шт./м², а с однократной в конце севооборота (вариант 6) – 1,7 шт./м². При ежегодном дисковании и плоскорезной обработке число многолетних корнеотпрысковых сорняков было значимо больше, чем в контроле. Кроме того, на фоне ежегодной плоскорезной обработки происходило существенное увеличение численности всех сорняков (62,2 шт./м²), по отношению к контролю.

В замыкающем поле севооборота засорённость многолетними корнеотпрысковыми сорняками посевов яровой пшеницы в фазе кущения была существенно выше контроля в вариантах с ежегодным лемешным лущением (вариант 2), с дискованием (вариант 3), с плоскорезной обработкой (вариант 4), с 2-кратным дискованием под озимую пшеницу и 2-кратным дискованием с последующей плоскорезной обработкой под яровые культуры (вариант 5), с 2-кратным дискованием под озимую пшеницу, лемешным лущением под просо и вспашкой под яровую пшеницу (вариант 6). Существенное превышение контроля по численности всех сорняков отмечено в вариантах с ежегодной плоскорезной обработкой (4), с 2-кратным дискованием под озимую пшеницу и 2-кратным дискованием с последующей плоскорезной обработкой под яровые культуры (5), с 2-кратным дискованием под озимую пшеницу, лемешным лущением под просо и вспашкой под яровую пшеницу (6).

В целом по всем культурам наименьшие различия по засорённости посевов, по отношению к контролю, отмечены в вариантах 7 и 8, где под просо или яровую пшеницу проводили однократно дискование в сочетании с обычной вспашкой в севообороте. Близкими к контролю по отдельным культурам были варианты 2 с ежегодным лемешным лущением и 6 с 2-кратным дискованием под озимую пшеницу, лемешным лущением под просо и вспашкой под яровую пшеницу.

Для характеристики фитосанитарного состояния посевов и прогнозирования их продуктивности большое значение имеет оценка повреждённости растений вредителями и болезнями.

Видовой состав фитофагов растительного яруса был представлен вредной черепашкой, жуком-кузькой, озимой совкой, хлебным пилильщиком, полосатой хлебной блохой, пьявицей красногрудой, пшеничным трипсом, обыкновенной злаковой тлёй, шведской мухой, скрытостеблевыми и др., которые доминировали в посевах. Из многоядных вредителей зарегистрированы луговой мотылек и озимая совка. Вспышек массовых размножений не наблюдали. Численность большинства фитофагов, за исключением пшеничных трипсов, личинок вредной черепашки и жука-кузьки в отдельные годы была ниже ЭПВ. Приёмы и системы основной обработки почвы оказывали благотворное влияние на снижение численности фитофагов как внутрипочвенного, так и растительного яруса, в сравнении с залежью, расположенной вблизи стационарного опыта, за исключением отдельных лет, например, 2013 г., когда наблюдали вспышку распространения жука-кузьки выше порога вредоносности

В условиях ежегодной плоскорезной обработки (вариант 4) плотность фитофагов-геофилов (проволочник – полосатый щелкун, ложнопроволочник – степной медляк, личинка хлебного жука) значительно возрастала. Так, в среднем за 2017–2019 гг. при ежегодной вспашке количество личинок проволочника полосатого щелкуна составляло 2,5 шт./м², с плоскорезной обработкой (вариант 4) – 4,3 шт./м², личинок ложнопроволочника степного медляка – соответственно 0,4 и 1,2 шт./м², личинок хлебных жуков – 1,5 и 3,0 шт./м². Только количество гусениц озимой совки было практически одинаковым – соответственно 1,0 и 0,9 экз./м².

Вспашка на глубину 20…22 и 28…30 см не допускала отрождения шведской мухи к сроку посева озимых. Поэтому в последующих полях севооборота, как, например, в посевах яровой пшеницы в варианте 4 с плоскорезной обработкой в среднем за 2017–2019 гг. наблюдали пупарии пшеничной мухи в количестве 51 экз./м², со вспашкой (вариант 1) – 6,0 экз./м², повреждённость растений – соответственно 15,0 и 5,0 %, в том числе погибших – 11,2 и 3,0 %, продуктивных стеблей – 410 и 436 шт./м².

Наблюдения за динамикой заражения почвы овсяной нематодой показали, что чёрный пар, независимо от приёмов и систем основной обработки почвы, в среднем за 2017–2019 гг. уменьшал инфекционное начало на 60…67 %, просо – на 63…69 %, благодаря культивациям. После уборки яровой пшеницы в контрольном варианте с ежегодной глубокой вспашкой отмечали 2,1 цист на 100 г почвы, тогда как на фоне с ежегодным дискованием (вариант 3) – 3,0 шт., а с ежегодной плоскорезной обработкой (вариант 4) – 4,3 цисты на 100 г почвы.

В годы наблюдений вред, наносимый клопом вредной черепашкой главным стеблям озимой пшеницы путём укола в варианте с ежегодной плоскорезной обработкой был выше, по отношению к варианту с ежегодной глубокой вспашкой, в 1,3 раза. Лесные полосы, окаймляющие стационарный полевой опыт, и ежегодная глубокая вспашка создавали условия энтомофагам, регулирующим количество вредной черепашки, что позволило в течение длительного времени и до сегодняшнего дня не использовать химические средства защиты растений против этого вредителя. Химическая борьба против перезимовавших клопов в вариантах с дискованием (3), с плоскорезной обработкой (4), с 2-кратным дискованием под озимую пшеницу и 2-кратным дискованием с последующей плоскорезной обработкой под яровые культуры (5), резко отрицательно воздействовала на весь комплекс энтомофагов: жужелиц, пауков, муравьёв и быстрянок. Весенние химические обработки против перезимовавших клопов в период, когда на полях много жужелиц во взрослой стадии, снижали их численность в 1,6…3,0 раза. Численность жужелиц восстанавливалась через 3 недели благодаря миграции с необработанных участков. Перенесение обработок на конец мая вело к уменьшению генерации жужелиц в течение всего июня. Их численность через 10 дней после летней химической обработки была меньше в 3,0 раза, а восстанавливалась в течение 1,5 недель.

Химические обработки уменьшали численность пауков в 2,0…6,0 раз. Их количество после летней химической обработки восстанавливалось быстрее, чем после весенней, что объяснялось резким нарастанием тепла в июле. Быстрянки при проведении химических обработок погибали на

50…80 %. Весенние химические обработки приносили быстрянкам больший вред, чем летние, так как с середины июня наблюдали снижение их численности до первой декады июля. На муравьёв ядохимикаты действовали резко отрицательно, поскольку восстановление их численности не отмечали даже через месяц. Однако применение инсектицидов в середине и в конце июня имело меньшее вредное воздействие на естественных врагов черепашки. Заражённость яиц клопов яйцеедами к этому времени достигала 70…90 %, мухи фазии, большинство видов жужелиц и быстрянок находились в стадиях, не доступных для действия ядов, а восстановление количества пауков происходило быстро. То есть сроки обработки играли важную роль в сохранении энтомофагов. В вариантах с приемами обработки с оборотом пласта и отсутствием ядохимикатов, эффективность в борьбе с черепашкой была не хуже, чем при опрыскивании инсектицидами.

В степной зоне Поволжья из-за чередования сухих, влажных и средних лет, а также неравномерного выпадения атмосферных осадков в течение вегетационного периода, растительные и пожнивные остатки не успевали полностью разложиться. В засушливые годы происходило их накопление в почве вследствие ослабления разложения и минерализации, а во влажные, наоборот, – уменьшение из-за усиления этих процессов. Ежегодная плоскорезная обработка и ежегодное дискование способствовали накоплению растительных и пожнивных остатков на поверхности и в верхних слоях почвы, создавая тем самым благоприятные условия для размножения фитопатогенных грибов, вызывающих корневые гнили зерновых культур. Основными их видами были (по убыванию): гельминтоспориозная, фузариозная, офиоболезная, церкоспореллезная, ризоктониозная корневая и прикорневая гнили. В связи с тем, что сохранение и накопление возбудителей многих болезней пшеницы (корневых гнилей, бурой ржавчины, мучнистой росы, твёрдой и пыльной головни, септориоза листьев и колоса и пиренофороза, гельминтоспориоза листьев, черни колоса и др.) отмечали на падалице, послеуборочных растительных, пожнивных остатках и в почве, важную роль в предотвращении их развития и снижении вредоносности играет выбор системы основной обработки почвы в севообороте, связанной с проведением глубокой вспашки. Так, в среднем за 2017–2019 гг. число растений яровой пшеницы, поражённых корневыми гнилями, в варианте с ежегодным дискованием (3) составляло 3,0 шт./м^2, урожайность – 1,55 т/га; в варианте с ежегодной плоскорезной обработкой (4) – соответственно 3,7 шт./м^2 и 1,52 т/га; в контрольном варианте с ежегодной вспашкой – 1,4 шт./м^2 и 1,79 т/га. То есть разница в урожайности в пользу контрольного варианта составляла 0,24 и 0,27 т/га, или 13,4 и 15,1 %.

3. Энергетическая и экономическая эффективность систем основной обработки почвы (среднее за 2013–2021 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Затраты на 1 т зерна			
		труда, чел. · час	ГСМ, кг	энергии, МДж	финансов, руб.
Озимая пшеница					
1	3,74	1,36	18,2	2770	4245,08
2	3,63	1,45	17,8	2861	4614,58
3	3,23	1,60	19,7	3244	5214,32
4	3,35	1,54	18,9	3116	5019,61
5	3,24	1,56	18,4	3122	5051,00
6	3,42	1,45	16,3	2853	4645,69
7	3,52	1,51	20,8	3104	4912,30
8	3,57	1,46	19,4	2960	4709,89
$НСР_{05}$	0,32				
Просо					
1	1,86	2,31	32,5	3106	5358,87
2	1,80	2,35	27,3	2822	5140,36
3	1,58	2,67	28,9	3243	7333,20
4	1,49	2,82	30,4	3412	7758,32
5	1,69	2,59	31,2	3333	7316,54
6	1,79	2,36	27,5	2838	5169,07
7	1,81	2,46	32,6	3278	6912,98
8	1,68	2,51	27,2	3050	6896,70
$НСР_{05}$	0,14				
Яровая пшеница					
1	1,13	3,58	46,4	7830	10319,91
2	1,11	3,58	37,0	7343	9861,84
3	0,98	4,10	38,6	8746	12526,43
4	1,00	4,00	37,4	8531	12248,90
5	1,07	4,00	41,9	8486	12199,95
6	1,16	3,48	44,0	7560	9977,80
7	1,04	3,86	36,3	8241	11803,32
8	1,06	4,02	48,3	8849	12454,24
$НСР_{05}$	0,11				
Севооборот					
1	1,68	2,67	35,9	4958	7441,59
2	1,64	2,74	31,5	4800	7510,21
3	1,45	3,08	33,9	5556	9357,38
4	1,46	3,05	33,4	5491	9275,00
5	1,50	3,05	34,9	5518	9285,37
6	1,59	2,77	32,8	4949	7697,09
7	1,59	2,89	35,7	5331	8821,65
8	1,58	2,57	35,1	5289	8776,85
$НСР_{05}$	0,09				

Различное влияние приёмов и систем основной обработки на фитосанитарное состояние почвы и посевов, наряду с другими факторами, проявилось в урожайности зерновых культур (табл. 3). В годы исследований наибольшую урожайность озимой пшеницы и проса отмечали при ежегодной глубокой вспашке, яровой пшеницы – в варианте с комбинированной разноглубинной обработкой, где под озимую пшеницу проводили 2-кратное дискование, под просо – лемешное лущение, а под яровую пшеницу – вспашку (вариант 6). Варианты с ежегодным лемешным лущением (2) и комбинированной разноглубинной обработкой, где под яровую пшеницу проводили 2-кратное дискование, под озимую пшеницу и просо – вспашку (7), по урожайности озимой пшеницы, проса и яровой находились на уровне контроля. По сбору зерна озимой пшеницы близким к контролю был также вариант с 2-кратным дискованием под просо и вспашкой под озимую и яровую пшеницы (8), по урожайности проса – вариант с 2-кратным дискованием под озимую пшеницу, лемешным лущением под просо и вспашкой под яровую пшеницу (6), по сбору яровой пшеницы – вариант с 2-кратным дискованием под озимую пшеницу и 2-кратным дискованием с последующей плоскорезной обработкой под яровые культуры (5), а также ранее обозначенные варианты 6 и 8.

Ежегодное дискование и ежегодная плоскорезная обработка приводили к существенному снижению урожайности культур, по сравнению с контролем. В варианте с дискованием и последующей плоскорезной обработкой (5) сбор зерна озимой пшеницы и проса также был существенно ниже, чем при ежегодной вспашке. Существенное снижение урожайности озимой пшеницы отмечено в варианте с 2-кратным дискованием под озимую пшеницу, лемешным лущением под просо и

вспашкой под яровую пшеницу (6), проса – в варианте с 2-кратным дискованием под просо и вспашкой под озимую и яровую пшеницы (8).

В годы исследований наибольший сбор зерна с 1 га севооборотной площади был отмечен в контроле (1,68 т/га). Ежегодное лемешное лущение на глубину 14…16 см не снижало сбор зерна с 1 га севооборотной площади (1,64 т/га). Наименьшая в опыте величина этого показателя с существенной разницей в пользу контроля отмечена в вариантах с ежегодным дискованием (3), а также с плоскорезной обработкой без дискования (4) и с дискованием (5) – соответственно 1,45, 1,46 и 1,50 т/га. В остальных вариантах сбор зерна с 1 га снижался, по сравнению с контролем, на меньшую величину, однако различия были достоверными.

Лучшие удельные показатели в расчёте на 1 т произведенного зерна культур по затратам труда отмечены в варианте с комбинированной разноглубинной обработкой, где под просо проводили 2-кратное дискование, а под озимую и яровую пшеницы – вспашку (вариант 8), по расходу ГСМ и энергии – вариант с ежегодным лемешным лущением, по финансам – контрольный вариант. Близким к контролю по трём последним показателям был вариант 6 с комбинированной разноглубинной обработкой, где дискование на глубину 8…10 см проводили под пар – озимую пшеницу, лемешное лущение на глубину 14…16 см – под просо, вспашку на 20…22 или 28…30 см через ротацию севооборота – под яровую пшеницу (табл. 3).

Таким образом, применение в 4-польном зернопаровом севообороте под озимую, яровую пшеницы и просо ежегодно лемешного лущения на глубину 14…16 см позволяло собирать с 1 га пашни 1,64 т зерна, нести финансовые (7510 руб./т) и трудовые (2,74 чел.-час/т) затраты на уровне контрольного варианта с ежегодной вспашкой (соответственно 1,68 т/га, 7442 руб./т, 2,67 чел.-час./т), обеспечивало снижение издержек, по отношению к вспашке, по ГСМ и энергии в расчете на 1 т зерна на 20,3 и 6,3 % без применения химических средств защиты растений.

К варианту с ежегодным лемешным лущением по расходу ГСМ, энергии и финансовых средств был близок вариант с комбинированной разноглубинной системой обработки почвы, где дискование на 8…10 см проводили в пару под озимую пшеницу, лемешное лущение на 14…16 см – под просо, вспашку на 20…22 или на 28…30 см через ротацию севооборота – под яровую пшеницу. Сочетание этих приемов обработки позволяло заделывать и перемешивать растительные остатки с почвой, улучшать фитосанитарное состояние почвы и посевов и, наряду с ежегодной глубокой вспашкой, производить экологически безопасную продукцию без нанесения ущерба окружающей среде.

Литература.

1. Скороходов В. Ю., Зоров А. А. Особенности влияния парового поля на формирование агроценоза и продуктивность яровой пшеницы в полевых севооборотах региона с неустойчивым увлажнением // Российская сельскохозяйственная наука. 2021. № 5. С. 3–8. doi: 10.31857/S250026272105001X.

2. Азизов З. М. Значимость распределения влаги при полосном размещении сельхозугодий на земельной территории // Успехи современного естествознания. 2019. № 8. С. 13–21.

3. Ибрагимов Т. З. Интеллектуальный анализ в фитосанитарии: метод ассоциаций // Защита и карантин растений. 2022. № 1. С. 7–10. doi: 10.47528/1026-8634_2022_1_7.

4. Артохин К. С. Как оптимизировать применение пестицидов на уровне хозяйств // Защита и карантин растений. 2022. № 1. С. 23–33. doi: 10.47528/1026-8634_2022_1_7.

5. Гамзиков Г. П. Точное земледелие в Сибири: реальности, проблемы и перспективы // Земледелие. 2022. № 1. С. 3–8. doi: 10.24412/0044-3913-2022-1-3-9.

6. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации: Указ Президента РФ от 1 декабря 2016 г. № 642. UPL: https: // reestr. extech.ru / docs / sntr.pdf (дата обращения: 30.11.2020).

7. Авилова А. В. Каковы перспективы органического земледелия в России? // Вестник Российской академии наук. 2016. Т 86. № 3. С. 237–243. doi: 10.31857/S0869587316030038.

8. Кирюшин В. И. Экологические функции ландшафта // Почвоведение. 2018. № 1. С. 17–25. doi.: 10.7868/S0032180X17010026.

9. Кудеяров В. Н. Эмиссия закиси азота из почв в условиях применения удобрений (аналитический обзор) // Почвоведение. 2020. № 10. С. 1192–1205. doi: 10.7868 / S0032180X20100 X.

10. Тихонович И. А., Завалин А. А. Перспективы использования азотфиксирующих и фитостимулирующих микроорганизмов для повышения эффективности агропромышленного комплекса и улучшения агроэкологической ситуации в Российской Федерации // Плодородие. 2016. № 5 (92). С. 28–32.

11. Долженко В. И. Защита растений: настоящее и будущее // Плодородие. 2018. № 1. С. 24–26. doi: 10.25680 / S19948603.2018.100.06.

12. Здоровая почва – условие устойчивости и развития арго- и социосфер (проблемно-аналитический обзор) / М. С. Соколов, В. М. Семёнов, Ю. Я. Спиридонов и др. // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. 2020. № 1. С. 12–21. doi: 10.31857 / S0002332920010142.

13. Средообразующая роль фитосанитарных культур, возделываемых по No-Till технологии в севооборотах / А. Н. Власенко, Н. Г. Власенко, П. И. Кудашкин и др. // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т 33. № 6. С. 5–9. doi: 10.24411 / 0235-2451-2019-10601.

14. Азизов З. М., Архипов В. В., Имашев И. Г. Изменение выхода зерна по ротациям севооборотов в чернозёмной степи Нижнего Поволжья // Аграрный научный журнал, 2021. № 6. С. 4–8. doi: 10.28983/asj.y2021i6pp4-8.

Resource-saving systems of tillage in a 4-field grain-fallow crop rotation in the arid chernozem steppe of the Volga region

Z. M. Azizov, V. V. Arkhipov, I. G. Imashev
Federal Agricultural Research Center for South-East Region, ul. Tulaykova, 7, Saratov, 410010, Russian Federation

Abstract. *The investigation aimed to determine the influence of resource-saving tillage systems and pesticide application on crop productivity and the phytosanitary state of crops in the crop rotation: bare fallow – winter wheat – millet – spring wheat. The work was carried out in 2013–2021 on southern heavy loamy chernozem in the Saratov region. The design of the experiment included the study of the following options: 1) annual ploughing at 28–30 cm (control); 2) annual shallow ploughing at 14–16 cm; 3) annual 2-fold disking at 8–10 cm; 4) annual flat-cut processing at 14–16 cm; 5-8) combinations of different-depth tillage methods. We did not apply pesticides during winter wheat cultivation. Seeds and crops of millet and spring wheat were treated with pesticides in options 3, 4, 5, 7, 8. For all crops, the smallest differences in crops infestation, in relation to the control, were noted with a single disking for millet or spring wheat in combination with ploughing in the crop rotation. For winter wheat, the variants with annual shallow ploughing or disking at 8–10 cm were close to the control, for millet – with shallow ploughing at 14–16 cm, for spring wheat – with ploughing to the depth of 20–22 or 28–30 cm at the next rotation but one. Grain harvest from 1 hectare of crop rotation with annual shallow ploughing at 14–16 cm was almost equal to the control. With annual disking, flat-cutting and combined different-depth treatments, the value of this indicator was less than in the control. Consumption of fuels and lubricants and energy, as well as financial costs at the control level, were noted in the variant with disking for winter wheat, ploughing for millet, ploughing at 20–22 or 28–30 cm for spring wheat. This made it possible to improve the phytosanitary condition of the soil and crops without the use of pesticides, and to produce environmentally friendly products without damaging the environment.*

Keywords: *grain-fallow crop rotation; southern chernozem; ecology; annual ploughing; yield; efficiency.*

Author Details: *Z. M. Azizov, D. Sc. (Agr.), leading researcher fellow (e-mail: raiser_saratov@mail.ru); V. V. Arkhipov, Cand. Sc. (Agr.), researcher fellow; I. G. Imashev, Cand. Sc. (Agr.), researcher fellow.*

For citation: *Azizov ZM, Arkhipov VV, Imashev IG [Resource-saving systems of tillage in a 4-field grain-fallow crop rotation in the arid chernozem steppe of the Volga region]. Zemledelie. 2022;(4):12-7. Russian. doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-12-17.*

doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-18-21
УДК 635.651

Оценка исходного материала для селекции бобов кормовых в условиях Центрально-черноземного региона

М. А. ТОЛКАЧЕВА[1], старший научный сотрудник (e-mail: mar.tolk.kras@yandex.ru)
А. В. АМЕЛИН[2], доктор сельскохозяйственных наук, профессор (e-mail: amelin_100@mail.ru)
[1]Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур, ул. Молодёжная, 10, к. 1, пос. Стрелецкий, Орловский р-н., Орловская обл., 302502, Российская Федерация
[2]Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина, ул. Генерала Родина, 69, Орёл, 302019, Российская Федерация

Исследования проводили с целью выделения из селекционного материала перспективных гибридных линий по важным биологическим и хозяйственно-ценным признакам для создания новых сортов кормовых бобов, адаптированных к условиям Центрально-Черноземного региона России. Работу выполняли в 2019–2020 гг. в Орловской области. Материалом для исследования служили созданные в Федеральном научном центре зернобобовых и крупяных культур гибридные линии – Л-14-419 (♀Орлецкие (Россия) × ♂Borek (Польша)), Л-14-421 (♀Каракольские (СССР) × ♂Янтарные (Россия)), Л-14-429 (♀Bryl (Чехия) × ♂Чешминские (Украина)), Л-14-432 (♀Каспор (Англия) × ♂Радиомутант 8 (Россия)), Л-14-33 (♀Por svaneyika (Грузия) × ♂Орлецкие (Россия)), Л-14-435 (♀К 1458 (Россия) × ♂Орлецкие (Россия)). Почва опытного участка – темно-серая лесная, среднесуглинистая, pH солевой вытяжки 4,8...5,0 ед., содержание гумуса в пахотном горизонте (по Тюрину) – 4,6...5,0 %. Продолжительность вегетационного периода у изученных гибридов за годы исследований варьировала от 106 до 110 дней. Число продуктивных узлов у растений селекционных линий изменялось от 4,7 до 6,9; число бобов – от 7,9 до 12,1; число бобов в продуктивном узле – от 1,4 до 2,1; число семян – от 15,7 до 32,6; число семян в бобе – от 2,0 до 2,9; масса 1000 семян – от 341 до 485 г; сухая масса надземных органов – от 21,71 до 41,11 г. Интервал генотипического варьирования урожайности семян у гибридного материала составлял 24,6...32,1 ц/га. В годы исследований наиболее урожайными были линии Л-14-432 и Л-14-433, которые превосходили по массе семян с единицы площади районированный сорт-стандарт Янтарные в среднем на 6,7 %. Линия Л-14-432 отличалась не только самой высокой, но и стабильной урожайностью семян по годам.

Ключевые слова: *бобы кормовые (Vicia faba L.), сорт, гибрид, вегетационный период, крупность, белок, урожайность.*

Для цитирования: *Толкачева М. А., Амелин А. В. Оценка исходного материала для селекции бобов кормовых в условиях Центрально-черноземного региона // Земледелие. 2022. № 4. С. 18–21. doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-18-21.*

Кормовые бобы – ценная кормовая и средообразующая культура, способствующая созданию прочной кормовой базы для животноводства и восстановлению почвообразовательных процессов [1, 2, 3].

По содержанию белка в семенах и его усвояемости в организме человека и животных кормовые бобы превосходят горох [4]. Зеленая масса растений – хороший источник не только растительного белка, углеводов, минеральных веществ, ферментов, но и витаминов рибофлавина, тиамина, каротина, аскорбиновой кислоты [5]. Кроме того, кормовые бобы можно рассматривать в качестве перспективного предшественника [6], а также компонента при совместном выращивании с другими кормовыми культурами для повышения обеспеченности корма протеином [7].

На сегодня актуальна неполная обеспеченность населения страны белковой продукцией. В среднем в суточном рационе питания человека дефицит белка превышает 3 %. В связи с этим возделывание кормовых бобов, как и других зернобобовых культур, – возможное решение проблемы недостатка пищевого белка [8].

Несмотря на это, кормовые бобы мало распространены в Российской Федерации [9]. Урожайность их семян варьирует от 1,9 до 5,3 т/га, зеленой массы – от 18 до 65 т/га [10]. Площадь посевов культуры по стране составляет примерно 20 тыс. га, в мире – 2...5 млн га, или 1,6 % от площади, занятой зернобобовыми культурами (*https://www.fao.org/countryprofiles/index/ru/?iso3=RUS*). Одна из причин такой ситуации – отсутствие сортов, формирующих высокий, стабильный и качественный урожай в меняющихся условиях погоды [10]. В решении этой и других задач особое место отводят селекции, которая невозможна без создания перспективного исходного материала.

Цель исследований – выделение перспективных гибридных линий по важным биологическим и хозяйственно-ценным признакам для выведения новых сортов кормовых бобов, адаптированных к условиям Центрально-Черноземного региона России.

Исследования проводили в 2019–2020 гг. в Федеральном научном центре зернобобовых и крупяных культур в Орловской области. Объектом исследования служили 6 новых гибридных линий, созданных путем скрещивания сортообразцов из Федерального научного центра «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР)». Стандартом служил сорт Янтарные, районированный в Орловской области в 1983 г. Сорта, отобранные для скрещивания, характеризовались следующими положительными свойствами: Borek, Bryl, Каспор, Чешминские имеют высокую продуктивность и технологичность; К 1458 – скороспелость; Орлецкие, Янтарные, Каракольские – адаптив-

1. Характеристика изучаемого материала

Линия	Родительские формы
Л-14-419	♀ Орлецкие (Россия) × ♂ Borek (Польша)
Л-14-421	♀ Каракольские (СССР) × ♂ Янтарные (Россия)
Л-14-429	♀ Bryl(Чехия) × ♂ Чешминские (Украина)
Л-14-432	♀ Каспор (Англия) × ♂ Радиомутант 8 (Россия)
Л-14-433	♀ Por svaneyika (Грузия) × ♂ Орлецкие (Россия)
Л-14-435	♀ К 1458 (Россия) × ♂ Орлецкие (Россия)

2. Температура и сумма осадков в годы исследований

Месяц	Температура воздуха, °С			Количество осадков, мм		
	2019 г.	2020 г.	среднемно-голетняя	2019 г.	2020 г.	среднемного-летнее
Апрель	8,7	6,27	6,2	23,5	17,4	42,0
Май	16,1	11,2	14,2	105,9	74,6	52,3
Июнь	20,7	20,2	16,9	37,6	51,2	61,4
Июль	17,3	19,3	18,7	85,9	120,9	79,8
Август	17,4	17,7	17,0	48,8	16,9	63,0

ность к биотическим и абиотическим факторам; Радиомутант 8 – высокое содержание белка (табл. 1).

Почва опытного участка – темно-серая лесная среднесуглинистая. Содержание гумуса (по Тюрину) – 4,95 %, легкогидролизуемого азота (по Кононовой) – 12,5...13,4 мг/100 г почвы, подвижного фосфора и калия (по Кирсанову) – 14,4...19,2 и 7,45...10,6 мг/100 г почвы соответственно; pH_{KCl} – 5,3 ед.

Экспериментальный материал выращивали в полевом селекционном севообороте лаборатории селекции зернобобовых культур по пару на делянках площадью 5 м^2 в 2-х кратной повторности. Посев проводили селекционной сеялкой СКС-6-10 в оптимальные для региона сроки. Расположение делянок – рендомизированное. Система применения удобрений включала внесение комплексных туков марок $N_{10}P_{26}K_{26}$ (200 кг физической массы под основную обработку почвы) и $N_{15}P_{15}K_{15}$ (150 кг физической массы под предпосевную культивацию). Обработки химическими препаратами в период вегетации не выполняли.

Учитывали следующие элементы структуры урожая общепринятыми методами: количество продуктивных узлов, бобов и семян на растении путём прямого подсчёта у 20 растений каждого гибрида.

Метеорологические условия в годы исследования в целом соответствовали среднемноголетним значениям, но были и отличия. В 2019 г. во время сева температура воздуха превышала норму на 3,7 °С, а в мае, наоборот, была ниже на 3 °С. В июне отмечали сухую и жаркую погоду, которая способствовала быстрому развитию растений кормовых бобов. В 2020 г. температура воздуха была близка к среднемноголетней, а количество осадков составило 64,6 % нормы. В то же время июль оказался дождливым, количество осадков составило 151 % от среднемноголетней (табл. 2).

Математическую обработку данных проводили методами дисперсионного и корреляционного анализов (*Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 336 с.*).

Созданный методом гибридизации новый селекционный материал кормовых бобов в условиях Центрально-Черноземного региона России (Орловская область) может обеспечить сбор семян до 32 ц/га и более. Наиболее урожайными в 2019 г. оказались Л-14-429 и Л-14-432, в 2020 г. – Л-14432 и Л-14-433, которые превосходили по массе семян с единицы площади сорт-стандарт Янтарные в среднем на 10 % и 5,1 % соответственно (табл. 3).

3. Урожайность семян гибридных линий и сорта стандарта кормовых бобов, ц/га

Сорт, линия	2019 г.	2020 г.	Среднее
Янтарные (st)	28,0	32,3	30,2
Л-14-419	29,1	29,9	29,5
Л-14-421	18,9	30,2	24,6
Л-14-429	27,8	31,0	29,4
Л-14-432	31,2	33,0	32,1
Л-14-433	29,0	35,0	32,0
Л-14-435	27,9	32,3	30,1
$НСР_{05}$	3,7	3,4	

Интервал генотипического варьирования урожайности семян составлял 24,6...32,1 ц/га. Линия Л-14-432 отличалась не только самой высокой, но и стабильной урожайностью семян по годам, а наименьшая ее величина (24,6 ц/га) была зафиксирована у линии Л-14-421.

Различались гибридные линии и по развитию элементов структуры урожая. Так, число продуктивных узлов на растении изменялось от 4,7 до 6,9 шт.; число бобов – от 7,9 до 12,1 шт.; число бобов в продуктивном узле – от 1,4 до 2,1 шт.; число семян – от 15,7 до 32,6 шт.; число семян в бобе – от 2,0 до 2,9 шт.; масса 1000 семян – от 341 до 485 г. Причем, выраженность каждого из признаков была различной. К примеру, линия Л-14-421 отличалась наибольшим числом семян и семян в бобе, что превосходило стандарт на 19,9 % и 31,8 % соответственно. Коэффициент вариации признака составил 2,9 % и 3,4 %. А линии Л-14-432 и Л-14-419 выделялись крупностью семян и превосходили стандарт на 62 и 50 г (табл. 4).

Это свидетельствует о том, что созданные гибридные линии кормовых бобов могут представлять различный интерес для селекции культуры, поскольку сформировать более высокую урожайность семян можно благодаря разному сочетанию ее элементов. К примеру, повышенную урожайность линии Л-14-432 обеспечивала в основном крупность семян (485 г), линии Л-14-433 – не только благодаря крупности (438 г), но и большему количеству семян (26,2 шт.).

Для селекции кормовых бобов большой интерес представляет повышение урожайности семян посредством увеличения эффективности плодо- и семяобразования у растений. Однако это направление представляется достаточно сложным, потому что причины гибели цветков, плодов и семязачатков на каждом этапе органогенеза различны. Очень важно в каждом природно-экономическом регионе определить оптимальное количество семян с растения и их крупность. Два этих признака обладают большой наследственной обусловленностью и легко поддаются генетическому контролю.

При этом следует подчеркнуть, что укрупнение семян растений кормовых бобов не ведёт к снижению семяобразования у растений, в отличие, к примеру, от гороха, у которого в процессе селекции рост урожайности достигался, в основном, благодаря увеличению массы 1000 семян, одновременно их количество резко сокращается. За период селекции от дикорастущих форм до лучших современных сортов количество семян гороха уменьшилось более чем в 2 раза [9].

С повышением урожайности содержание белка в семенах кормовых бобов не уменьшается. У созданных новых гибридов величина этого показателя варьировала от 27,6 до 32,5 %.

4. Элементы семенной продуктивности у новых гибридных линий кормовых бобов и сорта-стандарта (среднее за 2019–2020 гг.)

Сорт, линия	Число в среднем на растение			Бобов на продуктивный узел, шт.	Семян в бобе, шт.	Масса 1000 семян, г	Содержание сырого протеина, %
	продуктивных узлов, шт.	бобов, шт.	семян, шт.				
Янтарные (st.)	6,9	12,1	1,7	27,2	2,2	423	31,1
Л-14-419	5,7	7,9	1,4	15,7	2,0	473	31,6
Л-14-421	5,5	11,3	2,1	32,6	2,9	425	32,5
Л-14-429	5,6	9,5	1,0	21,7	2,3	341	30,9
Л-14-432	5,7	10,3	1,8	25,7	2,6	485	31,0
Л-14-433	5,7	10,2	1,8	26,2	2,6	438	32,2
Л-14-435	4,7	10,2	2,2	24,1	2,4	414	30,7
$НСР_{05}$	0,8	1,2	0,4	2,3	0,5	9	2,8

5. Морфобиологические особенности растений у новых линий кормовых бобов (среднее за 2019–2020 гг.)

Сорт, линия	Длина стебля, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Масса семян, г	Надземная биомасса,г	$K_{хоз}$, %	Продолжительность вегетационного периода, сутки		
						2019 г.	2020 г.	среднее
Янтарные (st)	82,6	27,5	11,47	21,76	52,5	110	108	109
Л-14-419	76,6	40,0	4,75	16,96	43,2	108	108	108
Л-14-421	81,2	31,3	13,86	27,25	51,2	110	104	107
Л-14-429	73,2	29,9	7,73	19,05	40,1	110	108	109
Л-14-432	66,6	28,5	12,61	24,65	50,8	108	104	106
Л-14-433	63,4	23,9	11,65	23,05	50,6	110	108	109
Л-14-435	72,7	29,4	9,91	22,31	44,3	110	108	109
$НСР_{05}$	1,7	1,3	1,20	1,30	1,6	2	2	2

Наибольшим содержанием сырого протеина в семенах отличались линии Л-14-421 и Л-14-433, наименьшим – Л-14-435 и Л-14-429. Линия Л-14-433 с повышенной урожайностью семян превосходила по содержанию сырого протеина сорт-стандарт Янтарные на 0,9 %, другая перспективная линия Л-14-432 – на 0,6 % (см. табл. 4). Коэффициент вариации признака был равен 0,2 %.

Важный сортовой признак растения – продолжительность вегетационного развития. Определение оптимальных параметров продолжительности вегетационного периода и отдельных его фаз в каждой конкретной почвенно-климатической зоне возделывания, дает возможность наиболее полно использовать не только биоклиматические ресурсы, но и биологический потенциал культуры. По мнению Н. Цыганка и Е. Кутеповой, сокращение вегетативного периода сельскохозяйственных культур позволяет решать проблемы с засухой, уходом от ранних и поздних заморозков, поражением болезнями, вредителями и др. [11].

По результатам наших исследований у кормовых бобов на длительность вегетационного периода (всходы–созревание) и двух наиболее важных его составляющих межфазных периодов «всходы–цветение» и «цветение–созревание» оказывают значительное влияние, как метеоусловия, так и морфологические особенности растений. В годы исследований продолжительность вегетации растений у селекционных линий изменялась от 106 до 110 дней. Самым непродолжительным периодом вегетации характеризовалась наиболее урожайная линия Л-14-432, которая отличалась относительно коротким стеблем, который был на 24 % меньше, чем у стандарта (коэффициент вариации признака 6,1 %). При этом высота прикрепления нижнего боба у нее была на 0,36 % больше (коэффициент вариации признака 3,3 %), что весьма ценно для дальнейшей селекции.

Другая продуктивная линия Л-14-433 по продолжительности вегетационного периода отличалась от сорта-стандарта не существенно, но по высоте прикрепления нижнего боба и длине стебля уступала ему в среднем на 13,1 и 23,1 % соответственно, что делает ее менее привлекательной и требует дальнейшей селекционной проработки (табл. 5).

Важная характеристика сорта – общая продуктивность растений, которая в результате селекции значимо не изменяется, а рост урожайности в основном достигается путем увеличения уборочного индекса. В этой связи его рассматривают в качестве важного критерия при создании новых генотипов, так как он имеет высокую генотипическую обусловленность и слабо зависит от погодных условий вегетации [12].

У изученных селекционных линий сухая масса надземных органов растений изменялась от 21,71 до 41,11 г. У районированного сорта-стандарта Янтарные она составляла 33,23 г, а у гибридов Л-14-421, Л-14-432 и Л-14-433 была в среднем на 7,9 % больше, что в дает основание рассматривать их в качестве ценного исходного материала для селекции культуры (см. табл. 5).

Однако эффективность распределения ассимилятов между органами растений у новых гибридных линий не только не повысилась, а даже снизилась, по сравнению со стандартом, в среднем на 5,8 %. Это указывает на достаточно значимые резервы селекционного улучшения созданных линий путем увеличения уборочного индекса, которые безусловно следует реализовывать.

Таким образом, продолжительность вегетационного периода 6 изученных линий составляла от 106 до 110 дней, при этом самой раннеспелой оказалась линия Л-14-432. Наибольшей средней урожайностью за годы исследований характеризовались линии Л-14-432 и Л-14-433 –32,1 и 32,0 ц/га соответственно, содержание белка в семенах которых достигала 31,0 % и 32,2 % соответственно. Самым высоким числом семян с растения отличалась линия Л-14-433 – 26,2 шт.

В целом, наиболее перспективными следует считать линии Л-14-432 и Л-14-433, которые целесообразно использовать в селекции кормовых бобов для создания новых сортов и обеспечения урожайности в условиях Центрально-Черноземного региона России (Орловская область) на уровне 32,0 ц/га и более.

Литература.

1. Таланов И. П. Кормовые бобы – перспективная зернобобовая культура // Вестник Казанского ГАУ. 2013. Т. 8. № 4. (30). С. 146–149.

2. Бойко В. С., Гизатулин Р. Ф. Выращивание и использование в животноводстве кормовых бобов на юге Западной Сибири // Кормопроизводство. 2016. № 3. С. 16–19.

3. Безуглова Е. В., Казыдуб Н. Г. Результаты изучения коллекции бобов в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 4. С. 551.

4. Козлова Л. С. Состояние производства и приоритетные направления селекции гороха и кормовых бобов в странах Европы. М.: б.и., 1995. 45 с.

5. Новый сорт кормовых бобов Красный богатырь / А. М. Задорин, Б. А. Вороничев, П. В. Ятчук и др. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. №3 (19). С. 85–89.

6. Яковлева М. И., Димитриев В. Л., Мефодьев Г. А. влияние зернобобовых культур как предшественников на урожайность и качество картофеля // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. № 1 (57). С. 48–51.

7. Галеев Р. Ф., Шашкова О. Н. Оценка действия приёмов биологизации и химизации на продуктивность кормового севооборота в лесостепи Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 10. С. 22–25.

8. Влияние различных приемов технологии возделывания на урожайность кормовых бобов в условиях горной зоны Дагестана / А. Д. Гитинавасов, А. Б. Исмаилов, А. Ш. Гимбатов и др. // Известия Дагестанского ГАУ. 2019. № 1 (1). С. 129–133.

9. Зотиков В. И., Наумкина Т. С., Сидоренко В. С. Производство зернобобовых и крупяных культур в России: состояние, проблемы, перспективы // Земледелие. 2015. № 4. С. 3–5.

10. Уляшев В. Л., Рзаева В. В. Засоренность посевов и урожайность кормовых бобов по приемам основной обработки почвы // Аграрный Вестник Урала. 2019. № 4 (183). С. 35–39.

11. Цыганок Н., Кутепова Е. Выращивайте бобы овощные // Овощеводство. 2012. № 12. С. 34–40.

12. Jain H.K. Eighty years of post Mendelian breeding for crop yield: nature of selection pressures and future potential // Indian J. Genet. and Plant Breed. 1986. Vol. 46. No. 1. P. 30–53.

Evaluation of the source material for breeding forage beans under the conditions of the Central Chernozem region

M. A. Tolkacheva[1], A. V. Amelin[2]
[1]Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops, ul. Molodezhnaya, 10, k. 1, pos. Streletskii, Orlovskii r-n., Orlovskaya obl., 302502, Russian Federation
[2]Parakhin Orel State Agrarian University, ul. Generala Rodina, 69, Orel, 302019, Russian Federation

Abstract. *The research aimed to isolate promising hybrid lines from the breeding material according to important biological and economically valuable traits in order to develop new varieties of forage beans adapted to the conditions of the Central Chernozem region of Russia. The work was carried out in 2019–2020 in the Orel region. As material for the study, we used hybrid lines developed at the Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops: L-14-419 (Orletskie (Russia) x Borek (Poland)), L-14-421 (Karakolskie (USSR) x Yantarnye (Russia)), L-14-429 (Bryl (Czech Republic) x Cheshminskie (Ukraine)), L-14-432 (Kaspor (England) x Radiomutant 8 (Russia)), L-14-33 (Por svaneyika (Georgia) x Orletskie (Russia)), L-14-435 (K 1458 (Russia) x Orletskie (Russia)). The soil of the experimental plot was dark gray forest, medium loamy, the pH-value of the salt extract was 4.8–5.0 units, the humus content in the arable horizon (according to Tyurin's method) was 4.6–5.0%. The duration of the growing season in the studied hybrids over the years of research varied from 106 to 110 days. The number of productive nodes in plants of breeding lines varied from 4.7 to 6.9 pcs; the number of beans – from 7.9 to 12.1 pcs; the number of beans per productive node was from 1.4 to 2.1 pcs; the number of seeds – from 15.7 to 32.6 pcs; the number of seeds per bean was from 2.0 to 2.9 pcs; the weight of 1000 seeds was from 341 to 485 g; the dry weight of aboveground plant organs varied from 21.71 to. 41.11 g. The interval of genotypic variation in seed yield for the hybrid material was 2.46–3.21 t/ha. During the years of research, the lines L-14-432 and L-14-433 were the most productive, they exceeded the zoned standard variety Yantarnye on average by 6.7% in terms of seed weight per unit area. L-14-432 line was distinguished not only by the highest, but also by the stable seed yield over the years.*

Keywords: *forage beans (Vicia faba L.); variety; hybrid; growing period; kernel size; protein; yield.*

Author details: *M. A. Tolkacheva, senior research fellow (e-mail: mar.tolk.kras@yandex.ru); A. V. Amelin, D. Sc. (Agr.), prof. (e-mail: amelin_100@mail.ru).*

For citation: *Tolkacheva MA, Amelin AV. [Evaluation of the source material for breeding forage beans under the conditions of the Central Chernozem region]. Zemledelie. 2022;(4):18-21. Russian. doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-18-21.*

doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-21-25
УДК 638.14.03

Оценка качества зерна различных образцов чины посевной

М. В. ДОНСКАЯ, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: nmaria_87@mail.ru)
М. М. ДОНСКОЙ, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
Н. О. КОСТИКОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур, ул. Молодёжная, 10, к. 1, пос. Стрелецкий, Орловский р-н., Орловская обл., 302502, Российская Федерация

Исследования проводили с целью оценки перспективных образцов чины посевной по признакам качества и выявления потенциала исходного материала для использования в селекции. Работу выполняли в 2013–2015 гг. в Орловской области. Материалом для исследования служили 8 образцов чины посевной (Lathyrus sativus L.) различного происхождения: сорта Славянка (Россия) и Застрица (Сербия); образцы к-773 (Испания), к-797 (Эфиопия), к-1228 (Азербайджан), к-1901 (Индия), к-1939 (Таджикистан), к-615706 (Украина). Эксперименты проводили на делянках площадью 5 м² в четырехкратной повторности. Почва опытного участка – темно-серая лесная, средней окультуренности, содержание легкогидролизуемого азота (по Кононовой) – 12,5...13,4 мг/100 г почвы, подвижного фосфора и калия (по Кирсанову) – 14,4...19,2 мг/100 г почвы и 7,45...10,6 мг/100 г почвы соответственно, гумуса (по Тюрину) – 4,28...4,73 %, pH солевой вытяжки – 5,1...5,2 %. Погодные условия были близки к среднемноголетней норме – 2013 и 2015 гг. были достаточно увлажненными (ГТК=1,0...1,1), 2014 г. – слабо засушливым (ГТК=0,9). Содержание белка в семенах изученных образцов составляло 28,1...31,3 %, масса 1000 семян – 138...233 г. Сорт Славянка характеризовался невысоким содержанием оболочек в семени (10,2 %) и наименьшим временем варки (107 мин). Вкусовые качества всех образцов были отличными. Выделены генотипы, обладающие комплексом полезных признаков, в качестве исходного материала для селекции на качество. Светлосемянный образец к-615706 и сорт Славянка характеризуются более крупными семенами с массой 1000 шт. 220...233 г и высоким содержанием белка – 29...29,2 %. Эти генотипы отличаются высоким числом бобов (48,3...49,1 шт./раст.) и семян на растении (69,8...84,3 шт./раст.), высокой семенной продуктивностью растений (16,3...18,5 г) и урожайностью более 4 т/га.

Ключевые слова: *чина посевная (Lathyrus sativus L.), сорт, образец, белок, крупность, выравненность, время варки.*

Для цитирования: *Донская М. В., Донской М. М., Костикова Н. О. Оценка качества зерна различных образцов чины посевной // Земледелие. 2022. № 4. С. 21–25. doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-21-25.*

Чину (*Lathyrus sativus* L.) возделывают, главным образом, в Бангладеш, Китае, Индии, Непале и Пакистане, в меньшей степени – в странах Европы, Ближнего Востока, северной Африки, в Чили, Бразилии и Южной Америке [1]. Чина – одна из самых засухоустойчивых, но малоиспользуемых культур. Способна произрастать и формировать урожаи практически на любых типах почв (засоленных, песчаных, заболоченных, тяжелых глинистых). Она одинаково успешно произрастает в рисовых чеках и на склонах гор.

В мировом земледелии культура чины, при сопоставлении с другими зерновыми бобовыми стоит на одном из последних мест. Площади ее посевов в ряде стран учитывают вместе с другими второстепенными культурами.

Чина посевная – многоцелевая культура. Ее используют для кормовых, продовольственных и технических целей. Это хорошее медоносное растение. Большое агротехническое значение чина имеет при посеве на зеленое удобрение. В районах с достаточным увлажнением, а также на поливных землях она формирует большую зеленую массу, которая после запашки быстро минерализуется, обогащая почву азотом и другими элементами минерального питания растений.

Семена чины содержат до 32 % белка, до 52 % безазотистых экстрактивных веществ, до 3 % жира, 1,1 % сырой клетчатки и 2,2 % золы [2, 3]. В них присутствуют витамины ретинол, β-каротин, тиамин, рибофлавин, ниацин, пантотен, пиридоксин, фолиевая и аскорбиновая кислоты, макро- и микроэлементы [4, 5]. Семена богаты лизином, но в них мало метионина и цистеина [6]. Большая часть белков семян чины принадлежит к глобули-

Рис. 1. *Семена различных образцов чины.*

нам (60 %) и к альбуминам (30 %), усвояемость которых составляет 90 %, что характеризует питательные достоинства культуры [7].

В пищевых целях семена чины употребляют в зрелом и зеленом виде. Муку используют в виде добавки к пищевым продуктам, что повышает их белковость и усвояемость человеческим организмом [8, 9].

Для кормовых целей используют семена чины, а также высевают ее для выпаса, на зеленый корм, сено, силос и травяную муку. Хорошо использовать смеси чины с овсом, ячменем, однолетними злаковыми травами.

Изучение особенностей цветения и посещения насекомыми-опылителями смешанных ценозов чины показало, что подсев горчицы белой увеличивает число насекомых-опылителей и медоносных пчел на посевах. В вариантах с горчицей белой медоносные пчелы и другие насекомые-опылители раньше начинают посещать посевы и позднее заканчивают лет. Это повышает урожай чины и сбор дополнительной продукции в виде семян горчицы белой [10].

Несмотря на высокую питательную ценность, культура не получила широкого распространения из-за наличия в растениях нейротоксина, вызывающего заболевание латиризм. Оно встречается у людей и животных, если в их рационе присутствует более 30 % чины в течение 2...6 месяцев. Предотвращению этого заболевания способствует ограничение употребления чины, удаление токсина при помощи предварительного замачивания бобов, создание сортов с низким содержанием токсина (менее 0,1 %) [11, 12].

Цель исследования заключалась в оценке перспективных образцов чины посевной по признакам качества и выявлении потенциала исходного материала для использования в селекции.

Полевые эксперименты проводили в севообороте лаборатории генетики и биотехнологии, лабораторные – в лаборатории физиологии и биохимии растений Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур (ФНЦ ЗБК) в 2013–2015 гг. Материалом для исследования служили 8 образцов чины посевной (*Lathyrus sativus* L.) различного происхождения (рис. 1) – сорта Славянка (Россия) и Састрица (Сербия); образцы к-773 (Испания), к-797 (Эфиопия), к-1228 (Азербайджан), к-1901 (Индия), к-1939 (Таджикистан), к-615706 (Украина).

Исследования выполняли на делянках площадью 5 м^2 в четырехкратной повторности. Агротехника – общепринятая для региона (*Практическое руководство по возделыванию чины посевной / М. М. Донской, В. П. Наумкин, М. В. Донская и др. Орел: ФГБНУ ВНИИЗБК, 2015. 32 с.*).

Почва опытного участка – темно-серая лесная, средней окультуренности, содержание легкогидролизуемого азота (по Кононовой) – 12,5...13,4 мг/100 г почвы, подвижного

1. Характеристика метеоусловий в период проведения исследований (по данным Орловского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды)

Месяц	Декада	Температура воздуха, °С		Осадки, мм	
		средняя за декаду	среднемноголетняя	сумма за декаду	среднемноголетнее
2013 г.					
Апрель	III	11,1	9,4	13	13
Май	I	14,4	12,2	12	16
	II	21,7	14,0	3	14
	III	17,8	15,1	49	21
Июнь	I	19,1	16,1	4	20
	II	19,9	16,8	11	28
	III	20,4	17,4	54	25
Июль	I	21,3	17,8	19	34
	II	19,3	18,1	18	27
	III	15,9	18,1	12	20
Август	I	20,3	17,9	0,3	20
	II	19,9	17,3	8	21
	III	16,8	15,9	25	22
2014 г.					
Апрель	III	12,8	9,4	2	13
Май	I	11,0	12,2	26	16
	II	18,5	14,0	4	14
	III	20,8	15,1	64	21
Июнь	I	20,8	16,1	5	20
	II	13,9	16,8	5	28
	III	14,1	17,4	44	25
Июль	I	19,2	17,8	17	34
	II	22,1	18,1	2	27
	III	21,4	18,1	0	20
Август	I	23,5	17,9	0	20
	II	21,4	17,3	2	21
	III	15,1	15,9	12	22
2015 г.					
Апрель	III	11,0	9,4	10	13
Май	I	12,4	12,2	23	16
	II	12,5	14,0	24	14
	III	19,9	15,1	17	21
Июнь	I	18,5	16,1	0	20
	II	18,2	16,8	24	28
	III	18,6	17,4	14	25
Июль	I	20,9	17,8	7	34
	II	16,3	18,1	31	27
	III	20,4	18,1	30	20
Август	I	20,7	17,9	5	20
	II	18,3	17,3	2	21
	III	17,4	15,9	1	22

фосфора и калия (по Кирсанову) – 14,4...19,2 мг/100 г почвы и 7,45...10,6 мг/100 г почвы соответственно, гумуса (по Тюрину) – 4,28...4,73 %, pH солевой вытяжки – 5,1...5,2 %.

Погодные условия вегетационных периодов чины в годы исследований были близки к среднемноголетней норме (табл. 1) – 2013 и 2015 г. выдались достаточно увлажненными (ГТК=1,0...1,1), 2014 г. – слабо засушливым (ГТК=0,9).

При проведении фенологических наблюдений отмечали даты наступления основных фаз (всходы, бутонизация, цветение, плодообразование, созревание бобов). Растения убирали по мере созревания бобов, выполняли структурный анализ и учет урожая семян с пересчетом на 100 %-ную чистоту и стандартную влажность.

Анализ семян осуществляли по методике Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (*Государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур при Министерстве сельского хозяйства СССР / Методические матер. под. ред. Н.И. Заборского. М.: Колос, 1972. Вып. 3-4. 56 с.*) в лаборатории физиологии и биохимии растений. Содержание сырого протеина определяли по методу Кьельдаля (*Ермаков А. И. Методы биохимических исследований растений. Л.: Агропромиздат, 1987. 553 с.*) с использованием автоматической системы UDK-152 и дигестора DK-6 производства компании Velp Scientifica (Италия). Технологическую оценку семян чины проводили по массе их 1000, крупности, выровненности, процентному содержанию оболочек в семени. Крупность и выровненность семян определяли на лабораторном рассеве, долю семенных оболочек – путем замачивания навески семян в горячей воде с последующим высушиванием до постоянной массы, взвешивания и расчета процентного содержания. Кулинарные достоинства семян оценивали в двукратной повторности после варки в приборе ПОР-2 по результатам дегустации. В результирующей таблице приведены средние значения, полученные при технологической и кулинарной оценке семян урожая 2013–2015 гг.

Для оценки изменчивости признаков использовали коэффициент вариации, который вычисляли с использованием программы Microsoft Office Excel 2010. Статистическую обработку проводили методами вариационного и дисперсионного анализов. Достоверность различий по хозяйственно-ценным признакам оценивали по критерию Стьюдента (t) при уровне значимости 0,05.

Продукция сельскохозяйственных культур характеризуется признаками качества, которые указывают на пригодность для переработки и последующего использования человеком. Их определяет генотип (сорта или коллекционные образцы), условия выращивания и хранения. Доступный селекционерам генофонд зернобобовых культур характеризуется широким варьированием по биохимическим и технологическим признакам. Выделение и вовлечение в селекционный процесс лучших генотипов позволяет проводить селекцию новых сортов с высокими технологическими и потребительскими качествами [13, 14].

Содержание белка у изученных образцов изменялось от 28,1 % (Састрица) до 31,3 % (к-797), составив в среднем по выборке 29 % (табл. 2). У сорта Славянка (селекции ФНЦ ЗБК) оно составило 29,2 % при варьировании по годам 3,4 %. По величине этого показателя указанный сорт превзошел все изученные образцы, за исключением к-797, на 0,2...1,1 %.

У изученных образцов чины масса 1000 семян варьировала от 138 г (к-1901) до 233 г (к-615706), составляя в среднем 197,6 г (см. табл. 2). Образец к-615706 и сорта Славянка характеризовались наибольшей величиной этого показателя – 233 г и 220 г соответственно. Образец к-615706 по массе 1000 семян превзошел остальные генотипы на 13...95 г, а районированный сорт Славянка – на 5...82 г, уступив только образцу к-615706. Коэффициент вариации признака составил 16,8 %.

Крупность основной фракции семян изучаемых образцов составила 7,0+8,0 мм, у сорта Састрица и образца к-615706 – 8,0+7,0 мм, что указывает на большую величину этого показателя образцов у двух последних генотипов, по сравнению с остальными. У образцов к-1901 и к-1939 преобладающая фракция характеризовалась крупностью на уровне 7,0+6,5 мм, они были самыми мелкосемянными.

Выровненность семян варьировала от 74,4 % (к-615706) до 91,9 % (к-1228), составив в среднем по группе 82,8 %. Самой высокой величиной этого показателя характеризовались образцы к-1228 (91,9 %) и к-797 (90,8 %). Они превосходили другие генотипы на 1,1...17,5 % и 6,7...16,4 % соответственно.

Оболочки предохраняют семена нута от механических повреждений, насекомых, возбудителей болезней и преждевременного прорастания. В них преимущественно содержатся клетчатка, лигнин, полифенольные соединения и минералы. Изученные образцы чины имеют семенную оболочку белого (Славянка, Састрица, к-773, к-1228, к-615706), коричнево-мраморного (к-797), черно-серого (к-1901) и коричнево-красного (к-1939) цветов. Белые оболочки тоньше и труднее отделяются от семядолей. Семенные оболочки темного цвета различных оттенков, как правило, толстые и грубые. Содержание оболочек у образцов варьировало от 10,2 % (Славянка) до 12,7 % (к-1901), а в среднем по группе составляло 11,5 %. Сорт

2. Характеристика зерна различных образцов чины по содержанию белка, технологическим и кулинарным качествам (среднее за 2013–2015 гг.)

Сорт/образец	Содержание белка, %	Масса 1000 зерен, г	Крупность, мм	Выровненность, %	Содержание оболочек в зерне, %	Время варки, мин	Коэффициент разваримости	Вкус, балл
Славянка	29,2	220	7,0+8,0	81,1	10,2	107	2,2	5
Састрица	28,1	215	8,0+7,0	84,1	10,6	141	2,3	5
к-773	28,6	208	7,0+8,0	78,2	11,4	149	2,2	5
к-797	31,3	211	7,0+8,0	90,8	11,8	137	2,1	5
к-1228	28,7	201	7,0+8,0	91,9	12,2	132	2,3	5
к-1901	28,2	138	7,0+6,5	83,9	12,7	139	2,1	5
к-1939	28,9	155	7,0+6,5	77,8	12,2	123	2,1	5
к-615706	29,0	233	8,0+7,0	74,4	11,1	150	2,3	5
Среднее	29,0	198		82,8	11,5	135	2,2	5
Коэффициент вариации, %	3,4	16,8		7,5	7,5	10,6	4,2	0,0
$НСР_{05}$ 2013 г.	0,2	27		3,3	1,1			
$НСР_{05}$ 2014 г.	0,1	20		2,7	0,4			
$НСР_{05}$ 2015 г.	0,2	23		3,0	1,0			

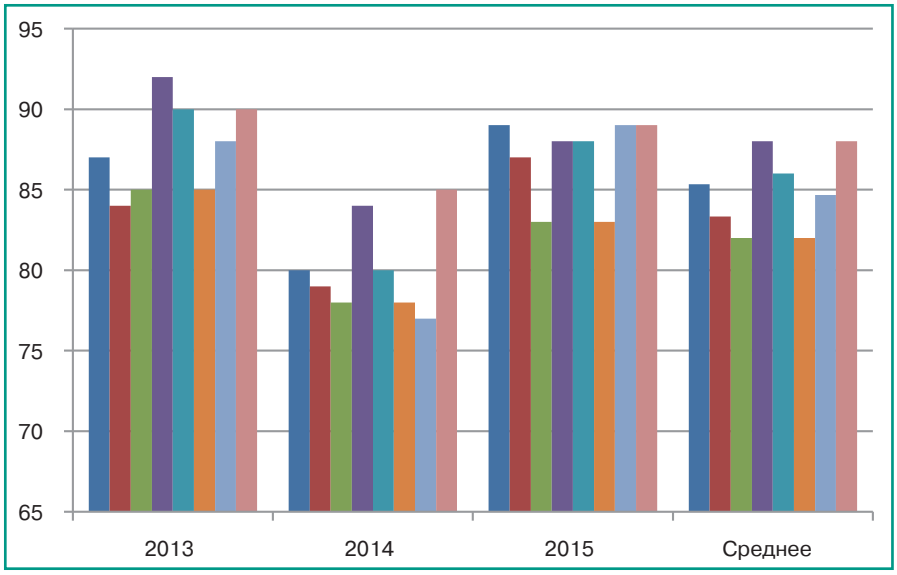


Рис. 2. *Продолжительность вегетационного периода у изученного набора образцов чины: – Славянка; – Састрица; – к-773; – к-797; – к-1228; – к-1901; – к-1939; – к-615706.*

Славянка характеризовался самой низкой величиной этого показателя при низком коэффициенте вариации по годам 7,5 %.

Результаты определения физических и химических параметров семян чины до и после кипячения, обработки в микроволновой печи и автоклавирования показали наличие достоверной отрицательной корреляции между содержанием белка и концентрацией нейротоксина β-ODAP (оксалилдиаминопропионовая кислота). Лучший результат обеспечило кипячение, которое снизило концентрацию β-ODAP на 70 %, тогда как при обработке в микроволновой печи и автоклавировании уменьшение составило 14 %. Кулинарная обработка семян чины приводит к увеличению переваримости белка и уменьшению содержания антипитательных веществ, в том числе к снижению содержания нейротоксина, что облегчает его усвоение организмом [15]. Однако обработка высокой температурой приводит к значительному снижению доли незаменимых аминокислот. Уменьшается содержание метионина, цистеина, лизина, аргинина, тирозина и лейцина. При этом, наибольшее снижение характерно для таких аминокислот, как цистеин (на 15 %) и лизин (на 13,2 %). В связи с этим, в селекции на качество важное значение имеет показатель «время варки». Его сокращение способствует сохранению необходимых для развития организма аминокислот, особенно лимитирующих – метионина и цистеина. В нашем исследовании образцы чины отличались широкой изменчивостью по времени варки – от 107 мин у сорта Славянка до 150 мин у образца к-615706, в среднем по группе оно составило 134,8 мин с коэффициентом вариации признака 10,6 %.

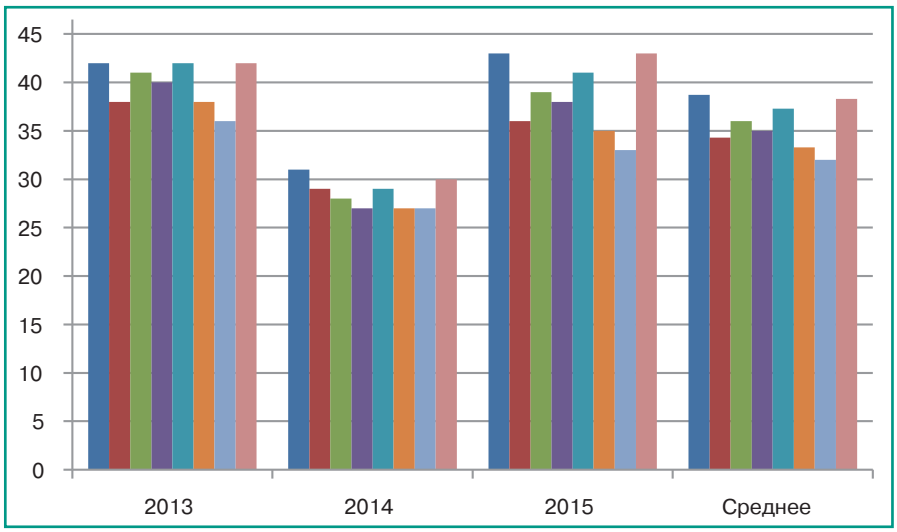


Рис. 3. *Продолжительность цветения образцов чины: – Славянка; – Састрица; – к-773; – к-797; – к-1228; – к-1901; – к-1939; – к-615706.*

Коэффициент разваримости изменялся от 2,1 до 2,3, составив в среднем 2,2. Семена чины сорта Састрица и образцов к-1228 и к-615706 характеризовалось наиболее высоким коэффициентом разваримости – 2,3, по величине этого показателя они превзошли другие генотипы на 0,1…0,2. Все образцы характеризовались отличными вкусовыми качествами.

Продолжительность вегетационного периода изученных генотипов чины в среднем за три года варьировала от 81 суток у к-1939 до 88 суток у к-797 и к-615706 (рис. 2). В 2013 г. она составляла от 84 суток у сорта Састрица до 92 суток у образца к-797; в наиболее теплом 2014 г. – от 77 суток (к-1939) до 85 суток (к-615706); в 2015 г. – от 80 суток (к-1939) – 89 суток (Славянка, к-615706).

В среднем за три года раньше всех зацветали образцы к-1901 и к-1939 (рис. 3). При этом продолжительность цветения варьировала от 32 сток (к-1939) до 39 суток (Славянка). В 2013 г. она составляла от 36 суток (к-1939) до 42 суток (Славянка, к-1228 и к-615706); в 2014 г. – от 27 суток (к-797, к-1901 и к-1939) до 31 суток (Славянка); в 2015 г. – от 33 суток (к-1939) до 43 суток (Славянка, к-615706). В среднем за годы изучения сорт Славянка и образец к-615706 отличались наибольшей продолжительностью цветения – 38 суток, что позволило им завязать больше бобов на растении и сформировать повышенную урожайность.

В среднем за три года изучения масса сухого растения варьировала от 22,4 г (к-1939) до 38,2…39,5 г (к-615706, Славянка) (табл. 3), высота – от 61,2 см у образца к-1939 до

3. Характеристика хозяйственно-ценных признаков различных образцов чины (среднее за 2013–2015 гг.)

Сорт/ образец	Масса сухого растения, г	Высота растения, см	Число ветвей на растении	Число бобов на растении	Число семян на растении	Масса семян с растения, г
Славянка	39,5±4,2	90,3±2,5	8,3±0,5	49,1±4,5	84,3±7,2	18,5±2,2
Састрица	35,7±3,8	82,4±2,5*	7,2±0,5	45,3±4,3	67,2±7,6*	14,4±1,9
к-773	36,2±4,0	79,2±3,2*	7,0±0,5	47,6±4,5	68,6±7,6*	14,3±1,6
к-797	32,2±3,6	90,1±3,4	7,3±0,5	32,3*±3,5	52,3±6,0*	11,0*±1,2
к-1228	37,6±4,1	85,2±3,2	7,6±0,5	48,3±4,5	73,4±8,0	14,8±2,1
к-1901	25,3±2,8*	70,8±2,2*	6,7±0,4*	36,2±4,0*	63,8±7,2*	8,8±1,3*
к-1939	22,4±2,6*	61,2±3,7*	5,6±0,4*	22,3±3,0*	36,3±6,2*	5,6±0,7*
к-615706	38,2±4,2	89,3±3,0	7,7±0,5	48,3±4,5	69,8±7,6	16,3±2,1

**различия с сортом Славянка достоверны при p=0,05.*

С нами расти легче

avgust crop protection

Берет сорняки на абордаж!

реклама

Корсар® Супер

expectrum инновационные продукты

ГЕРБИЦИД

бентазон, 400 г/л + имазамокс, 25 г/л

Двухкомпонентный гербицид для защиты посевов сои и гороха от широкого спектра сорняков.

Обладает максимальной эффективностью против однолетних двудольных и злаковых и некоторых многолетних двудольных сорняков. Контролирует проблемные виды, включая амброзию, марь, щирицу, осот, просо куриное, канатник, падалицу подсолнечника. Моментально останавливает рост сорняков.

avgust.com

АО Фирма «Август»
тел. (495) 787-08-00

Обработал – и забыл

Фултайм®

expectrum инновационные продукты

ГЕРБИЦИД

мезотрион, 75 г/л
+ никосульфурон, 37,5 г/л
+ пиклорам, 17,5 г/л

Трехкомпонентный системный гербицид для уничтожения широкого спектра сорняков на кукурузе.

Исключительно эффективен против комплекса однолетних и многолетних двудольных и злаковых сорняков. Контролирует трудноискоренимые виды – осот, латук, полынь, вьюнок полевой, паслен черный, молочай лозный. Благодаря почвенному действию сдерживает последующие «волны» сорняков. Не требует добавления препарата-партнера и адъюванта.

avgust.com

АО Фирма «Август»
тел. (495) 787-08-00

реклама

С нами расти легче

avgust
crop protection

С нами расти легче

avgust crop protection

Нападает и побеждает

реклама

Стилет®

expectrum инновационные продукты

ИНСЕКТИЦИД

индоксакарб, 100 г/л + абамектин, 40 г/л

Новый двухкомпонентный инсектицид против комплекса вредных насекомых и клещей на кукурузе, подсолнечнике, сое, рапсе, капусте, луке, томатах, винограде и в семечковых садах.

Высокоэффективен против многих видов чешуекрылых, трипсов и клещей. Содержит два взаимодополняющих д. в. из разных химических классов. Быстро проникает в ткани растений, обеспечивает длительное защитное действие. Уничтожает резистентные популяции вредителей.

avgust.com

АО Фирма «Август»
тел. (495) 787-08-00

4. Урожайность зерна образцов чины, т/га

Сорт/образец	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее
Славянка	4,2	4,6	4,3	4,4
Сострица	3,5	3,8	3,6	3,6
к-773	3,2	3,6	3,6	3,5
к-797	2,8	3,2	2,5	2,8
к-1228	3,0	3,2	2,6	2,9
к-1901	2,3	2,6	3,0	2,6
к-1939	1,4	2,0	2,2	1,9
к-615706	4,0	4,3	3,7	4,0
Среднее	3,1	3,4	3,2	
$НСР_{05}$	0,38	0,44	0,41	

90,1...90,3 см у образца к-797 и сорта Славянка.

Максимальное в опыте число ветвей на растении зафиксировано у сорта Славянка – 8,3 шт. Наибольшим числом бобов на растении характеризовались образцы к-1228 (48,3 шт.), к-615706 (48,3 шт.), Славянка (49,1 шт.). Число семян с растения у изученных образцов чины находилось в пределах от 36,3 шт. (к-1939) до 84,3 шт. (Славянка). При этом семенная продуктивность изменялась от 5,6 г/раст. у образца к-1939 до 18,5 г /раст. у сорта Славянка.

Урожайность изученных образцов варьировала в среднем за 2013–2015 гг. от 1,9 т/га (к-1939) до 4,4 т/га (Славянка) (табл. 4). Сорт Славянка и образец к-615706 отличались высокой урожайностью более 4,0 т/га и превзошли другие генотипы на 0,4...2,5 т/га.

Таким образом, за годы исследования установлено, что изученные образцы чины содержат в семенах от 28,1 до 31,3 % белка, масса 1000 семян варьирует в пределах 138...233 г. Сорт Славянка (селекции ФНЦ ЗБК) характеризуется невысоким числом оболочек 10,2 % и наименьшим временем варки 107 мин. Лучшие в опыте генотипы – светлосемянный образец к-615706 и сорт Славянка, характеризуются более крупными семенами с массой 1000 шт. 220...233 г и высоким содержанием белка 29...29,2 %. Кроме того, они отличаются высоким числом бобов (48,3...49,1 шт./раст.) и семян (69,8...84,3 шт./раст.) на растении, высокой семенной продуктивностью (16,3...18,5 г) и урожайностью более 4 т/га.

Литература.

1. Legume Crops Phylogeny and Genetic Diversity for Science and Breeding / P. Smykal, C. J. Coyne, M. J. Ambrose, et al. // Critical Reviews in Plant Sciences. 2015. Vol. 34. No. 1-3. P. 43–104.

2. Rahman Q. N., Akhtar N., Chowdhury A.M. Proximate composition of food-stuffs in Bangladesh. Part 1. Cereals and Pulses // Journal of plant Science. 1974. Vol. 9. P. 129–133.

3. Rizvi A. H., Sarker A.., Dogra A. Enhancing grasspea (Lathyrus sativus L.) production in problematic soils of South Asia for nutritional security // Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. 2016. Vol. 76. P. 583–592.

4. Arslan M. Diversity for vitamin and amino acid content in grass pea (Lathyrus sativus L.) // Legume Research: An International Journal. 2017. Vol. 40. No. 5. P. 803–810.

5. Assefa A. T. Role of grass pea (Lathyrus sativus L.) in nutrition security and risk of neurolathyrism // Global Scientific Journals. 2019. Vol. 7. No. 5. P. 382–390.

6. Mahler-Slasky Y., Kislev M. E. Lathyrus consumption in late Bronze and iron age sites in Israel: an Aegean affinity // Journal of Archaeological Science. 2010. Vol. 37. P. 2477–2485.

7. Grass pea / Kumar S., Gupta P., Barpete S., et al. // The Beans and the Peas (Edited by Aditya Pratap, Sanjeev Gupta). India-Chennai: Elsevier, 2021. 253 p.

8. Campbell C.G. Grass pea. Lathyrus sativus L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 18. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben // International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy: IPGRI, 1997. 91 p.

9. Achievements and prospects of grass pea (Lathyrus sativus L.) improvement for sustainable food production / G. P. Dixit, A. K. Parihar, A. Bohra, et al. // The Crop Journal. 2016. Vol. 4. No. 5. P. 407–416.

10. Донская М. В., Велкова Н. И., Наумкин В. П. Зернобобовые культуры (чина, вика, горох) в смешанных посевах с горчицей белой // Земледелие. 2019. № 4. С. 25–28.

11. Spencer P. S., Schaumburg H. H. Lathyrism: a neurotoxic disease // Neurobehav Toxicol Teratol. 1983. Vol. 5. No. 6. P. 625-629.

12. Singh S. S., Rao S. L. N. Lessons from neurolathyrism: A disease of the past & the future of Lathyrus sativus (Khesari dal) // Indian J. Med. Res. 2013. Vol. 138. No. 1. P. 32–37.

13. Зотиков В. И., Бобков С. В., Варлахова Л. Н. Характеристика сортов зернобобовых и крупяных культур селекции ВНИИЗБК по качеству зерна // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 11. С. 17–19.

14. Бобков С. В., Уварова О. В. Накопление запасных веществ в семенах дикого и культурного гороха // Земледелие. 2021. № 4. С. 24–27.

15. Effect of cooking methods on protein content and neurotoxin (β-ODAP) concentration in grass pea (Lathyrus sativus L.) grains / S. Barpete, P. Gupta, K. M. Khawar, et al. // CyTA: Journal of Food. 2021. Vol. 19. No. 1. P. 448–456.

Evaluation of grain quality of various samples of Indian pea

M. V. Donskaya, M. M. Donskoi, N. O. Kostikova
Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops, ul. Molodezhnaya, 10, k. 1, pos. Streletskii, Orlovskii r-n., Orlovskaya obl., 302502, Russian Federation

Abstract. *The purpose of the study was to evaluate promising samples of Indian pea for quality traits and to identify the potential of the source material for its use in breeding. The studies were carried out in 2013–2015 in the Orel region. The material for the study was eight forms of Indian pea (Lathyrus sativus L.) of different origin: varieties Slavyanka (Russia) and Sastritsa (Serbia); samples k-773 (Spain), k-797 (Ethiopia), k-1228 (Azerbaijan), k-1901 (India), k-1939 (Tajikistan), k-615706 (Ukraine). The experiments were carried out on plots with an area of 5 m2 in four replications. The soil of the experimental plot was dark gray forest of medium cultivation level, the content of easily hydrolysable nitrogen (according to Kononova's method) was 12.5–13.4 mg/100 g of soil, the content of mobile phosphorus and exchangeable potassium (according to Kirsanov's method) was 14.4–19.2 mg/100 g of soil and 7.45–10.6 mg/100 g of soil, respectively. The humus content (according to Tyurin's method) was 4.28–4.73%; the pH-value of salt extract was 5.1–5.2%. The weather conditions were close to the long-term average: 2013 and 2015 were sufficiently hydrated (the hydrothermal coefficient (HTC) was 1.0–1.1), 2014 was slightly dry (HTC = 0.9). The protein content in the grain of the studied samples was 28.1–31.3%, the weight of 1000 grains was 138–233 g. Slavyanka variety was characterized by a low content of coats in the seed (10.2%) and the shortest cooking time (107 min). The palatability of all samples was excellent. Genotypes with a complex of useful traits were identified as the source material for breeding for quality. The light seed sample k-615706 and Slavyanka variety were characterized by larger seeds with a weight of 1000 grains of 220–233 g and high protein content of 29–29.2%. These genotypes are distinguished by a high number of pods (48.3–49.1 pcs/plant) and seeds per plant (69.8–84.3 pcs/plant), high seed productivity of plants (16.3–18.5 g) and productivity of more than 4 t/ha.*

Keywords: *Indian pea (Lathyrus sativus L.); variety; sample; protein; kernel size; uniformity; cooking time.*

Author Details: *M. V. Donskaya, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow (e-mail: nmaria_87@mail.ru); M. M. Donskoi, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow; N. O. Kostikova, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow.*

For citation: *Donskaya MV, Donskoi MM, Kostikova NO. [Evaluation of grain quality of various samples of Indian pea]. Zemledelije. 2022;(4):21-5. Russian. doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-21-25.*

doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-26-30
УДК 635.21:631.53.01:573.6

Использование условий высокогорья Северного Кавказа для выращивания мини-клубней картофеля

И. С. КАРДАНОВА, аспирант (e-mail: i.kardanova@bavaria-group.ru)
Е. В. ОВЭС, доктор сельскохозяйственных наук, зав. отделом (e-mail: oveselena@mail.ru)
Н. А. ГАИТОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха, ул. Лорха, 23, Люберцы, Московская обл., 140051, Российская Федерация

Исследования проводили с цель определения возможности выращивания высококачественного семенного картофеля для оригинального семеноводства в условиях высокогорья Северного Кавказа. Работу выполняли в 2019–2021 гг. на высоте 2300...2500 м над уровнем моря. Объектом для исследований служили сорта картофеля различных сроков созревания Гулливер, Садон и Варяг. Полевые опыты предусматривали высадку микрорастений, рассады из микрорастений и микроклубней in vitro по 25 шт. в 4-х кратной повторности. Для сравнительной оценки использовали варианты с применением укрывного способа выращивания и без укрытия. Более отзывчивыми на укрытие оказались микрорастения. В этих вариантах приживаемость составила 98...100 %, коэффициент размножения 5,6...7,2. Без укрывного материала величины этих показателей были равны 87...90 % и 5,1...6,6 соответственно. Рассада и микроклубни не отреагировали на наличие укрытия. Рассадная технология в высокогорье обеспечила хорошую приживаемость (96...100 %). Всхожесть микроклубней оказалась на 12...18 % ниже. Лучшие показатели продуктивности отмечены в вариантах с использованием рассады. Растения сформировали от 5,8 до 7,5 мини-клубней с выходом стандартной фракции от 82 до 91 %. При воспроизводстве в первом полевом поколении урожайность сортов картофеля составила 13,4...15,8 т/га с выходом стандартной фракции 81...96 % не зависимо от происхождения мини-клубней. Сравнительная оценка различных технологий выращивания мини-клубней отражает снижение материальных затрат в 3,3...3,7 раз при их выращивании в высокогорье, по сравнению с защищенным грунтом и снижение себестоимости одного мини-клубня в 2,0...2,2 раза.

Ключевые слова: *картофель (Solanum tuberosum), высокогорная зона, Северный Кавказ, исходный материал, микрорастения, микроклубни, мини-клубни, технология выращивания, оригинальное семеноводство.*

Для цитирования: *Карданова И. С., Овэс Е. В., Гаитова Н. А. Использование условий высокогорья Северного Кавказа для выращивания мини-клубней картофеля // Земледелие. 2022. №4. С. 26–30. doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-26-30.*

Технологический процесс выращивания высококачественного семенного материала картофеля начинается с высадки *in vitro* растений на субстрат для получения мини-клубней. В современной практике это достигается различными лабораторными способами (аэропонные, гидропонные, аэро-гидропонные) или в условиях защищенного грунта. При этом независимо от способа выращивания мини-клубней необходимо создать условия для роста и развития растений, сочетающие строгое соблюдение последовательных технологических элементов, обеспечивающие сохранение качественных характеристик и высокий количественный выход [1, 2, 3].

Создание специальных световых, температурных и защитных условий, обеспечивающих соблюдение параметров роста и развития растений, требует определенных капитальных вложений, которые влияют на себестоимость единицы продукции. Несмотря на использование при выращивании мини-клубней высокотехнологичных способов, сохраняется проблема высоких температур в период клубнеобразования. Усиленное кондиционирование воздуха и обеспечение микроклимата сопровождаются значительным ростом энергозатрат и оказывают влияние на экономическую составляющую технологии производства мини-клубней.

На сегодняшний день широкое применение получили различные тоннельные конструкции, которые способны защитить растения от проникновения переносчиков вирусной инфекции и не приводят к повышению температуры воздуха в дневное время до критического уровня [4, 5].

Эффективный технологический элемент производства мини-клубней – проращивание микрорастений и производство рассады. Это обеспечивает максимальную приживаемость при высадке в субстрат, сокращение периода адаптации растений культуры *in vitro* в условиях *in vivo* и ускорение их роста и развития [6, 7].

Результативность процесса выращивания мини-клубней главным образом отражает отсутствие в производимом материале фитопатогенов различного происхождения. Качественный семенной материал получают в условиях низкого инфекционного фона. Условия высокогорья – естественный природный барьер для лета тлей – переносчиков вирусов. Их перемещение ограничивает вертикальная зональность. Так, при исследовании количественного и видового состав переносчиков вирусов картофеля в условиях предгорной зоны Северного Кавказа на протяжении четырех лет в среднем за период наблюдений в условиях предгорной зоны на высоте 1400 м над уровнем моря идентифицировали 12 особей, а на участке, расположенном на высоте 1650 м, их количество уменьшилось до 3 особей на ловушку [8].

Исследование влияния фитосанитарного фактора высокогорья на продуктивность исходного материала картофеля с использованием микрорастений и рассады под укрытием лутрасилом и без на высоте 1800 м над уровнем моря показало, что в вариантах с укрывным материалом приживаемость составила 90...92 %, без укрытия – 78...88 %. При этом в варианте без укрытия более низкой приживаемостью характеризовались микрорастения. Количественный выход мини-клубней в большей степени находился в зависимости от биологических особенностей исследуемых сортов и варьировал от 6,6 до 10,9 мини-клубней с выходом стандартной фракции 80 % [9].

В последние годы были изучены вопросы сохранения сортовой типичности и качественных характеристик образцов в полевой коллекции в банке здоровых сортов в условиях высокогорья на высоте 2200...2500 м над уровнем моря [10, 11], а также проведены поисковые исследования по размещению питомников оригинального семеноводства выше 2000 м над уровнем моря (*Применение различных технологий выращивания мини-клубней в условиях высокогорья / И. С. Карданова, К. Т. Етдзаева, Е. В. Овэс и др. // Картофелеводство: сб. науч. тр. / под. ред. С. А. Турко (гл. ред.) и др. Минск: Государственное предприятие «Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси», 2018. Т. 26. С. 272–279*). Ранее на такой высоте в условиях Северного

Рис. 1. *Опыт по выращиванию мини-клубней в высокогорье, 2019 г.*

Кавказа подобные эксперименты не проводили.

Цель исследования – определение возможности выращивания высококачественного семенного картофеля для оригинального семеноводства в условиях высокогорья Северного Кавказа.

Работу проводили в 2019–2021 гг. на высоте 2300…2500 м над уровнем моря в Алагирском районе, Верхний Згид, РСО-Алания (42°52′12″ с.ш. и 43°57′33″ в.д.). Для исследований использовали сорта разного срока созревания Гулливер (ранний), Садон (среднеранний) и Варяг (среднеспелый). Схема опыта предусматривала изучение следующих вариантов: микрорастения под укрытием (МР под укрытием); микрорастения без укрытия (МР без укрытия); рассада под укрытием; рассада без укрытия; микроклубни под укрытием (МКл под укрытием); микроклубни без укрытия (МКл без укрытия).

Опыт закладывали в 4-х кратной повторности по 25 растений с посадкой по схеме 75×20 см, площадь учетной делянки – 3,75 м². В вариантах с рассадным способом микрорастения проращивали в кассетах на торфяном субстрате, которые устанавливали в световой комнате. В качестве источника света использовали люминесцентные лампы, освещенность составляла 3…4 тыс. люкс. При достижении рассадой высоты 10…12 см ее высаживали в открытый грунт. Микрорастения, микроклубни и рассаду высаживали в почвенный субстрат во второй декаде июня. После посадки в вариантах с применением укрывного материала устанавливали дуги высотой 70 см и накрывали сеткой bio trips (рис. 1). В период вегетации выполняли две обработки фунгицидами для защиты растений от проявления патологий грибного происхождения. При достижении растениями высоты 18…20 см применяли контактный фунгицид Танос (0,5 кг/га), в период цветения – Скор (0,3 л/га).

Использование укрывного материала (тоннелей) в высокогорье способствует созданию для растений определенного микроклимата в темное время суток, когда температура воздуха резко снижается. В вариантах без укрытия перед уборкой на растениях ежегодно отмечали ожоги от пониженных температур. Кроме того, применение этого способа обеспечивает надежную защиту от града.

Приживаемость микрорастений определяли на 5 и 10 день после высадки. Для микроклубней отмечали начало всходов (10 %) и массовое их проявление (75 %). В период вегетации проводили фенологические учеты и биометрические измерения. В варианте с микроклубнями измерения осуществляли начиная с достижения растениями высоты 5…8 см и до фазы бутонизации с интервалом в 10 дней; с микрорастениями – с 20 дня после высадки с таким же временным интервалом. Листовые пробы для диагностики скрытой формы вирусной инфекции с использованием метода ПЦР-анализа отбирали в конце вегетации.

Уборку проводили в последней декаде августа – первой декаде сентября. Учет урожая и его структуру определяли путем фракционирования мини-клубней по наибольшему поперечному диаметру, с последующим подсчетом и взвешиванием. Урожай закладывали на хранение в специальную секцию с установленным климат-контролем.

В питомнике первого полевого поколения опыт закладывали в зависимости от происхождения мини-клубней по 50 шт. в 4-х кратной повторности по следующей схеме: защищенный грунт – мини-клубни из микрорастений (МР-теплицы); защищенный грунт – мини-клубни из микроклубней (МКл-теплицы); высокогорье – мини-клубни из микрорастений (МР-высокогорье); высокогорье – мини-клубни из микроклубней (МКл-высокогорье); высокогорье – мини-клубни из рассады (рассада-высокогорье).

Ведущий фактор климатообразования в горах – высота над уровнем моря. Сложный рельеф Северного Кавказа создает большое разнообразие местных микроклиматов, которые зависят от экспозиции склонов. На высоте 2300…2500 м над уровнем моря воздух чистый и прозрачный, напряжение солнечной радиации высокое с ультрафиолетовым индексом 8…10 баллов, давление воздуха низкое – 600 мм рт. ст. На такой высоте над уровнем моря, в отличие от выше лежащей зоны, менее холодное лето, умеренная влажность, высокая скорость ветра и низкая облачность, что часто сопровождается туманами. Положительные дневные температуры более +10 °С в высокогорье наступают в середине июня. В летний период наблюдается резкий контраст между дневными и ночными температурами воздуха. В августе в солнечную погоду днем температура может повышаться до +25 °С, а ночью может достигать +8 °С. Из-за такого контраста оценку дневных и ночных температур проводят отдельно. Сум-

1. Метеорологические условия на высокогорье (по данным метеостанции Верхний Згид)

Показатель	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Июнь			
Температура воздуха (день/ночь), °С	17,7/11,7	15,1/7,8	18,9/10,3
Количество осадков, мм	180	215	91
Июль			
Температура воздуха (день/ночь), °С	21,7/15,0	15,7/12,7	17,3/10,8
Количество осадков, мм	292	123	226
Август			
Температура воздуха (день/ночь), °С	23,8/15,2	18,5/8,2	19,3/10,9
Количество осадков, мм	117	175	52
Сумма активных температур, °С	1612,8	1186,4	1350,8
ГТК в период вегетации	3,65	4,32	3,18

2. Показатели приживаемости микрорастений и всхожести микроклубней в высокогорье (среднее за 2019–2021 гг.), %

Вариант	Гулливер	Садон	Варяг
Микрорастения под укрытием	99	100	98
Микрорастения без укрытия	87	90	89
Рассада под укрытием	100	100	100
Рассада без укрытия	98	100	96
Микроклубни под укрытием	85	88	82
Микроклубни без укрытия	84	88	84

ма активных температур в период вегетации составляет 1300...1600 °С, осадки выпадают систематически в виде ливней и грозовых дождей и составляют около 500 мм, ГТК превышает 3,18, при этом излишнее увлажнение в виде вымокания растений отсутствует. Вода стекает по горному рельефу в ущелья, образуя небольшие быстрые реки [12].

В годы исследований наиболее благоприятные условия для развития картофеля наблюдали в 2019 г. В июле–августе в периоды бутонизации и цветения растений средние температуры воздуха в дневное время составили 21,7...23,8 °С, что на 4,4...6,0 °С выше, чем в 2020–2021 гг. Наиболее прохладные условия сложились в 2020 г., когда дневная температура в июле–августе составляла 15,7...18,5 °С, ГТК за вегетацию достигал 4,32 (табл. 1).

Почвы опытного участка относятся к разновидности горно-луговых субальпийских. Содержание гумуса (по Тюрину) в верхнем горизонте составляет 6,7 %, реакция почвенного раствора слабокислая, ближе к нейтральной – 5,2...5,8 ед., содержание азота – 43...45 мг/кг почвы, доступных форм фосфора и калия (по Кирсанову) – 102...120 и 161...180 мг/кг почвы соответственно. Сумма обменных оснований находится в пределах 25...31 мг-экв./100г почвы, гидролитическая кислотность – 1,75 мг-экв./100 г почвы, степень насыщенности основаниями – 95 %.

Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием программного пакета Microsoft Excel 2010 и компьютерной программы Statsoft Statistica.

В современной практике наиболее распространённым способом для выращивания мини-клубней остаётся высадка микрорастений на почвенный субстрат в защищенном грунте. Для оценки результативности производства, исследуемые в опыте технологии сравнивали по экономическим показателям.

Эффективность выращивания мини-клубней главным образом определяет их количественный выход с единицы площади. При определении продуктивности исходного материала на 1 м^2 в условиях теплиц для расчета брали показатели 16 растений (25×25 см), в высокогорье – 6,7 растений (75×20 см).

В условиях высокогорья более отзывчивыми на использование тоннелей оказались микрорастения. Без укрытия их приживаемость была на 9...12 % ниже, чем в варианте с укрытием. Рассада и микроклубни слабо реагировали на создание защитных условий. Независимо от применяемой технологии в варианте с рассадой в высокогорье приживаемость исследуемых сортов картофеля составляла 96...100 %. В то время как всхожесть микроклубней оказалась на 12...16 % ниже, чем в вариантах с микрорастениями под укрытием (табл. 2).

Рис. 2. Растения из рассада под укрытием (а) и из микроклубней без укрытия (б), 2019 г.

Высота растений зависела от наличия укрытий и варьировала от 15 до 60 см. Лучшие биометрические показатели отмечены в вариантах с рассадной культурой (рис. 2). Микрорастений без укрытия были низкорослыми.

Наиболее благоприятные для образования клубней условия сложились в 2019 г. Растения сформировали по одному стеблю с хорошо развитыми 3...5 боковыми побегами. В этом году в вариантах с укрытием отмечено преимущество высадки рассады, по сравнению с микрорастениями. Наибольшая разница отмечена на сорте Гулливер, разница между коэффициентами размножения в этих вариантах составила 1,4 ед. Однако в среднем за период проведения исследований существенных различий между использованием в качестве посадочного материала этого сорта микрорастений и рассады в тоннелях не установлено. При этом их прямая высадка в открытый грунт снижала коэффициент размножения, по сравнению с укрывными вариантами, на 0,9...1,4 ед./растение (табл. 3).

При посадке микроклубней *in vitro* сорта Гулливер не зависимо от способа выращивания растения сфор-

3. Выход мини-клубней в зависимости от способа их выращивания

Вариант	Количество мини-клубней, шт./растение				Выход стандартной фракции, %
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее	
Гулливер					
МР под укрытием	7,7	6,7	7,1	7,2	87,7
МР без укрытия	6,4	6,7	5,8	6,3	87,9
Рассада под укрытием	9,1	6,0	6,5	7,2	91,3
Рассада без укрытия	6,9	5,0	5,4	5,8	90,4
МКл под укрытием	6,5	5,4	5,4	5,8	88,9
МКл без укрытия	6,6	5,4	4,9	5,6	84,6
$НСР_{05}$	0,8	0,9	0,7		
Варяг					
МР под укрытием	7,0	4,8	4,9	5,6	81,4
МР без укрытия	6,6	4,3	4,4	5,1	72,4
Рассада под укрытием	7,8	5,6	5,3	6,2	88,0
Рассада без укрытия	7,6	5,8	5,7	6,3	83,5
МКл под укрытием	6,8	5,4	6,0	6,1	85,9
МКл без укрытия	6,8	5,4	6,2	6,1	83,8
$НСР_{05}$	0,6	0,7	1,3		
Садон					
МР под укрытием	7,3	6,1	7,0	6,8	73,4
МР без укрытия	6,5	6,8	6,5	6,6	69,1
Рассада под укрытием	8,3	7,0	7,1	7,5	85,8
Рассада без укрытия	6,7	6,9	6,6	6,7	82,2
МКл под укрытием	7,0	6,7	6,4	6,7	89,2
МКл без укрытия	6,7	6,2	6,0	6,3	82,0
$НСР_{05}$	0,9	1,3	1,7		

Рис. 3. *Урожай сорта Варяг из рассады без укрытия (а) и с укрытием (б).*

мировали 5,6...5,8 мини-клубней, что в 1,1...1,2 раза меньше, чем в аналогичных вариантах с микрорастениями. Выход стандартной фракции при посадке микроклубнями также был наименьшим и составлял 84,6...88,9 %, что на 2,4...5,8 % ниже, по сравнению с высадкой рассады, где он оказался самым высоким.

У сорта Варяг наибольший выход мини-клубней отмечен в вариантах с рассадной технологией (6,2...6,3 ед.), при этом отсутствие укрывного материала не отразилось на величине этого показателя (рис. 3). Близкие результаты обеспечила и посадка микроклубней. Коэффициент размножения в этом варианте не зависимо от наличия укрытия составил 6,1 ед., в то время как при высадке микрорастений он был 0,5...1,0 ед. меньше. Аналогичные результаты отмечены по выходу стандартного семенного картофеля. Наибольшим он оказался при посадке рассады – 83,5...88,0 %, а самым низким при высадке микрорастений – на 6,6...11,1 % меньше.

При выращивании сорта Садон наибольший выход миниклубней, как и на сорте Варяг, обеспечил рассадный способ посадки. При этом укрытие растений повышало величину этого показателя на 0,8 ед. Высадка микроклубней и микрорастений в годы исследований обеспечивала близкие результаты. При этом их сбор без укрытия был меньше, чем в варианте с рассадой, на 0,1...0,3 шт., с укрытием – на 0,7...0,8 шт. Использование укрывного способа при посадке микрорастений повышало выход стандартной семенной фракции на 4,3 %, рассады – на 3,6 %, микроклубней – на 5,2 %.

По результатам проводимого ежегодного контроля качества с применением ПЦР-анализа наличия фитопатогенной инфекции в клубнях, выращенных в условиях высокогорья, не отмечали.

К основным статьям затрат, отражающимся на себестоимости миниклубней, относятся расходы в период ухода за растениями. В нашем исследовании они были наибольшими в защищенном грунте. Увеличение плотности посадки в условиях теплиц привело к росту количества производимых миниклубней до 70,4...73,6 ед./м². При высадке в горах величина этого показателя снизилась в 1,5...1,7 раз и варьировала от 42,0 до 48,3 ед./м² (табл. 4). При этом общие материальные затраты на выращивание миниклубней в высокогорье были меньше, чем при высадке микрорастений в теплице, в 3,3...3,7 раз. В результате себестоимость одного мини-клубня оказалась ниже в 2,0...2,2 раза.

4. Материальные затраты на выращивание мини-клубней (с 1 м²)

Вариант	Посадочный материал, руб.	Уход за растениями, руб.	Всего затрат, руб.	Выход миниклубней, шт.		Себестоимость миниклубня, руб.	
				всего	> 9 мм	всего	± к контролю
МР теплицы	297,6	1417,6	1715,2	73,6	65,5	23,3	0,0
МКл теплицы	364,8	1417,6	1782,4	70,4	63,4	25,3	+ 2,0
МР высокогорье (укрытие)	124,6	365,4	490,0	45,5	36,8	10,8	- 12,5
МР высокогорье	124,6	342,3	466,9	42,0	32,1	11,1	-12,2
Рассада высокогорье (укрытие)	126,8	365,4	492,2	48,3	42,6	10,2	-13,1
Рассада высокогорье	126,8	342,3	469,1	44,1	37,7	10,6	-12,7
МКл высокогорье (укрытие)	152,8	365,4	518,2	43,4	38,2	11,9	-11,4
МКл высокогорье	152,8	342,3	495,1	42,0	35,0	11,8	-11,5

Растения из миниклубней в процессе воспроизводства и выращивания первого полевого поколения сформировали по 3...4 стебля, имели невысокий габитус куста (20...30 см) с хорошо развитыми листовыми пластинами. Растения исследуемых сортов картофеля в среднем формировали от 4,8 до 7,0 клубней не зависимо от происхождения посадочного материала. Наибольшее их количество (5,2...7,0 шт. на раст.) было характерно для сорта Варяг (табл. 5).

Важной особенностью при выращивании растений первого поколения в условиях высокогорья была выровненность урожая. Исследуемые сорта картофеля сформировали от 13,4 до 15,8 т/га клубней при выходе стандартной фракции от 81 до 96 %. Ежегодный мониторинг качества применяемых технологий в условиях высокогорья показал отсутствие заражений вирусами в производимом оригинальном семенном материале.

Таким образом, использование фитосанитарного фактора высокогорья в процессе выращивания семенного картофеля высоких классов показало, что исходный материал в виде микрорастений, рассады и микроклубней может быть использован для производства миниклубней на высоте 2200...2500 м над уровнем моря. Наиболее продуктивными в высокогорье оказались растения прошедшие рассадную культуру. Они формировали 5,8...7,5 миниклубней на растении с выходом стандартной фракции 82...91 %. При высадке микрорастений в открытом грунте целесообразно использовать укрывные материалы для защиты растений от влияния низких ночных температур. Это обеспечивало приживаемость микрорастений на уровне 98...100 %, количественный выход миниклубней – 5,6...7,2 шт./растение. Аналогичные результаты достигаются в стационарных теплицах. Коэффициент размножения растений из микроклубней при выращивании без укрытия несколько ниже, чем в тоннелях – 5,6...6,3 ед. при выходе стандартного семенного материала 82...85 %.

Выращивание миниклубней в условиях высокогорья обеспечивает снижение материальных затрат, по сравнению с защищенным грунтом, в 3,3...3,7 раз, себестоимости – в 2,0...2,2 раза. Продуктивность первого полевого поколения в высокогорье в большей степени зависит от сортовых особенностей. В среднем урожайность новых перспективных сортов составляла от 13,4 до 15,8 т/

5. Продуктивность сортов картофеля в первом полевом поколении в зависимости от происхождения мини-клубней

Вариант	Коэффициент размножения, шт.			Урожайность, т/га			Выход стандартной фракции, %
	2020 г.	2021 г.	средний	2020 г.	2021 г.	средняя	
Гулливер							
МР-теплицы	6,1	5,7	5,9	13,1	14,1	13,6	81,5
МКл-теплицы	5,1	5,0	5,0	14,3	12,6	13,4	90,9
МР-высокогорье	5,0	4,7	4,8	14,9	14,1	14,5	89,5
МКл-высокогорье	6,2	5,3	5,7	15,3	13,8	14,5	87,9
Рассада-высокогорье	5,8	4,5	5,1	15,8	12,3	14,0	96,4
$НСР_{05}$	1,8	1,8	–	5,3	4,5	–	–
Садон							
МР-теплицы	5,5	6,3	5,9	13,3	15,8	14,6	90,3
МКл-теплицы	5,8	5,5	5,6	12,8	15,1	14,0	82,8
МР-высокогорье	5,5	5,5	5,5	14,4	15,9	15,1	90,5
МКл-высокогорье	6,2	6,1	6,1	15,2	15,0	15,1	86,7
Рассада-высокогорье	5,5	5,5	5,5	14,2	15,1	14,6	87,6
$НСР_{05}$	1,2	1,4	–	3,3	4,9	–	–
Варяг							
МР-теплицы	5,0	5,5	5,2	14,8	16,7	15,8	92,3
МКл-теплицы	5,1	6,9	7,0	14,7	16,5	15,6	85,7
МР-высокогорье	5,0	6,0	5,5	13,3	15,2	14,2	86,4
МКл-высокогорье	5,8	5,2	5,5	15,4	14,4	14,9	92,0
Рассада-высокогорье	5,3	6,0	5,6	14,7	16,1	15,4	93,7
$НСР_{05}$	1,6	1,5	–	3,7	2,6	–	–

га при выходе стандартной фракции 81...96 %.

С учетом того, что на всех этапах репродуцирования в опыте выращенный материал был свободен от вирусной инфекции, условия высокогорья, где ограничен лет переносчиков вирусов и минимизирован риск повторного заражения, благоприятны для производства миниклубней оздоровленного посадочного материала картофеля.

Литература.

1. Выращивание миниклубней картофеля и топинамбура в условиях водно-воздушной культуры с использованием искусственного освещения / О. С. Хутинаев, В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова и др. // Вестник Московского государственного агроинженерного университета имени В.П. Горячкина. 2018. № 4 (86). С. 7–14.

2. Potato Seed Production in Russia / B. Anisimov, E. Simakov, A. Mityushkin, et al. // Potato Journal. 2018. Vol. 45. No. 2. P. 152–158.

3. Rykaczewska K. The potato minituber production from microtubers in aeroponic culture // Plant soil and environment. 2016. Vol. 62. No. 5. P. 210–214.

4. Терентьева Е. В. Получение миниклубней картофеля в летних каркасных теплицах в условиях Нижнего Поволжья // Достижение науки и технике АПК. 2018. Т. 32. С. 55–58.

5. Анисимов Б. В., Зебрин С. Н., Карданова И. С. Мини-клубни в тоннельных укрытиях // Картофель и овощи. 2017. № 6. С. 29–31.

6. Современные способы ускоренного размножения посадочного материала растений Solanum tuberosum L. / А. В. Матов, Н. Н. Семчук, А. Д. Шишов и др. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2019. № 81. С. 126–130.

7. Dimante, I., Gaile, Z. Potato minitubers technology – its development and diversity : A review // Research for Rural Development. 2014. Vol. 1. P. 69–76.

8. Гериева Ф. Т., Балиева З. А., Басиев С. С. Тли – переносчики вирусной инфекции семенного картофеля на Северном Кавказе // Защита и карантин растений. 2014. № 12. С. 8–19.

9. Гериева Ф. Т., Басиев С. С., Абаев А. А. Способы ускоренного размножения клубневого материала картофеля в условиях РСО-Алания // Вестник АПК Ставрополья. 2015. № 3 (19). С. 142–149.

10. Овэс Е. В., Николаева Е. В. Влияние экологических факторов северного региона и высокогорной зоны на формирование урожая раннеспелых сортов картофеля // Вестник РАСХН. 2021. № 4. С. 35–39.

11. Результаты отбора базовых клонов картофеля в условиях европейского севера и высокогорья северного Кавказа / Е. В. Овэс, Н. А. Гаитова, О. А. Шишкина и др. // Земледелие. 2020. № 4. С. 29–32.

12. Геккиев А.Б. Влияние рельефа на климат республики Северная Осетия-Алания // Современные наукоемкие технологии. 2012. № 1. С. 5–7.

Using the conditions of the highlands of the North Caucasus for growing mini-potato tubers

I. S. Kardanova, E. V. Oves, N. A. Gaitova
Lorkh Federal Research Center on Potato, ul. Lorkha, 23, pos. Kraskovo, Lyuberetskii r-n, Moskovskaya obl., 140051, Russian Federation

Abstract. *The research aimed to determine the possibility of growing high-quality seed potatoes for original seed production under the conditions of the highlands of the North Caucasus. The work was carried out in 2019–2021 at an altitude of 2300–2500 m above sea level. Potato varieties of different ripening periods Gulliver, Sadon, and Varyag were the objects of research. Field experiments included planting microplants, seedlings from microplants and microtubers in vitro, 25 pcs in 4-fold replication. For a comparative assessment, we used variants with the covering method of growing and without it. Microplants turned out to be more responsive to covering. In these variants, the survival rate was 98–100%, the multiplication factor was 5.6–7.2. Without covering material, the values of these indicators were equal to 87–90% and 5.1–6.6, respectively. Seedlings and microtubers did not respond to the presence of covering. Seedling technology in the highlands provided a good survival rate (96–100%). Germination of microtubers was 12–18% lower. The best productivity indicators were noted in the variants using seedlings. Plants formed from 5.8 to 7.5 minitubers with a standard fraction yield of 82 to 91%. During reproduction in the first field generation, the yield of potato varieties was 13.4–15.8 t/ha with a standard fraction yield of 81–96%, regardless of the origin of minitubers. A comparative assessment of various technologies for growing mini-tubers reflects a reduction in material costs 3.3–3.7 times when growing them in highlands, compared with protected ground, and a reduction in the cost of one mini-tuber 2.0–2.2 times.*

Keywords: *potato (Solanum tuberosum); highland zone; North Caucasus; source material; microplants; microtubers; minitubers; growing technology; original seed production.*

Author details: *I. S. Kardanova, post graduate student (e-mail: i.kardanova@bavaria-group.ru); E. V. Oves, D. Sc. (Agr.), head of division (e-mail: oveselena@mail.ru); N. A. Gaitova, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow.*

For citation: *Kardanova IS, Oves EV, Gaitova NA. [Using the conditions of the highlands of the North Caucasus for growing mini-potato tubers]. Zemledelie. 2022;(4):26-30. Russian. doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-26-30.*

doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-31-34
УДК 631.165.2(633.34)

Обоснование экономических преимуществ сортов сои и технологий их возделывания

Н. В. ВАРЛАМОВ, доктор экономических наук, главный научный сотрудник (e-mail: varlamov.nv@yandex.ru)
К. Ю. ЗУБАРЕВА, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник
Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур, ул. Молодёжная, 10, к. 1, пос. Стрелецкий, Орловский р-н., Орловская обл., 302502, Российская Федерация

Исследования проводили с целью выявления нового подхода к формированию ценообразования районированных сортов сои на основе качественной и количественной оценки эффективности применения различных схем питания в конкретных почвенно-климатических условиях. Работу выполняли в Орловской области в 2019–2021 гг. Схема опыта предполагала изучение следующих вариантов: сорта (фактор А) – Осмонь, Зуша; органо-минеральные микроудобрения (фактор В) – без обработок (контроль); предпосевная обработка семян Скарлет, МЭ – 0,4 л/т; комплексная предпосевная обработка семян Скарлет, МЭ – 0,4 л/т, Биостим Старт – 1,0 л/т, Ризоформ Соя + Статик – 3,0 + 0,85 л/т (в день посева); комплексная предпосевная обработка + одна листовая подкормка в фазе 3-х тройчатых листьев баковой бинарной смесью Биостим Масличный – 1,0 л/га, Интермаг Профи Бобовые и Стручковые – 1,0 л/га; комплексная предпосевная обработка + две листовые подкормки (в фазы 3-х тройчатых листьев и бутонизации баковой бинарной смесью Биостим Масличный – 1,0 л/га, Интермаг Профи Бобовые и Стручковые – 1,0 л/га. Стоимостную оценку конкурентоспособности сортов сои посредством повышения их качественных и количественных характеристик в результате применения органо-минеральных микроудобрений на различных этапах роста и развития растений необходимо определять не только по прибавке урожая и дополнительных затрат по вариантам опыта, но и с учетом экономического эффекта от повышения содержания масла и белка в зерне. Из двух сравниваемых генотипов сои наиболее отзывчивым оказался сорт Зуша. С точки зрения экономической эффективности более предпочтительным был вариант, предусматривавший предпосевную обработку семян и две листовые подкормки с применением органо-минеральных микроудобрений. Прибыль благодаря прибавке урожая относительно контрольного варианта составляла 19226,2 руб./га, а с учетом стоимостных качественных параметров по содержанию белка и масла в зерне – 19473,2 руб./га.

Ключевые слова: *соя культурная (Glycine max), селекция, семеноводство, схема опыта, интенсификация производства, количественная и качественная оценка сорта, экономический эффект.*

Для цитирования: *Варламов Н. В., Зубарева К. Ю. Обоснование экономических преимуществ сортов сои и технологий их возделывания // Земледелие. 2022. №4. С. 31–34. doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-31-34.*

Зерно сельскохозяйственных растений служит основой продовольственной безопасности [1]. Эффективность зернового производства складывается из множества параметров, среди которых можно назвать применение технологий повышения потенциала районированных сортов, ориентированных на устойчивое сельское хозяйство в конкретных почвенно-климатических условиях, а также организационно-техническую базу производителей, уровень плодородия и окультуривания почв хозяйств, эффективность использования имеющихся земельных ресурсов и др.

В последние годы рост зернового производства обеспечивала его интенсификация через научно-обоснованное использование различных систем питания (минерального, органо-минерального, органического) [2], а также повышение, сохранение и мобилизацию почвенного плодородия путем применения различных перспективных агроприемов.

Сегодня зерновая отрасль характеризуется комплексным подходом к эффективному использованию современных систем питания с учетом изменяющихся почвенно-климатических, экономических и политических условий; новых районированных сортов и гибридов преимущественно отечественной селекции [3, 4], отличающихся направлениями использования конечной продукции; актуальных энерго- и ресурсосберегающих агротехнологий их выращивания [5, 6], в том числе в аспекте экологически ориентированного устойчивого сельского хозяйства.

Различные системы питания сельскохозяйственных растений – одно из основных направлений, позволяющих в какой-то степени нивелировать зависимость земледелия от неблагоприятных внешних условий, повысить качественные характеристики продукции, оказать положительное влияние на баланс питательных веществ в почве.

Уровень интенсификации сельскохозяйственного производства служит основой его эффективности. Интенсификация достигается путем освоения прогрессивных технических и технологических научных разработок, в том числе связанных с выведением новых сортов и развитием семеноводства. Исходя из этого необходима и соответствующая оценка ее эффективности.

Оценка развития отраслей сельскохозяйственного производства базируется на трех основных группах показателей [7]:

уровень интенсификации – сумма основных и оборотных средств в стоимостном выражении и сумма затрат и других ресурсов в натуральном исчислении в расчете на 100 га сельхозугодий (обеспеченность тракторами, расход удобрений на 1 га и др.);

результаты интенсификации – выход валовой и товарной продукции, чистого дохода на 100 га сельхозугодий, продуктивность животных и урожайность культур;

эффективность интенсификации – сравнение дополнительных затрат и результатов по прибыли и выходу валовой продукции на 1 га, рентабельности производства, окупаемость вложений и др.

Повышение экономической эффективности селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур основано на результатах исследований в сфере биотехнологии и генной инженерии, применении прогрессивных методов и приемов возделывания [8], использовании современной техники и оборудования.

Обобщающие стоимостные показатели, какими выступают себестоимость, прибыль, рентабельность и др., на наш взгляд, не могут корректно отражать экономическую эффективность селекции и семеноводства в связи с существующим диспаритетом цен в современных экономических условиях в России на основные и оборотные средства производства, нестабильностью стоимости сельскохозяйственной продукции на мировых рынках.

Поэтому эффективность аграрного производства, работ, связанных с селекцией и семеноводством, следует определять на основе системы натуральных показателей, одним из которых выступает урожайность. Натуральные показатели не зависят от инфляционных процессов. Можно использовать также показатели ресурсосбережения при производстве продукции.

В то же время новый сорт должен быть коммерческим носителем экономического роста. Необходимо учитывать не только прибавку урожая, но и прибыль, получаемую при его возделывании. Оценка эффективности селекционного процесса должна зависеть от поставленной цели и основываться на значимости, сопоставимости, объ-

ективности и достоверности данных для аналитического исследования.

Экономическая оценка новых сортов должна основываться на сравнении количественных и качественных показателей со стандартами. Такое углубленное изучение позволит выявить преимущества и недостатки сравниваемых сортов и их отзывчивость на отдельные элементы технологии производства (например, применение органо-минеральных микроудобрений на различных этапах онтогенеза растений).

Для того чтобы заинтересовать селекционеров в создании сортов сои с повышенным содержанием белка и жира в семенах, необходимо предложить методику стоимостной оценки качественных показателей моноагроценозов. Подобная комплексная, стоимостная сравнительная оценка эффективности новых сортов должна включать количественные показатели прироста урожайности, а также повышения качественных характеристик конечной продукции. Количественным обобщающим показателем экономической эффективности может быть годовой экономический эффект от использования нового сорта и систем дополнительного питания, в сравнении с базисным вариантом.

Цель исследований – экономическая оценка районированных сортов сои с учетом их качественных и количественных характеристик при использовании органо-минеральных микроудобрений.

Работу выполняли на основе данных, полученных в 2019–2021 гг. в Федеральном научном центре зернобобовых и крупяных культур (Орловский район, п. Стрелецкий).

В стоимостном выражении размер экономического эффекта на единицу площади (1 га) определяли как разность чистого дохода от прибавки урожая по сравниваемым вариантам согласно схеме опыта [9]:

Эф. кол. = Дчну – Дчсу,

где Эф. кол. – годовой экономический эффект вследствие прибавки (количества) урожая, руб./га; Дчну – чистый доход от применения нового сорта, технологии, руб./га; Дчсу – чистый доход от использования существующего сорта, технологии, руб./га.

Количественную оценку эффективности рассматривали на примере эксперимента с применением органо-минеральных микроудобрений в технологии возделывания новых районированных сортов сои отечественной селекции.

Схема опыта предполагала изучение следующих вариантов:

сорта сои (фактор А) – Осмонь, Зуша;

органо-минеральные микроудобрения (фактор В) – без обработок (1); предпосевная обработка семян Скарлет, МЭ – 0,4 л/т (2); предпосевная обработка семян Скарлет, МЭ – 0,4 л/т, Биостим Старт – 1,0 л/т, Ризоформ Соя+ Статик – 3,0 + 0,85 л/т (в день посева) (3); предпосевная обработка семян Скарлет, МЭ – 0,4 л/т, Биостим Старт – 1,0 л/т, Ризоформ Соя+ Статик – 3,0 + 0,85 л/т (в день посева) + одна листовая подкормка в период 3-х тройчатых листьев баковой бинарной смесью Биостим Масличный – 1,0 л/га, Интермаг Профи Бобовые и Стручковые – 1,0 л/га (4); предпосевная обработка семян Скарлет, МЭ – 0,4 л/т, Биостим Старт – 1,0 л/т, Ризоформ Соя+ Статик – 3,0 + 0,85 л/т (в день посева) + две листовые подкормки (в периоды 3-х тройчатых листьев и бутонизации баковой бинарной смесью Биостим Масличный – 1,0 л/га, Интермаг Профи Бобовые и Стручковые – 1,0 л/га (5).

Стоимостную оценку конкурентоспособности сортов сои посредством повышения их качественных и количественных характеристик в результате применения различных схем питания проводили с учетом прибавки урожая и дополнительных затрат по вариантам опыта (табл. 1).

По наилучшим сравниваемым вариантам расходы на уборку и транспортировку дополнительного урожая сои сорта Зуша (вариант 5) увеличиваются на 7,6 %, сорта Осмонь (вариант 4) – на 6,6 %, или соответственно на 21,5 руб./га и 18,7 руб./га. Такие величины не оказывают существенного влияния на показатель дополнительной прибыли. В этих же вариантах были получены наиболее предпочтительные экономические результаты (прибыль) от отдельного и совместного использования различных микроудобрений и биостимуляторов – соответственно 19226,2 руб./га и 18744,7 руб./га. В целом из двух изучаемых сортов сои с экономической точки зрения более эффективно возделывание сорта Зуша (вариант 5), прибыль от выращивания которого выше, чем от сорта Осмонь, на 481,5 руб./га.

Прибавки урожая от изучаемых препаратов, по отношению к контролю, у сорта Зуша составляли 1,6...7,6 %, у сорта Осмонь – 1,0...6,3 %, или соответственно от 0,05 до 0,24 т/га и от 0,03 до 0,20 т/га. Максимальная урожайность сорта Зуша (3,36...3,39 т/га) отмечена при комплексной предпосевной обработке (Скарлет + Биостим Старт + Ризоформ совместно со Статик) и одной-двух листовых подкормках в фазы трех тройчатых листьев и бутонизации (Биостим Масличный + Интермаг Профи Бобовые и Стручковые). Проведение только комплексной предпосевной обработки было также эффективным: сбор семян составил 3,34 т/га, то есть на 0,19 т/га больше, чем в контроле. У сорта Осмонь максимальная в опыте урожайность (3,37...3,38 т/га) отмечена в тех же вариантах, что и у сорта Зуша. Комплексная предпосевная обработка была менее эффективна: сбор зерна превысил уровень контроля всего на 0,04 т/га.

Наиболее полная оценка эффективности использования нового сорта или отдельного элемента технологии возделывания культуры должна включать в себя помимо прибавки урожая еще и оценку качественных характеристик конечной продукции, для сои это содержание белка и масла.

В среднем за 2019–2021 гг. наибольшее содержание белка в семенах отмечено в вариантах с комплексной предпосевной обработкой и двумя листовыми подкормками: у сорта Зуша – 39,45 %, у сорта Осмонь – 38,48 % (табл. 2). Рост величины этого показателя в наилучших сравниваемых вариантах от использования биостимуляторов и микроудобрений в абсолютном исчислении составил 0,15...0,55 %.

Для дальнейших расчетов используем варианты с наибольшей прибавкой урожайности: для сорта Осмонь – вариант 4 с содержание белка 38,35 %, для сорта Зуша – вариант 5 с содержание белка 39,45 %. В среднем за три года исследований содержание белка в семенах сои сорта Зуша было на 1,1 % выше, чем у сорта Осмонь.

1. Оценка эффективности сортов сои Зуша и Осмонь в зависимости от применения органо-минеральных микроудобрений (среднее за 2019–2021 гг.)

Вариант	Средняя урожайность, т/га	Прибавка урожая в натуральном и относительном выражении		Стоимость продукции (питомник), руб./га *	Прибавка урожая в стоимостном выражении, руб./га	Дополнительные, руб./га	
		т/га	%			затраты	прибыль
Сорт Зуша							
1	3,15	–	–	315000	–	–	–
2	3,20	0,05	1,6	320000	5000	246,6	4753,4
3	3,34	0,19	6,0	334000	19000	1290,8	17709,2
4	3,36	0,21	6,7	336000	21000	2451,8	18548,2
5	3,39	0,24	7,6	339000	24000	4773,8	19226,2
Сорт Осмонь							
1	3,17	–	–	317000	–	–	–
2	3,20	0,03	1,0	320000	3000	236,6	2763,4
3	3,21	0,04	1,3	321000	4000	1194,3	2805,7
4	3,38	0,11	6,6	338000	21000	2255,3	18744,7
5	3,37	0,20	6,3	337000	20000	4577,3	15422,7

**для расчетов использовали цену реализации единицы продукции – 100000 руб./т.*

2. Влияние органо-минеральных микроудобрений на содержание белка в зерне сортов сои, %

Вариант	2019 г.	2020 г.	2021 г.	В среднем за 2019–2021 гг.		
				%	± к контролю, %	сбор, кг/га
Сорт Зуша						
Контроль	38,5	37,96	41,4	39,29	–	1237,6
Скарлет	38,9	37,32	41,4	39.21	-0,08	1254,7
Скарлет+Биостим Старт+Ризоформ Соя	39,2	37,04	41,3	39,18	-0,11	1308,6
Скарлет+Биостим Старт+Ризоформ Соя+1 листовая подкормка	39,2	37,08	41,0	39,09	-0,20	1313,4
Скарлет+Биостим Старт+Ризоформ Соя+2 листовые подкормки	40,1	37,16	41,1	39,45	+ 0,16	1337,4
Среднее по сорту	39,18	37,31	41,24	39,24	–	–
$НСР_{05}$	0,10	0,03	0,05	–	–	–
Сорт Осмонь						
Контроль	37,5	34,78	41,5	37,93	–	1202,4
Скарлет	37,8	34,83	41,1	37,91	-0,02	1213,1
Скарлет+Биостим Старт+Ризоформ Соя	38,0	35,64	41,2	38,28	+ 0,35	1228,8
Скарлет+Биостим Старт+Ризоформ Соя+1 листовая подкормка	38,0	35,96	41,1	38,35	+0,42	1296,2
Скарлет+Биостим Старт+Ризоформ Соя+2 листовые подкормки	38,6	35,25	41,6	38,48	+0,55	1296,8
Среднее по сорту	38,0	35,29	41,3	38,19	–	–
$НСР_{05}$	0,01	0,29	0,01	–	–	–

Формула определения экономического эффекта в результате роста качественных параметров сорта может быть представлена следующим образом:

Эф. кач. = Дчнк – Дчск,

где Эф.кач. – экономический эффект от роста качества по сравниваемым сортам, руб./га; Дчнк – чистый доход по новому сорту (технологии) от повышения качества, руб./га; Дчск – чистый доход по базисному сорту (технологии) от повышения качества, руб./га.

В этом случае, стоимостную оценку повышенного содержания белка в семенах сои по сравниваемым сортам можно определить по формуле:

Эф. кач. = Пз × (Кз – Ко):100%,

где Пз – максимальная прибыль вследствие прибавки урожая сорт Зуша, руб./га; Кз и Ко – соответственно среднее содержание белка в семенах сорта Зуша (39,45 %) и сравниваемого сорта сои Осмонь (38,35 %).

Эф. кач. = 19226,2 х (39,45 – 38,35):100 = 211,5 руб./га.

Сравнительный экономический эффект от прибавки урожая по сравниваемым сортам сои можно представить в виде следующего выражения:

Эф. кол. = Пз – По,

где Эф. кол. – экономический эффект вследствие прибавки (количества) урожая, руб./га; Пз и По – соответственно максимальная прибыль от прибавки урожая сорт Зуша и Осмонь.

Эф. кол. = 19226,2 – 18744,7 = 481,5 руб./га.

Годовой (суммарный) экономический эффект можно определить сложив Эф. кол. – экономический эффект вследствие прибавки (количества) урожая и Эф. кач. – экономический эффект вследствие роста качества по сравниваемым сортам, руб./га.

Эф. г = 481,5 + 211,5 = 693,0 руб./га.

Результаты проведенных расчетов указывают на то, что экономический эффект с единицы площади посевов сорта сои Зуша, относительно сорта Осмонь, составляет 693 руб./га (481,5+211,5).

Максимальный экономический эффект от прибавки (количества) урожая благодаря применению органо-минеральных микроудобрений для предпосевной обработки семян и в двух листовых подкормках (Эф. кол) на сорте Зуша, составил 19226,2 руб./га, от увеличение содержания белка (Эф. кач) – 30,8 руб./га.

К сожалению, в действующем ГОСТ 17109-88, который распространяется на семена сои, заготовляемые и поставляемые для переработки в РФ, качественные показатели содержания масла и белка не нормируются. В перспективе представленный сравнительный анализ должен базироваться на качественных характеристиках семян различных сортов сои на основе более полных национальных стандартов качества (табл. 3) [9].

Качественная характеристика сортов сои помимо содержания белка включает в себя содержание масла в семенах. Поэтому итоговая качественная эффективность сортов сои характеризует суммарный экономический эффект от повышения содержания белка и масла в семенах.

В среднем за 2 года исследований 2020–2021 гг. (табл. 4) наибольшее содержание масла в семенах было отмечено у сорта Зуша в варианте с предпосевной обработкой и двумя листовыми подкормками – 20,38 %, что на 0,19 % больше, чем в контроле (20,19 %). У сорта Осмонь при использовании листовых подкормок отмечена обратная тенденция: содержание масла снизилось на 0,09...0,10 %.

Если перевести качественные преимущества от повышения содержания масла (0,19 %) в лучшем варианте использования органо-минеральных микроудобрений и биопрепаратов для сорт Зуша по аналогии расчета для белка, то экономический эффект составит 36,53 руб./га. Суммарный эффект

3. Требования стран к показателям качества сои

Показатель	Требования	Страна
Влажность, %	max 13, 14, 14,5	Египет
	max 12, 12,5	Германия, Греция, Италия, Нидерланды, Тайвань, Таиланд
	max 12,5, 13, 14	Турция
	max 14, 14,5	Сирия
	max 14, норма 12	Испания
Содержание белка при стандартной влажности, %	min 31, норма 32	Египет, Сирия
	min 31	Германия, Нидерланды, Греция
	min 30, норма 32	Испания, Турция
	min 31, норма 32	Италия
	min 33	Тайвань, Таиланд
Содержание белка в пересчёте на сухое вещество, %	min 35	Германия, Нидерланды
Содержание масла при стандартной влажности, %	min 18,5	Египет
	min 18, 18,5, 19	Германия, Греция, Италия, Нидерланды,
	min 17, норма 18	Испания
	min 18,5	Сирия
	min 17	Турция
Содержание масла при пересчете на сухое вещество, %	min 22	Египет, Тайвань, Таиланд

4. Содержание масла в зерне сои на фоне органо-минеральных микроудобрений, %

Вариант	2020	2021	В среднем за 2020–2021 гг.		
			%	± к контролю,%	Сбор, кг/га
Сорт Зуша					
Контроль	18,57	21,8	20,19	–	642,0
Скарлет	18,58	21,7	20,14	-0,05	646,5
Скарлет+Биостим Старт+Ризоформ Соя	18,63	21,6	20,12	-0,07	686,1
Скарлет+Биостим Старт+Ризоформ Соя+1 листовая подкормка	18,94	21,7	20,32	+0,13	699,0
Скарлет+Биостим Старт+Ризоформ Соя+2 листовые подкормки	18,75	22,0	20,38	+0,19	713,3
Среднее по сорту	18,69	21,8	20,23	–	–
Сорт Осмонь					
Контроль	18,80	21,6	20,20	–	599,9
Скарлет	19,06	21,7	20,38	+0,18	609,4
Скарлет+Биостим Старт+Ризоформ Соя	18,28	21,7	19,99	-0,21	593,7
Скарлет+Биостим Старт+Ризоформ Соя+1 листовая подкормка	18,50	21,7	20,10	-0,10	647,2
Скарлет+Биостим Старт+Ризоформ Соя+2 листовые подкормки	18,52	21,7	20,11	-0,09	653,6
Среднее по сорту	18,63	21,7	20,16	–	

от улучшения качества продукции при этом составит 247,0 руб./га, а в сочетании с увеличением урожайности (Эф. г) – 19473,2 руб./га

В современных условиях ценообразование на рынке семян сои учитывает объемы поставляемой продукции исходя из потребительского спроса. Качественные характеристики второстепенны и зачастую не закладываются в ее цену. В перспективе, при насыщении рынка сои будет расти роль покупателя и, наряду с количественными показателями, на стоимость товара в большей мере будут влиять его качественные характеристики. В связи с этим будет расти роль селекции и первичного семеноводства, для стимуляции развития которых необходимо разрабатывать и апробировать различные методики ценообразования с учетом количественного и качественного совершенствования сортов сельскохозяйственных культур.

Таким образом, стоимостную оценку конкурентоспособности сортов сои посредством повышения их качественных и количественных характеристик в результате применения различных схем питания необходимо проводить не только с учетом прибавки урожая и дополнительных затрат по вариантам опыта, но и принимать во внимание экономический эффект от повышения содержания масла и белка в семенах.

Результаты наших исследований свидетельствуют, что из двух сравниваемых сортов более отзывчивым на изучаемые приемы оказался сорт сои Зуша. С позиции экономической эффективности предпочтительный вариант использования органо-минеральных микроудобрений и биопрепаратов предусматривает предпосевную обработку семян и две листовые подкормки – прибыль благодаря прибавке урожая относительно контроля составит 19226,2 руб./га, а с учетом стоимостных качественных параметров, учитывающих содержание белка и масла в семенах – 19473,2 руб/га.

Литература.

1. Алтухов А. И., Дрокин В. В., Журавлев А. С. Продовольственная безопасность и импортозамещение – основные стратегические задачи современной аграрной политики // Экономика региона. 2015. № 3 (43). С. 256–266. doi: 10.17059/2015-3-21.

2. Алтухов А. И., Сычев В. Г., Винничек Л. Б. Развитие производства и рынка минеральных удобрений // Плодородие. 2019. № 3 (108). С. 6–9. doi: 10.25680/S19948603.2019.108.02.

3. Развитие производства зернобобовых и крупяных культур в России на основе использования селекционных достижений / В. И. Зотиков, А. А. Полухин, Н. В. Грядунова и др. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 4 (36). С. 5–17. doi: 10.24411/2309-348X-2020-11198.

4. Зотиков В. И., Вилюнов С. Д. Современная селекция зернобобовых и крупяных культур в России // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. Т. 25. № 4. С. 381–387. doi: 10.18699/VJ21.041.

5. Якимова Л. А. Эффективность ресурсосберегающих технологий в системе точного земледелия // Вестник КрасГАУ. 2017. № 9. С. 23–29.

6. Сабитов М. М. Экономическая эффективность технологий возделывания культур в зернопаровом севообороте // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 2. С. 13–18. doi: 10.24411/0235-2451-2021-10202.

7. Оценка экономической эффективности системы применения минеральных удобрений при разных методах расчета потребности / Н. И. Аканова, Л. Б. Винничек, В. Ю. Жданов и др. // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 2. С. 85–88. doi: 10.24411/2587-6740-2020-12038.

8. Васильчиков А. Г., Семенов А. С., Зотиков В. И. Повышение урожайности новых сортов сои путем применения корректирующих подкормок // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. № 4 (60). С. 15–20. doi: 10.12737/2073-0462-2021-15-20.

9. Савицкая Г. Анализ хозяйственной деятельности предприятий АПК. Москва: Инфра-М, 2014. 526 с.

10. Онищенко О. Актуальные вопросы контроля качества сои при формировании экспортных партий // АПК-Информ: ИТОГИ. 2015. № 5 (11). URL: https://www.apk-inform.com/ru/exclusive/topic/1046108 (дата обращения: 19.04.2022).

Substantiation of economic advantages of soybean varieties and technologies of their cultivation

N. V. Varlamov, K. Ju. Zubareva
Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops, ul. Molodezhnaya, 10, k. 1, pos. Streletskii, Orlovskii r-n., Orlovskaya obl., 302502, Russian Federation

Abstract. *The research aimed to identify a new approach to the formation of the pricing of zoned soybean varieties based on a qualitative and quantitative assessment of the effectiveness of various nutrition schemes under specific soil and climatic conditions. The work was carried out in the Orel region in 2019–2021. The design of the experiment involved the study of two factors. Factor A was a soybean variety (Osmon, Zusha). Factor B was organo-mineral fertilizers. For factor B, we tested five options: without treatments (control); pre-sowing seed treatment by Scarlet, ME (0.4 L/t); complex pre-sowing seed treatment by Scarlet, ME (0.4 L/t), Biostim Start (1.0 L/t, Rizoform Soybean + Static (3.0 L/t + 0.85 L/t) (on the day of sowing); complex pre-sowing treatment + one foliar top dressing in the phase of three trifoliate leaves with a tank binary mixture of Biostim Oil (1.0 L/t), Intermag Profi Legumes (1.0 L/t); complex pre-sowing treatment + two foliar top dressings (in the phase of three trifoliate leaves and budding with a binary tank mixture of Biostim Oil (1.0 L/t), Intermag Profi Legumes (1.0 L/t). The valuation of the competitiveness of soybean varieties should be determined not only by the increase in yield and additional costs for the implementation of certain technological methods, but also taking into account the economic effect of increasing the content of oil and protein in grain. Variety Zusha was the most responsive of the two compared soybean genotypes. From the point of view of economic efficiency, the variant that provided for pre-sowing seed treatment and two foliar top dressings with the use of organo-mineral trace fertilizers was more preferable. The profit due to the increase in yield relative to the control variant was 19226.2 rubles/ha, and taking into account the cost quality parameters for the content of protein and oil in the grain it was 19473.2 rubles/ha.*

Keywords: *soybean (Glycine max); breeding; seed production; design of experiment; intensification of production; quantitative and qualitative assessment of the variety; economic effect.*

Author details: *N. V. Varlamov, D. Sc. (Econ.), chief research fellow (e-mail: varlamov.nv@yandex.ru); K. Ju. Zubareva, Cand. Sc. (Biol.), leading research fellow.*

For citation: *Varlamov NV, Zubareva KJu. [Substantiation of economic advantages of soybean varieties and technologies of their cultivation]. Zemledelie. 2022;(4):31-4. Russian. doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-31-34.*

doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-35-39
УДК 632.95

Разработка регулятора роста для культуры сорго*

В. В. ТАРАНЕНКО[1], кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник (e-mail: viktaranen@rambler.ru)
И. Г. ДМИТРИЕВА[2], кандидат химических наук, доцент
В. С. МУРАВЬЕВ[1], аспирант, младший научный сотрудник
[1]Федеральный научный центр биологической защиты растений, Краснодар, п/о 39, 350039, Российская Федерация
[2]Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, ул. Калинина, 13, Краснодар, 350044, Российская Федерация

В современном земледелии для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и качества урожая широко используют регуляторы роста растений. Исследование выполняли с целью поиска новых регуляторов роста для растений сорго. Синтезирована серия новых органических соединений класса гетероциклических гидразонов. Их первичную оценку выполняли в условиях лабораторного и вегетационного опытов, по результатам которых для изучения в полевых условиях отобрали группу соединений, рострегулирующий эффект которых превышал 20 %. Исследование проводили на выщелоченном чернозёме в центральной зоне Краснодарского края. Полевые мелкоделяночные опыты выполняли в 2018–2021 гг. на посевах сорго сорта Зерста 97, предшественник – озимая пшеница. Нанесение регулятора роста на вегетирующие растения культуры осуществляли двукратно: в фазы кущения и вымётывания, норма расхода по действующему веществу составляла 30 г/га, в контрольном варианте обработку не проводили. Изучаемые вещества обладали стабильным и значительным рострегулирующим эффектом, способствуя формированию достоверного дополнительного урожая на уровне 14,3 %, 17,2 % и 31,1 % соответственно (средние значения за 4 года). Под влиянием регуляторов роста высота растений увеличивалась – на 17…28 см, прирост надземной массы (11,5…38,5 %), длина метелки (6,5…14,5 %), масса зерна с одной метелки (10,7…21,7 %). Улучшилось качество зерна – содержание протеина увеличилось, по сравнению с контрольным вариантом, на 1,8…4,4 %, крахмала – на 2,9…6,9 %.

Ключевые слова: *сорго (Sorghum), сорт Зерста 97, регуляторы роста растений, синтез, скрининг, структура урожая, качество зерна.*

Для цитирования: *Тараненко В.В., Дмитриева И.Г., Муравьев В.С. Разработка регулятора роста для культуры сорго // Земледелие. 2022. № 4. С. 35–39. doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-35-39.*

Сорго – древняя и широко распространённая культура, получившая название за высокорослость (с лат. *sorgus* – повышаться). Эта культура представлена большим разнообразием видов, подвидов и разновидностей. Род *Sorghum* Moench относится к семейству мятликовых (*Poaceae* Bernh) [1].

Родина сорго – экваториальная Африка, поэтому эта культура теплолюбива, жароустойчива. Мировая площадь посевов сорго составляет 47 млн га. Значительная их часть сосредоточена в Индии – 16 млн га, Африке – 15,7 млн га и США – 5,7 млн га. Сорго – товарная культура с годовым мировым производством более 64 млн т и занимает пятое место среди зерновых после пшеницы, риса, кукурузы и ячменя [2]. Благодаря высокой устойчивости к засухе это идеальная альтернатива для решения проблем, связанных с глобальным потеплением и резким сокращением посевов кукурузы, вызванным изменением климата. Кроме того, выращивание сорго оказалось эффективным в тропических и субтропических условиях, что свидетельствует о возможности возделывания его на большой географической территории в тропическом поясе. В разных странах мира выращивают такие виды сорго, как зерновое, сладкое, кормовое, продукцию которых используют на разные цели: от потребления человеком до производства кормов для животных [3, 4].

В развитых странах из сорго в основном производят корма и этанол. В то же время растет потребность в продуктах, не содержащих глютен, что открывает возможности для выхода продукции этой культуры на рынок продуктов питания и побуждает крупных производителей переходить на выращивание пищевых видов сорго [5].

Растения сорго не требовательны к почвам, а размещение в севообороте культуры улучшает их агрохимические и агрофизические характеристики. Важнейшая биологическая особенность сорго – высокая солеустойчивость. В этих условиях культура не только обеспечивает высокие урожаи зерна и зелёной массы, но и выносит из почвы до 70 т/га солей, в том числе таких вредных, как хлориды и сульфаты [6].

Несмотря на перечисленные свойства, сорго медленно распространяется в производстве России и занимает незначительную долю в структуре посевных площадей сельскохозяйственных культур. По данным Росстата, в нашей стране в хозяйствах всех категорий площадь посевов сорго составляет около 100 тыс. га. Из них, по данным аналитического центра агробизнеса «АБ-Центр»: в Приволжском ФО – 60,7 %, Северо-Кавказском ФО – 9,1 %, Центральном ФО – 3,4 % и Южном ФО – 26,7 %, в том числе в Краснодарском крае всего 0,6 % (5400 га).

Особенность сорго заключается в слабой интенсивности роста в начальный период. Применение регуляторов роста ускоряет этот процесс в начальный период вегетации, а также помогает легче переносить неблагоприятные условия внешней среды в конкурентной борьбе с сорной растительностью, что дает возможность повысить урожайность культуры, улучшить качество продукции, условия уборки и хранения [7]. Исследования по поиску регуляторов роста для сорго и изучению их влияния на продуктивность культуры и качественные характеристики зерна интенсивно ведут как в нашей стране [8, 9, 10], так и за рубежом [11, 12, 13].

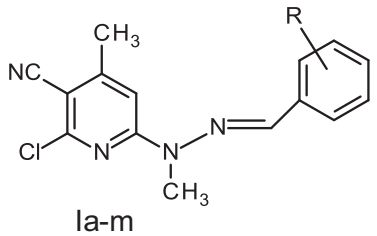
В сельском хозяйстве западных стран широко используют регуляторы роста, в Российской Федерации их применение ещё недостаточно [14]. В связи с этим актуален поиск новых действующих веществ для создания отечественных стимуляторов роста растений.

Цель исследований – скрининг перспективных регуляторов роста для сорго в ряду синтезированных гетеро-

**исследования выполнены в соответствии с Государственным заданием Министерства науки и высшего образования РФ в рамках НИР по теме FGRN-2022-0006.*

циклических гидразонов.

Общая формула рассматриваемых соединений I выглядела следующим образом:



Ia-m

где R = алкил, алкокси, галогено, нитро, амино, алкиламино, гидрокси и другие группы.

Для синтеза использовали оригинальные и известные методики. Выход целевых продуктов составил 67...88 %. Для всех соединений были определены физико-химические константы, их структура подтверждена современными методами анализа: ЯМР ^{1}H-спектроскопии и масс-спектрометрии. Индивидуальность соединений установлена методом тонкослойной хроматографии.

Выбор исследуемого класса соединений для скрининга обусловлен тем, что ранее среди производных азотсодержащих гетероциклов авторы выявили вещества с различными видами активности: рострегулирующей, антидотной [15, 16, 17], иммуномодулирующей [18].

Первичную оценку активности синтезированных соединений проводили в условиях лабораторного опыта (2018 г.) по величине рострегулирующего эффекта. Для этого использовали рекомендованную методику проращивания семян (ГОСТ 12038-84). По результатам лабораторного опыта вещества, проявившие наибольший рострегулирующий эффект испытывали в вегетационном опыте (2018 г.). Дальнейшие исследования проводили в полевых условиях (2018–2021 гг.) стационарного севооборота на базе опытного поля ФГБНУ «Федеральный научный центр биологической защиты растений» (Краснодар, центральная зона Краснодарского края).

Почвенный покров опытного участка представлен черноземом выщелоченным мощным тяжелосуглинистым. Содержание гумуса в пахотном слое (0...25 см) ≈ 3,3 %. Почва пресная, плотный остаток меньше 0,1 %, pH солевой вытяжки 5,5. Содержание подвижных форм фосфора – 17,4 мг/100 г, калия – 32,8 мг/100 г, Mn – 57,0 мг/кг; Cu – 6,8 мг/кг; Co – 2,6 мг/кг; Mo – 0,16 мг/кг; B – 1,15 мг/кг. Наименьшая влагоемкость почвы – 34,9 %, гигроскопичность – 10,2 %, коэффициент фильтрации – 0,54 мм/мин, объёмная масса – 1,23...1,25 г/см^2, порозность 52,0...54,0 %.

Почва среднесуглинистая, структура пахотного слоя – комковато-зернистая. Количество водопрочных агрегатов в некоторых случаях достигает 56...68 %, при этом оно может изменяться в зависимости от способа обработки почвы, что оказывает влияние на водно-физические свойства почвы.

Метеорологические условия в годы проведения опытов (2018–2021 гг.) были различными. Температура воздуха в период вегетации сорго превышала среднюю многолетнюю на 2...4 °С. Самой высокой она была в 2020 г., когда превышение нормы достигало 7...10 °С (рис. 1). Сумма осадков от посева до созревания сорго (май – сентябрь) в 2018 г. составила 107,4 мм, в 2019 г. – 304,5 мм, в 2020 г. – 110,7 мм, в 2021 г. – 363,8 мм, при среднемноголетней норме – 302,3 мм.

Полевые опыты проводили на посевах сорго сорта Зерста 97 (оригинатор и патентообладатель – ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»). Он относится к виду кафского сорго, внесён в Госреестр Российской Федерации по Северо-Кавказскому региону в 2001 г. Сорт среднеспелый, вегетационный период – 93...113 дней. Устойчив к полеганию, поражение головней не наблюдалось, поврежденность тлёй слабая. Сорт предназначен для возделывания с целью производства зерна, которое можно использовать на фураж или в качестве сырья для крахмальной и спиртовой промышленности.

Технология выращивания культуры в опыте предусматривала двукратное лущение стерни после уборки предшественника (озимая пшеница). Основная обработка почвы под сорго состояла из

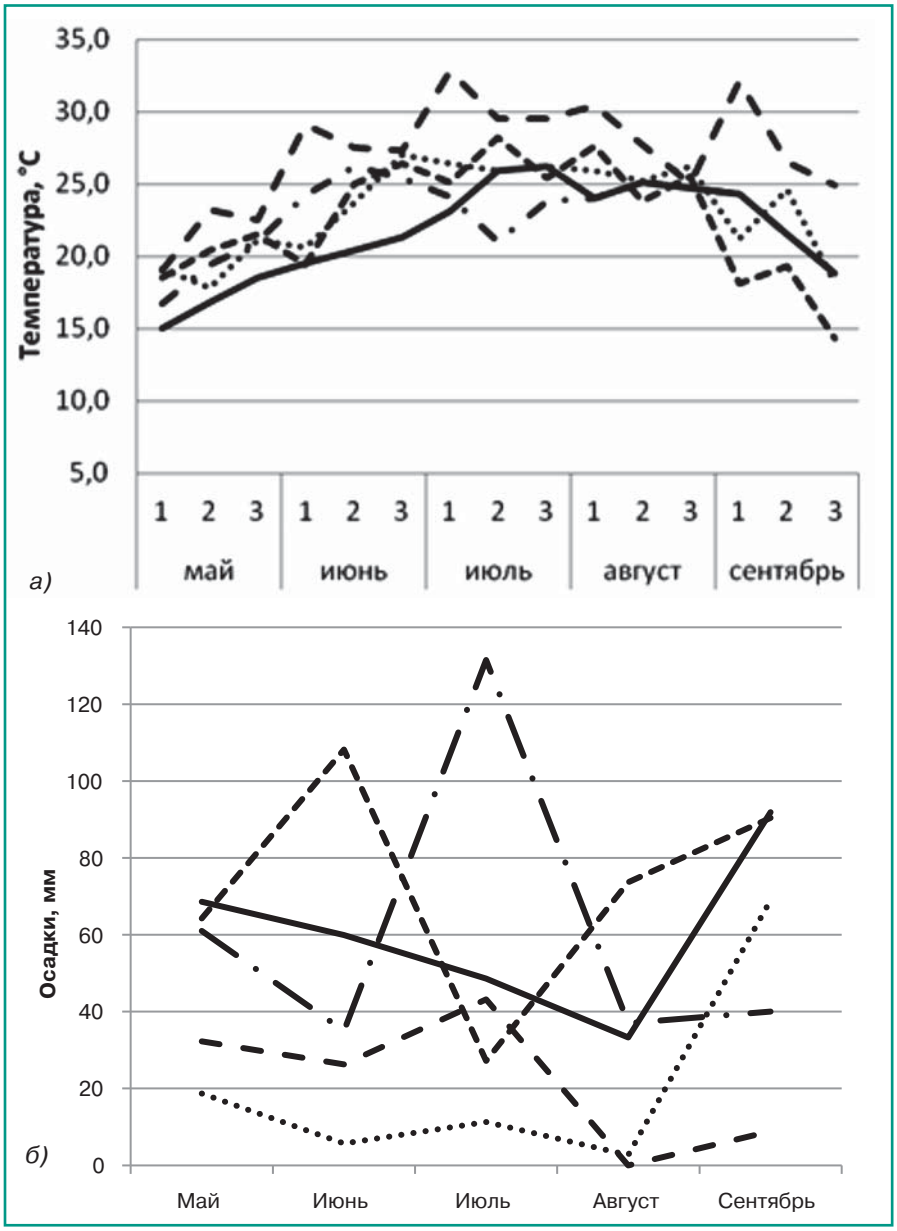


Рис. 1. *Метеоусловия вегетационных периодов в годы проведения исследований: а) температура воздуха, °С; б) сумма осадков, мм: ——— – средняя многолетняя; •••••• – 2018 г.; —— • – 2019 г.; — — – 2020 г.; — — — – 2021 г.*

зяблевой вспашки с оборотом пласта на глубину 20…22 см и выравнивания поверхности поля от гребней. В ранневесенний период проводили боронование тяжёлыми боронами. Затем, по достижении почвой физической спелости, проводили обработку паровым культиватором. Вторую предпосевную культивацию с прикатыванием осуществляли непосредственно перед посевом. Несоблюдение технологических операций, связанное с уменьшением числа обработок почвы, для сорго неприемлемо. Обязательное требование технологии возделывания сорго – качественное проведение всех операций, обеспечивающее минимизацию испарения влаги, максимальное уничтожение сорных растений, придание почве мелкокомковатого состояния и выравнивание поверхности поля.

Посев во все годы исследований проводили сеялкой пунктирного сева во второй декаде мая на 3…5 см, после достижения среднесуточной температура почвы на глубине 10 см 13…15 °С. Ширина междурядий 70 см. Семена испытуемого сорта относились к первому классу. Сортовая чистота составляла 100 %, всхожесть – 90…95 %, удобрения не применяли. Норма высева – 250 тыс. семян/га.

Уход за посевами предусматривал боронование до и после появления (в фазе 4…5 листьев) всходов. Количество междурядных обработок зависело от погодных условий и засоренности. Первую проводили в фазе 6…7 листьев на глубину 10…12 см, вторую – через 8…10 дней на 7…8 см и третью – в фазе выхода растений в трубку. Во время последней междурядной обработки осуществляли окучивание с долотом.

Закладку полевого опыта, сопутствующие наблюдения, анализы и учёты выполняли в соответствии с Руководством проведения регистрационных испытаний регуляторов роста растений, дефолиантов и десикантов в сельском хозяйстве (2018). Расположение делянок в опыте – систематическое. Учётная площадь делянки – 10 м^2, повторность четырёхкратная.

Для нанесения потенциальных ростегуляторов (Ic, Id, Ik) на вегетирующие растения сорго готовили их водные растворы с добавлением 0,001 % эмульгатора ОП-7. Обработку осуществляли дважды: в фазе кущения и в фазе выметывания электрическим ранцевым опрыскивателем, норма расхода действующего вещества – 30 г/га, раствора рабочей жидкости – 300 л/га.

В качестве эталона сравнения использовали препарат Ретацел – рекомендованный регулятора роста для зерновых культур. Его наносили в те же сроки и в аналогичных дозах.

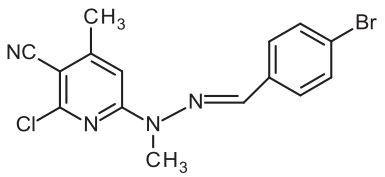
Учёт урожая проводили в период полного созревания зерна поделяночно методом сплошной уборки с последующим пересчётом на зерно стандартной влажности (14 %). Качественные показатели зерна определяли на инфракрасном спектрофотометре «Ф–10».

1. Влияние регуляторов роста на урожайность сорго

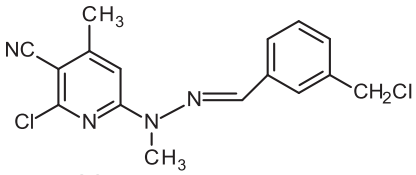
Градация фактора		Среднее по фактору			Прибавка урожая	
А (год)	В (регулятор роста)	А	В	А В	т/га	%
2018	контроль		4,33	4,30	–	–
	Ic		4,85	5,23	0,9	20,9
	Id	5,08	5,20	5,35	1,1	25,6
	Ik		5,65	5,73	1,4	32,6
	Ретацел (эталон)		4,60	4,78	0,5	11,6
2019	контроль			4,93	–	–
	Ic			5,45	0,6	12,2
	Id	5,50		5,73	0,8	16,3
	Ik			6,20	1,3	26,5
	Ретацел (эталон)			5,20	0,3	6,1
2020	контроль			2,95	–	–
	Ic			3,23	0,3	10,0
	Id	3,58		4,00	0,8	26,7
	Ik			4,18	1,0	33,3
	Ретацел (эталон)			3,55	0,5	16,7
2021	контроль			5,03	–	–
	Ic			5,70	0,7	14,0
	Id	5,72		5,95	1,0	20,0
	Ik			6,60	1,6	32,0
	Ретацел (эталон)			5,30	0,3	6,0
$НСР_{05}$		0,15	0,17	0,33	–	–

Статистическую обработку данных выполняли методом дисперсионного анализа (*Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.*) с использованием программ Microsoft Excel 2010 и STATISTICA. Статистические расчеты проводили по схеме двухфакторного эксперимента: фактор А – год (2018, 2019, 2020, 2021), фактор В – регулятор роста (Ic, Id, Ik).

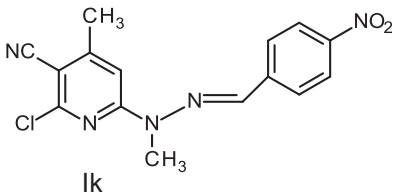
По данным лабораторных исследований, а также вегетационных опытов наибольшую эффективность проявили три вещества – Ic, Id и Ik, которые стимулировали рост стебля и корня проростков более чем на 20 %:



Ic



Id



Ik

Следует отметить, что из-за погодных условий результаты эксперимента различались, тем не менее, все изучаемые вещества проявили высокую стимулирующую активность (табл. 1). Различия экспериментальных данных в значительной степени обусловлены тем, что 2019 и 2021 гг. были умеренно влажными, а 2018 и 2020 гг. – засушливыми. Наибольший дополнительный урожай отмечен при использовании регулятора роста Ik, его средняя величина за период проведения исследований составила 31,1 %, относительно контроля. Урожайность растений, обработанных регуляторами роста Ic и Id, была несколько ниже, средняя прибавки находилась на уровне 14,3 и 17,2 **%** соответственно. Средняя урожайность сорго в варианте с применением эталона Ретацел превышала контроль только на 10,1 %. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа свидетельствуют, что вклад метеоусловий года (фактор А) составил 71,46 %, влияния регуляторов роста – 22,94 % (фактор В).

В ходе эксперимента установлено положительное влияние регуляторов роста на развитие органов, формирующих структуру урожая культуры сорго (табл. 2). При двукратном применении в период вегетации сорго высота растений увеличивалась, относительно контроля, на 17…28 см, они отличались более мощным ассимиляционным аппаратом и более интенсивной окраской листьев. Прирост надземной массы

2. Влияние регуляторов роста на структуру урожая сорго (средние значения за 2018–2021 гг.)

Регулятор роста	Высота растения, см	Надземная масса, г	Длина метёлки, см	Масса зерна с метёлки, г	Масса 1000 зерен, г
Ic	129	165	14,7	37,2	26,0
Id	135	187	15,1	40,0	26,4
Ik	140	205	15,8	40,9	28,0
Ретацел (эталон)	120	153	14,0	32,1	25,0
Контроль	112	148	13,8	33,6	24,7
$НСР_{05}$	4,3	8,2	0,7	2,3	0,3

растений составил 11,5...38,5 %. Обработка рострегуляторами обеспечивала увеличение длины метёлки, в сравнении с контролем, на 6,5...14,5 %, массы зерна с одной метёлки – на 10,7...21,7 %, массы 1000 зерен – на 5,2...13,4 %. В варианте с применением эталона Ретацел величины всех перечисленных показателей были существенно ниже.

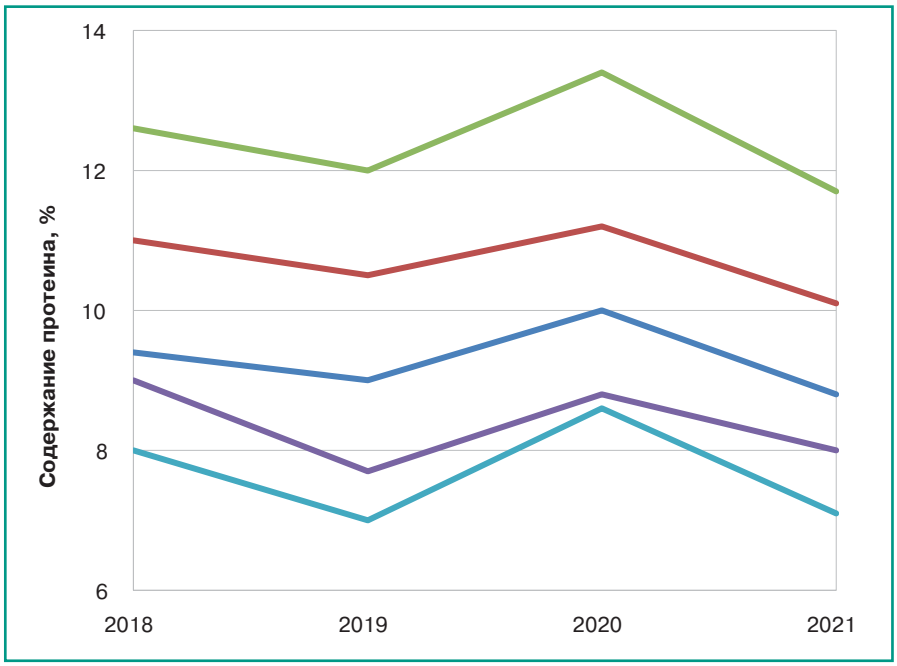


Рис. 2. *Влияние регуляторов роста на содержание протеина в зерне сорго (2018–2021 гг.):*
— Ic; — Id; — Ik; — эталон (Ретацел); — контроль.

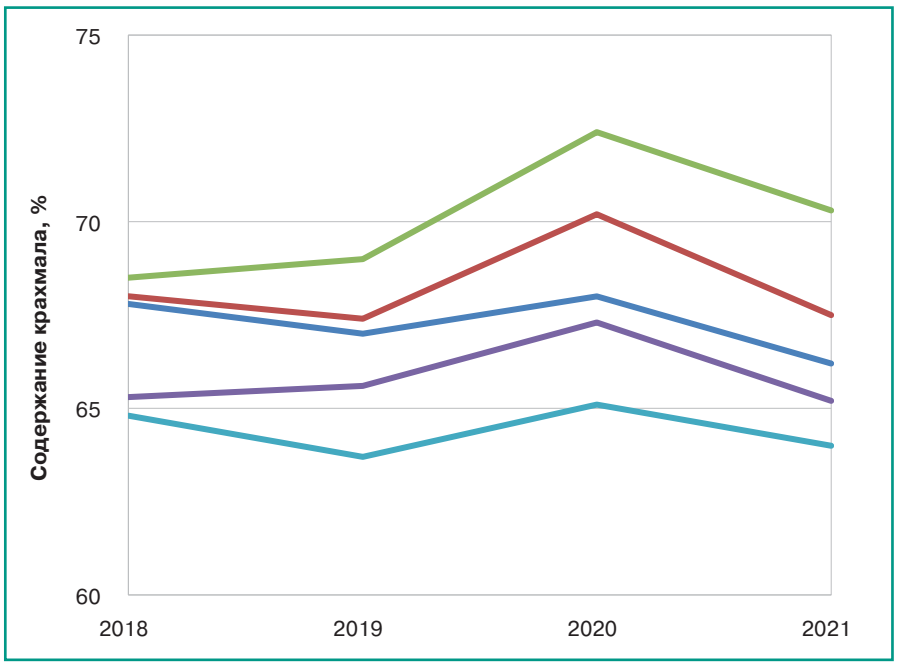


Рис. 3. *Влияние регуляторов роста на содержание крахмала в зерне сорго (2018–2021 гг.)*
— Ic; — Id; — Ik; — эталон (Ретацел); — контроль.

В современных условиях большое внимание уделяют не только повышению урожайности, но и улучшению качества продукции. Питательные свойства зерна в основном определяют содержание белка и крахмала. Под влиянием изучаемых регуляторов роста процессы их накопления в зерне сорго происходили интенсивнее. Более высокое содержание сырого протеина в расчете на сухую массу отмечено при применении регулятора роста Ik ~ 12 % (рис. 2), что больше, чем в контроле, на 4,4 %. В засушливые 2018 и 2020 гг. величина этого показателя была заметно выше (>13 %). Обработка соединениями Ic и Id повышала содержание белка в зерне, в сравнении с необработанными растениями, на 1,8 и 3,3 %.

Одновременно наблюдали положительное влияние регуляторов роста на процессы накопления крахмала. Так, его содержание при использовании соединения Ic превышало величину аналогичного показателя в контроле на 2,9 %, Id – на 5,1 %, Ik – на 6,9 % (рис. 3).

Содержание сырого жира в зерне, выращенном с применением регуляторов роста, было на уровне контроля.

Таким образом, использование фиторегуляторов позволяет управлять жизнеобеспечивающими процессами растительного организма в нужном направлении, мобилизовать потенциальные возможности, заложенные в геноме природой и селекцией. Применение изучаемых соединений обеспечивало существенное и достоверное увеличение урожайности зернового сорго сорта Зерста 97 с единицы площади. Средняя величина дополнительного урожая, по отношению к контролю, от использования рострегулятора Ic составила 0,63 т/га, Id – 0,93 т/га, Ik – 1,34 т/га. Повышение урожайности обусловлено положительным влиянием изучаемых соединений на рост и развитие органов, формирующих структуру урожая растений сорго. Под их воздействием надземная масса растений увеличилась на 11,5...38,5 %, масса зерна с одной метёлки – на 10,7...21,7 %, масса 1000 зерен – на 5,2...13,4 %.

Увеличение ассимиляционного аппарата растений способствовало улучшению качества зерна. Содержание протеина в зерне сорго повысилось на 1,8...4,4 %, крахмала – на 2,9...6,9 %.

По результатам проведенных исследований для дальнейших развернутых испытаний было выбрано наиболее активное соединение – Ik.

Литература

1. Происхождение сорго и развитие его селекции /А.В. Алабушев, Е.А. Шишова, А.Е. Романюкин и др.// Научный журнал КубГАУ. 2017. №127. С. 18–22.

2. Stefan M. The Sorgum Varieties-More Profitable and Safer for a Continuous Climate Change // International Conference on Competitiveness of Agro-food and Environmental Economy Proceedings, 2015. Vol. 4. P. 377–380 URL: http://www.cafee.ase.ro/wp-content/upload/2015edition/file2015(42).pdf дата обращения (21.03.2022).

3. Diversity, plant growth promoting traits, and biocontrol potential of fungal endophytes of Sorghum bicolor / S.B. Rajini, M. Nandhini, A.C. Udayashankar, et al. //Plant pathology. 2020. Vol. 69. No. 4. P. 642–654.

4. Effects of plant growth regulators on growth, yield and lodging of sweet sorghum / L.P. Han, X. Wang, X.Q. Guo et al. // Research on Crops. 2011. Vol. 12. No. 2. P. 372–382.

5. Thilakarathna R.C.N., Madhusankha G.D.M.P., Navaratne S.B. Potential food applications of sorghum (Sorghum bicolor) and rapid screening methods of nutritional traits by spectroscopic platforms // Journal of Food Science. 2022. Vol. 87. No. 1. P. 36–51.

6. Improving the fertility of the salted lands of the Western Caspian region by cultivating sorghum crops / Z.I. Magomedova, M.R. Musaev, A.A. Magomedova et al. // EurAsian Journal of BioSciences. 2020. Vol. 14. No. 1. P. 191–194.

7. Plant growth regulators on sweet sorghum: physiological and nutritional value analysis / W.R. Macedo, D.K. Araújo, V.M. Santos et al. //Comunicata Scientiae. 2017. Vol. 8. No. 1. P. 170–174.

8. Эффективность гуминовых препаратов на посевах сахарного сорго в черноземной степи Саратовского Правобережья / И.Г. Ефремова, О.П. Кибальник, Д. С. Семин и др. // Аграрный научный журнал. 2020. № 5. С. 9–13.

9. Метлина Г. В., Васильченко С.А. Влияние биопрепаратов на продуктивность сорго зернового в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2013. № 1. С. 70–72.

10. Пронько В.В., Беляев А.В. Особенности роста и развития зернового сорго при использовании регуляторов роста растений и азотных удобрений // Вестник Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова. 2012. № 11. С. 30–33.

11. Effect of plant bioregulators on growth, yield and water production functions of sorghum [Sorghum bicolor (L.) Moench] / G.C. Wakchaure, P.S. Minhas, P. Ratnakumar, et al. // Agricultural water management. 2016. Vol. 177. P. 138–145.

12. Rostami S., Azhdarpoor A. The application of plant growth regulators to improve phytoremediation of contaminated soils // Chemosphere. 2019. Vol. 220. P. 818-827

13. Shihab MO., Hamza J.H. Seed pretreatment with gibberellic and salicylic acids to tolerate drought stress in sorghum cultivars // Plant Archives. 2020. Vol. 2. No. 1. P. 1817–1825.

14. Синяшин О.Г., Шаповал, О.А., Шулаева М.М. Инновационные регуляторы роста растений в сельскохозяйственном производстве // Плодородие. 2016. № 5. С. 38–42.

15. Тараненко В. В., Дядюченко Л.В., Муравьев В.С. Изучение эффективности нового регулятора роста на растениях риса // Земледелие. 2021. №5. С. 32–36.

16. Синтез новых 2-алкилтионикотинонитрилов и3-аминотиено-[2,3-b] пиридинов на их основе и скрининг потенциальных антидотов и регуляторов роста растений / И. Г. Дмитриева, Л. В. Дядюченко, В. Д. Стрелков и др. // Труды КубГАУ. 2006. № 3. С.129–134.

17. Назаренко Д. Ю., Стрелков В. Д., Дядюченко Л. В. и др. Способ стимулирования роста сахарной свеклы регулятором роста // Патент РФ № 2338377, 20.11.2008.

18. Синтез и превращения замещенных 4,6-диметилпиразоло[3,4-b]-пиридил-3-азидов и сульфонилхлоридов / И. Г. Дмитриева, Л. В. Дядюченко, В. Д. Стрелков и др. // Химия гетероциклических соединений. 2008. № 10. С. 1556–1565.

Development of a growth regulator for sorghum

V. V. Taranenko[1], I. G. Dmitrieva[2], V. S. Muravyov[1]
[1]Federal Scientific Center for Biological Plant Protection, Krasnodar, p/o 39, 350039, Russian Federation
[2]Trubilin Kuban State Agrarian University, ul. Kalinina, 13, Krasnodar, 350044, Russian Federation

Abstract. *In modern agriculture, plant growth regulators are widely used to improve productivity and quality of crops. This study is aimed at searching for new growth regulators for sorghum plants. We synthesized a series of new organic compounds belonging to the class of heterocyclic hydrazones. The initial evaluation of the synthesized compounds was carried out in the course of laboratory and vegetative experiments, according to the results of which a group of compounds whose growth-regulating effect exceeded 20% was selected for field study. The studies were carried out on leached chernozem in the central zone of the Krasnodar Territory. Field small-plot experiments were carried out in 2018–2021 on the crops of sorghum variety Zersta 97, the forecrop was winter wheat. The application of the growth regulator to the vegetative plants of the culture was carried out twice: in the phases of tillering and heading, the consumption rate for the active substance was 30 g/ha, in the control variant, treatment with preparations was not provided. The studied substances had a stable and significant growth-regulating effect, contributing to a significant increase in yield at the level of 14.3–31.1% (average values for 4 years). The influence of growth regulators contributed to the increase of the height of plants, the above-ground mass (11.5–38.5%), the length of the panicle (6.5–14.5%), the weight of grain from one panicle (10.7–21.7%). The quality of the grain also improved, so the protein content was higher than in the control variant by 1.8–4.4%, starch – by 2.9–6.9%.*

Keywords: *sorghum (Sorghum); variety Zersta 97; plant growth regulators; synthesis; screening; crop structure; grain quality.*

Author Details: *V. V. Taranenko, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow (e-mail: viktaranen@rambler.ru); I. G. Dmitrieva, Cand. Sc. (Chem.), assoc. prof.; V. S. Muravyov, post graduate student, junior research fellow.*

For citation: *Taranenko VV, Dmitrieva IG, Muravyov VS. [Development of a growth regulator for sorghum]. Zemledelie. 2022;(4):35-9. Russian. doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-35-39.*

doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-39-43
УДК 633.853:631.81:632.93

Влияние минеральных удобрений и средств защиты растений на выживаемость, биометрические параметры растений и биохимические показатели семян ярового рапса

А. В. БОБРОВСКИЙ, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: aleksandr_bobrovski@mail.ru)
Л. В. ПЛЕХАНОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
А. А. КРЮЧКОВ, старший научный сотрудник
Л. В. ГОРОДОВА, младший научный сотрудник
Н. С. ГЕРАСИМОВА, младший научный сотрудник
Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН», просп. Свободный, 66, Красноярск, 660041, Российская Федерация

Исследования проводили с целью оптимизации некоторых элементов агротехники выращивания ярового рапса в условиях Красноярской лесостепи. Работу выполняли в 2017–2019 гг. Почва опытного участка – чернозём выщелоченный. Предшественник – чистый пар. Схема опыта предусматривала изучение четырех фонов минерального питания – N_{80} (аммиачная селитра), $N_{80}P_{80}$ (аммофос), $N_{80}P_{80}K_{80}$ (азофоска), контроль – без удобрений. Вторым фактором было изучение систем защиты, основанных на средствах компаний Сингента (Круйзер Рапс – д.в. тиаметоксам + мефеноксам + флудиоксонил, Лонтрел Гранд – д.в. клопиралид, Фюзилад Форте – д.в. флуазифоп-П-бутил, Эфория – д.в. лямбда-цигалотрин + тиаметоксам) и Агрокемикал ДФ (Муссон – д.в. имидоклоприд;

Гурон – д.в. галоксифоп-Р-метил, Эльф – д.в. клопиралид (2-этилгексиловый эфир), Цунами – д.в. альфа-циперметрин), контроль – без средств защиты. В опыте высевали сорта ярового рапса Подарок и Сибирский. Применение минеральных удобрений и средств защиты увеличивало выживаемость растений благодаря улучшению минерального питания и снижению неблагоприятного воздействия вредных организмов. Наибольшая выживаемость к уборке у сорта ярового рапса Подарок отмечена на фоне $N_{80}P_{80}$ при использовании схемы защиты компании Сингента – 81,1 % (прибавка к контролю 18,4 %), у сорта Сибирский на фоне N_{80} при использовании схемы защиты компании Сингента – 86,5 % (прибавка к контролю 24,7 %). Наибольшее содержание белка в семенах сортов ярового рапса отмечено при внесении аммофоса ($N_{80}P_{80}$) и использовании средств защиты компании Сингента: у сорта Подарок – 24,7 % (прибавка к контролю 2,9 %), у сорта Сибирский – 24,4 % (прибавка к контролю 2,8 %).

Ключевые слова: *яровой рапс (Brassica napus L. oleifera Metzger), минеральные удобрения, средства защиты растений, выживаемость к уборке, биометрические показатели, биохимические показатели семян.*

Для цитирования: *Влияние минеральных удобрений и средств защиты растений на урожайность, биометрические параметры и биохимические показатели семян ярового рапса / А. В. Бобровский, Л. В. Плеханова, А. А. Крючков и др. // Земледелие. 2022. №4. С. 39–43. doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-39-43.*

Яровой рапс – ценная масличная и кормовая культура. Непродолжительный период вегетации, значительная холодостойкость, способность переносить кратковременные засухи позволяют выращивать его во многих почвенно-климатических зонах Красноярского края.

Сегодня возделыванию этой культуры уделяют все больше внимания, так как рапсовое масло успешно применяют не только в пищевой, но и в химической и энергетической промышленности. Благодаря высокому содержанию жира и белка рапс представляет большую ценность для пополнения кормовой базы животноводства. На корм используют свежую зеленую массу рапса, сенаж и силос из нее, а также шрот, который остаётся в результате переработки семян на масло. Тонной рапсового шрота можно сбалансировать по белку 8…10 т комбикормов [3].

Рапс играет значительную фитосанитарную роль, что особенно важно в современных условиях, для которых характерна перенасыщенность севооборотов зерновыми культурами [1].

Посевы этой культурой в Красноярском крае постоянно расширяются. Если в 2017 г. их площадь составляла 56,5 тыс. га, то к 2019 г. она увеличилась до 144 тыс. га [4]. По данным Министерства сельского хозяйства России, площадь, занятая яровым рапсом, в Красноярском крае в 2021 г. составила 177,6 тыс. га, в 2020 г. – 138,6 тыс. га. Таким образом, прирост посевных площадей, в сравнении с 2020 г., составил почти 22,0 % [5].

Важный элемент при возделывании ярового рапса – применение минеральных удобрений. Все мелкосемянные культуры, у которых запасы элементов минерального питания в семени невелики, отличаются медленным первоначальным ростом и потреблением питательных веществ. В этот период они очень требовательны к высокому уровню минерального питания. Внесение минеральных удобрений должно проводиться с учетом региональных климатических условий, биологических особенностей растений, свойств почв и др. [1, 6].

Потери урожая ярового рапса от вредителей, болезней и сорняков в среднем составляют около 40 %, а в годы массового распространения вредных организмов могут достигать 60 %. Растения этой культуры от всходов до уборки повреждают большое число вредителей, в посевах встречается широкий спектр сорных растений. На начальных этапах развития особенно в первые 15…25 дней вегетации яровой рапс чувствителен к сорным растениям в связи медленным первоначальным ростом. В этот период сорняки не только снижали урожайность семян, но и качество урожая, поэтому на начальных этапах развития поля с яровым рапсом должны быть чистыми от сорняков. Разработка комплексной системы защиты рапса от вредных организмов – важная задача при возделывании этой культуры [3].

Цель исследования – оптимизировать некоторые элементы агротехники выращивания ярового рапса в условиях Красноярской лесостепи.

Для ее достижения решали следующие задачи:

оценить влияние минеральных удобрений и средств защиты растений на выживаемость к уборке, биометрические показатели и урожайность сортов ярового рапса;

определить биохимические показатели семян ярового рапса в зависимости от применения минеральных удобрений и средств.

Исследования проводили в 2017–2019 гг. на стационаре «Минино» Красноярского научно-исследовательского института сельского хозяйства, расположенном в Красноярской лесостепи. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный, тяжелосуглинистый. Содержание гумуса (ГОСТ 26213-84) составляет 4,5 %.

Для оценки обеспечения почвы питательными элементами образцы отбирали 2 раза – в фазе всходов и перед уборкой. Содержание нитратного азота определяли ионометрическим методом по ГОСТ 26951-86, подвижных форм фосфора и калия – по методу Чирикова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26204-91).

Обеспеченность почвы нитратным азотом была очень низкой в течение всего вегетационного периода и не превышала 3,3 мг/кг (табл. 1). Прослеживалась тенденция к постепенному уменьшению величины этого показателя к концу вегетационного периода. При внесении азотных удобрений в дозе N_{80} происходило увеличение содержания нитратного азота в почве перед посевом ярового рапса на 16,9…21,9 мг/кг почвы до повышенного и высокого уровня.

Содержание нитратного азота перед уборкой уменьшалось на 18,1…23,2 мг/кг почвы до очень низкого уровня, что связано с его использованием для формирования урожая ярового рапса.

Количество подвижного фосфора в почве опытного участка перед посевом было достаточно неоднородно и изменялось от средней (16,4 мг/100 г) до высокой (28,6 мг/100 г) степени обеспеченности этим элементом. В среднем по вариантам опыта ее можно охарактеризовать как повышенную.

1. Динамика основных элементов питания растений рапса ярового при внесении различных доз минеральных удобрений

Вариант	$N\text{-}NO_3$, мг/кг почвы		P_2O_5		K_2O	
			по Чирикову, мг/100 г почвы			
	всходы	уборка	всходы	уборка	всходы	уборка
2017 г.						
Без удобрений	3,3	0,9	20,4	16,4	12,0	13,5
N_{80}	25,2	1,3	19,3	17,5	11,5	14,0
$N_{80}P_{80}$	18,2	1,0	25,6	22,8	13,0	15,6
$N_{80}P_{80}K_{80}$	12,0	1,1	27,7	21,4	14,7	14,5
$НСР_{05}$	7,9	0,1	5,2	8,0	1,9	1,2
2018 г.						
Без удобрений	2,5	0,9	16,4	17,0	11,5	14,1
N_{80}	19,4	1,4	19,3	18,9	9,5	13,5
$N_{80}P_{80}$	12,7	1,0	26,8	20,8	10,5	14,3
$N_{80}P_{80}K_{80}$	13,7	1,4	28,6	22,8	15,5	15,7
$НСР_{05}$	6,2	0,1	6,1	4,6	2,4	2,9
2019 г.						
Без удобрений	2,8	0,7	17,4	17,2	11,8	13,7
N_{80}	19,9	1,8	19,7	18,6	9,2	13,8
$N_{80}P_{80}$	15,6	1,2	26,0	20,1	10,2	14,7
$N_{80}P_{80}K_{80}$	13,0	1,1	27,6	22,1	15,3	14,3
$НСР_{05}$	6,9	0,1	7,9	4,2	4,1	3,7

2. Распределение среднемесячных температур и осадков за вегетационные периоды ярового рапса

Месяц	Среднемесячная температура, °С				Количество осадков, мм			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднемно-голетняя	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднемно-голетнее
Май	10,8	7,9	10,1	10,4	61,2	38,0	20,0	44,0
Июнь	19,5	19,8	18,1	15,9	44,0	55,0	44,3	63,0
Июль	18,9	17,7	18,8	18,7	43,0	41,0	80,0	76,0
Август	16,5	18,0	18,2	15,7	190,0	30,0	58,0	67,0

Содержание подвижного калия в почве опытного участка до посева ярового рапса в годы исследований варьировало от 9,2 до 15,5 мг/100 г почвы. Степень обеспеченности почвы этим элементом можно охарактеризовать как высокую.

Предшественник – чистый пар. Повторность опыта – трёхкратная. Учётная площадь делянки – 40 м^2. Обработка почвы типовая для зоны: осенью – вспашка с оборотом пласта на 20…22 см, весной – ранневесеннее боронование с культивацией по мере готовности почвы. Удобрения вносили сеялкой СЗП-3,6. Посев проводили сеялкой СН-16 с нормой высева 3…4 млн всхожих семян на 1 га (11,4…15,2 кг/га) на глубину 2…3 см с последующим прикатыванием. Обработку посевов гербицидами и инсектицидами осуществляли опрыскивателем ОНМ-400, уборку урожая – комбайном Сампо-500. После уборки семена сушили до влажности 8 % с дальнейшей доработкой на семяочистительной машине.

Фенологические наблюдения за ростом и развитием растений на опытных участках проводили визуально в четырёхкратной повторности. Начало фазы отмечали при вступлении в нее 10 % растений, полное наступление – 75 % растений. Полевую всхожесть определяли по фактической густоте растений и норме высева семян в четырёхкратной повторности. Учет густоты стояния растений за вегетационный период проводили дважды – в фазе полных всходов и перед уборкой. Определяли длину растений, количество листьев на растении, массу растений с 1 м^2. Оценку качества семян ярового рапса проводили в лаборатории технологической оценки зерна Красноярского НИИСХ в соответствии с национальными стандартами Российской Федерации и методами ИСО. Содержание белка в семенах определяли микрометодом Кьельдаля (ГОСТ 10846-91), жира – методом Сокслета-Рэндалла (ГОСТ ISO 11085-2016) на приборе VELP SCIENTIFICA SER 148 [7]. Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием пакета программ прикладной статистики SNEDECOR [8].

Схема опыта предусматривала изучение четырех фонов минерального питания: 0 – без удобрений (контроль); N_{80} (аммиачная селитра); $N_{80}P_{80}$ (аммиачная селитра + аммофос); $N_{80}P_{80}K_{80}$ (азофоска).

На этих фонах оценивали различные схемы защиты ярового рапса:

без использования химических средств защиты растений (контроль);

схема защиты, разработанная Агрокемикал ДФ – предпосевное протравливание Муссон ВРК (д.в. имидоклоприд, 200 г/л) – 0,2 л/га; гербициды Гурон, КЭ (д.в. галоксифоп-Р-метил, 104 г/л) – 0,5 л/га, Эльф, КЭ (д.в. клопиралид (2-этилгексиловый эфир), 500 г/л) – 0,3 л/га; инсектицид Цунами, КЭ (д.в. альфа-циперметрин, 100 г/л) – 0,15 л/га;

схема защиты компании Сингента – предпосевное протравливание: Круйзер Рапс, КС (д.в. тиаметоксам + мефеноксам + флудиоксонил, 280 + 32,3 + 8,0 г/л) – 15,0 л/т, гербициды Лонтрел Гранд, ВДГ (д.в. клопиралид, 750 г/л) – 0,15 кг/га, Фюзилад Форте, КЭ (д.в. флуазифоп-П-бутил, 150 г/л), инсектицид Эфория, КС (д.в. лямбда-цигалотрин + тиаметоксам, 106 + 141 г/л) – 0,2 л/га.

В качестве объектов исследований выступали сорта ярового рапса Подарок и Сибирский.

Продолжительность вегетационного периода перспективного сорта ярового рапса Подарок (находится на государственном испытании с 2016 г.) – 110…112 сут. Масса 1000 семян – 3,7 г. Масличность семян – от 41,0 до 45,6 %. Содержание белка – 23,0 %. Сорт устойчивый к полеганию, хорошо адаптированный к условиям Сибири. Средняя урожайность в Красноярском крае составляет 1,7…1,8 т/га.

Вегетационный период сорта Сибирский (00 типа – не содержит эруковую кислоту и с минимальным содержанием гликозинолата) – 95…97 дней. Масса 1000 семян – 3,7…3,9 г. Сорт масличного направления. Масличность семян составляет в среднем 42,0…44,7 %. Устойчив к полеганию, растрескиванию стручков. Средняя урожайность в Красноярском крае – 1,7 т/га.

Погодные условия оценивали по наблюдениям агрометеорологической станции «Минино». Вегетационный период 2017 г. характеризовался недостатком влаги в июне и июле (19,0 и 33,0 мм ниже нормы соответственно). В мае количество атмосферной влаги было выше нормы на 17,2 мм. Основная часть осадков выпала в первой и второй декаде месяца. Август был очень увлажненным, выпало 140 мм осадков. Среднемесячная температура мая находилась на уровне среднемноголетних значений. В июле и августе температура воздуха была больше нормы. Самым тёплым месяцем оказался июнь, среднемесячная температура превышала среднемноголетнюю на 3,6 °С (табл. 2).

Метеоусловия вегетационного периода 2018 г. характеризовались недостатком влаги. Особенно засушливыми оказались июль и август, количество осадков было ниже нормы на 35,0 и 37,0 мм соответственно. Весна выдалась прохладной, среднемесячная температура мая уступала среднемноголетней на 2,5 °С. Среднемесячная температура июня и августа превышала норму, июль, наоборот, оказался прохладным. Самым теплым месяцем был июнь – на 3,9 °С больше нормы.

Распределение осадков в течение вегетационного периода 2019 г. оказалось неравномерным. Май – июнь характеризовались засушливыми условиями, количество выпавших осадков было на 24,0 и 18,7 мм ниже среднемноголетнего. Сумма осадков в июле превышала норму на 4 мм, в августе их количество составило 58 мм, что на 9 мм ниже среднемноголетней. Температурный фон вегетационного периода находился на уровне нормы (июль) или превышал ее (июнь, август). Самым теплым месяцем был июль – среднемесячная температура составила 18,8 °С.

Использование средств защиты растений способствовало умень-

3. Выживаемость растений ярового рапса в зависимости от применения минеральных удобрений и средств защиты растений (среднее за 2017–2019 гг.)

Фон удобрений	Схема защиты	Число растений, шт./м^2				Выживаемость к уборке, %	
		в фазе всходов		к уборке			
		Подарок	Сибирский	Подарок	Сибирский	Подарок	Сибирский
0	контроль	300	304	188	188	62,7	61,8
	Агрокемикал ДФ	368	340	260	236	70,6	69,4
	Сингента	360	356	252	248	70,0	69,7
N_{80}	контроль	316	300	200	200	63,3	66,7
	Агрокемикал ДФ	376	360	276	300	73,4	83,3
	Сингента	384	356	288	308	75,0	86,5
$N_{80}P_{80}$	контроль	336	296	244	192	72,6	64,9
	Агрокемикал ДФ	372	360	300	288	80,6	80,0
	Сингента	380	368	308	296	81,1	80,4
$N_{80}P_{80}K_{80}$	контроль	332	308	244	204	73,5	66,2
	Агрокемикал ДФ	372	376	284	292	76,3	77,7
	Сингента	388	384	300	304	77,3	79,2
$НСР_{05}$	фактор А (минеральные удобрения)	32,6	27,1	23,4	21,7		
	фактор В (схема защиты)	35,9	34,2	26,9	25,8		

4. Биометрические показатели растений ярового рапса в зависимости от применения минеральных удобрений и средств защиты растений (среднее за 2017–2019 гг.)

Фон удобрений	Схема защиты	Длина растения, см		Количество листьев, шт.		Масса растений с 1 м², г	
		Подарок	Сибирский	Подарок	Сибирский	Подарок	Сибирский
Листовая розетка							
0	контроль	9,2	8,6	4,3	4,1	130,4	117,6
	Агрокемикал ДФ	11,9	10,5	5,1	4,6	146,8	132,8
	Сингента	12,1	10,9	5,2	4,7	149,6	140,0
N_{80}	контроль	14,1	13,0	4,8	4,9	141,6	136,8
	Агрокемикал ДФ	15,8	15,3	5,5	5,1	151,6	142,4
	Сингента	15,9	15,5	5,6	5,2	152,8	144,8
$N_{80}P_{80}$	контроль	13,8	13,3	5,0	5,3	148,8	146,0
	Агрокемикал ДФ	15,2	14,0	5,4	5,4	151,6	151,6
	Сингента	15,3	14,3	5,4	5,6	153,2	156,0
$N_{80}P_{80}K_{80}$	контроль	14,6	13,8	5,8	5,5	154,4	152,0
	Агрокемикал ДФ	16,4	14,9	6,3	6,2	155,6	154,8
	Сингента	16,8	15,3	6,5	6,3	157,6	158,4
$НСР_{05}$	фактор А (минеральные удобрения)	3,1	2,9	1,3	1,2	31,7	29,8
	фактор В (схема защиты)	3,2	3,2	1,6	1,3	32,6	31,0
Стеблевание							
0	контроль	39,8	35,0	5,5	4,8	373,6	340,0
	Агрокемикал ДФ	43,6	37,6	5,8	5,3	398,4	364,0
	Сингента	43,0	38,5	5,9	5,5	404,0	391,2
N_{80}	контроль	59,8	52,4	8,7	7,5	607,6	562,4
	Агрокемикал ДФ	70,6	60,3	9,8	8,4	702,4	642,0
	Сингента	71,6	62,0	10,1	8,7	725,2	709,2
$N_{80}P_{80}$	контроль	63,1	55,1	8,5	7,9	620,0	580,8
	Агрокемикал ДФ	68,5	61,8	9,3	8,5	752,8	632,0
	Сингента	70,0	63,2	9,9	8,7	782,4	661,2
$N_{80}P_{80}K_{80}$	контроль	65,9	63,0	9,5	9,1	720,0	681,6
	Агрокемикал ДФ	74,2	71,5	10,0	9,6	781,2	742,8
	Сингента	75,8	73,2	10,3	10,0	802,0	769,2
$НСР_{05}$	фактор А (минеральные удобрения)	3,8	3,7	2,3	2,1	46,3	44,6
	фактор В (схема защиты)	3,9	4,2	2,7	2,4	47,7	45,8
Цветение							
0	контроль	79,5	78,3	8,2	8,0	786,0	786,0
	Агрокемикал ДФ	86,7	86,0	8,9	8,6	943,2	943,2
	Сингента	88,0	86,7	9,2	8,7	980,0	980,0
N_{80}	контроль	122,1	110,6	10,5	9,3	1082,4	1082,4
	Агрокемикал ДФ	129,0	133,7	12,0	10,2	1247,6	1247,6
	Сингента	131,3	136,0	12,4	10,7	1296,8	1296,8
$N_{80}P_{80}$	контроль	125,1	123,4	11,3	10,5	1361,6	1361,6
	Агрокемикал ДФ	133,4	128,4	11,6	11,0	1461,2	1461,2
	Сингента	135,0	130,0	12,1	11,3	1510,0	1510,0
$N_{80}P_{80}K_{80}$	контроль	133,2	130,7	11,5	11,4	1574,0	1574,0
	Агрокемикал ДФ	136,0	132,0	11,9	11,6	1649,6	1649,6
	Сингента	137,9	133,8	12,3	12,2	1690,4	1690,4
$НСР_{05}$	фактор А (минеральные удобрения)	4,3	4,1	3,8	4,3	71,9	73,6
	фактор В (схема защиты)	4,6	4,9	4,1	4,0	74,0	75,1

шению негативного воздействия сорной растительности и вредителей (особенно крестоцветных блошек, которых было очень много в фазе всходов в 2018 г. и 2019 г.). Применение минеральных удобрений и средств защиты растений позволило увеличить выживаемость растений ярового рапса Подарок к уборке при внесении азотных удобрений в дозе N_{80} – на на 0,6…5,0 %, азотно-фосфорных удобрений в дозе $N_{80}P_{80}$ – на 9,9…11,1 %, комплексного удобрения в дозе $N_{80}P_{80}K_{80}$ – на 5,7…10,8 %, в сравнении с контролем. Наибольшая выживаемость растений ярового рапса отмечена на $N_{80}P_{80}$ фоне при применении схемы защиты компании Сингента – 81,1 % (табл. 3).

Внесение азотных удобрений в дозе N_{80} позволило увеличить выживаемость сорта Сибирский на 4,9…16,8 %, азотно-фосфорных удобрений в дозе $N_{80}P_{80}$ – на 3,1…10,7 %, комплексного удобрения в дозе $N_{80}P_{80}K_{80}$ – на 4,4…9,5 %, в сравнении с контролем. Самая высокая выживаемость растений к уборке была отмечена при внесении аммиачной селитры в дозе N_{80} и применении схемы защиты компании Сингента – 86,5 % (см. табл. 3).

В фазе стеблевания длина растений при использовании изучаемых агроприемов превосходила величину этого показателя в контроле на 20,0…34,4 см, количество листьев – на 3,2…4,5 шт., масса растений с 1 м² – на 379,2…428,4 г. В фазе цветения эта тенденция сохранилась (табл. 4).

Максимальные в опыте биометрические показатели ярового рапса Подарок отмечены при внесении комплексного минерального удобрения (азофоска) и использовании средств защиты компании Сингента. В фазе листовой розетки длина растения была больше, чем в контроле (без применения минеральных удобрений и средств защиты растений), на 7,6 см, количество листьев – на растении – на 2,2 шт., масса растения с 1 м² – на 27,2 г, в фазе стеблевания – на 36,0 см, 4,8 шт. и 428,6 г соответственно.

На сорте ярового рапса Сибирский наилучшие результаты отмечены в аналогичном варианте применения удобрений и средств защиты растений. Длина растений в фазе листовой розетки возросла, в сравнении с контролем, на 6,7 см, количество листьев – на 2,2 шт., масса растений с 1 м² – на 40,8 г. В фазах стеблевания и цветения величины этих показателей были больше соответственно на 38,2 см, 5,2 шт., 429,2 г. и 55,5 см, 4,2 шт. и 904,0 г.

Яровой рапс положительно реагировал на применение минеральных удобрений увеличением урожайности семян. Самая высокая прибавка сорта Подарок к контролю зафиксирована в варианте с $N_{80}P_{80}K_{80}$ при использовании схемы защиты компании Агрокемикал ДФ – 0,66 т/га (табл. 5), сорта Сибирский – на аналогичном фоне минерального питания в сочетании со схемой защиты компании Сингента (0,49 т/га).

Применение минеральных удобрений способствовало повышению содержания белка в семенах ярового рапса. У сорта Подарок в контроле оно составляло 21,8 %, внесение аммиачной селитры в дозе N_{80} повышало величину этого показателя, в сравнении с контролем, на 1,5 %, применение аммофоса – на 1,9 %, внесение полного минерального удобрения – на 0,6 % (табл. 6). Тенденция к увеличению содержания белка от применения

5. Влияние схем защиты и минеральных удобрений на урожайность семян сортов ярового рапса (среднее за 2017–2019 гг.), т/га

Фон удобрений (фактор А)	Схема защиты (фактор В)		
	контроль	Агрокемикал ДФ	Сингента
Подарок			
Без удобрений	0,99	1,18	1,23
N_{80}	1,36	1,53	1,51
$N_{80}P_{80}$	1,39	1,66	1,50
$N_{80}P_{80}K_{80}$	1,64	1,84	1,73
$НСР_{05}$ А (удобрения) 0,16 В (схема защиты) 0,13			
Сибирский			
Без удобрений	0,84	1,06	1,14
N_{80}	1,18	1,42	1,34
$N_{80}P_{80}$	1,23	1,35	1,42
$N_{80}P_{80}K_{80}$	1,23	1,51	1,63
$НСР_{05}$ А (удобрения) 0,17 В (схема защиты) 0,14			

6. Влияние удобрений и средств защиты растений на биохимические показатели семян ярового рапса (среднее за 2017–2019 гг.)

Фон удобрений	Схема защиты	Содержание белка в семенах, %				Масличность семян, %			
		Подарок		Сибирский		Подарок		Сибирский	
		*x**	*V*	*x*	*V*	*x*	*V*	*x*	*V*
0	контроль	21,8	5,12	21,6	2,59	41,5	2,81	37,8	6,61
	Агрокемикал ДФ	21,3	0,16	22,5	1,00	38,3	3,47	36,3	7,35
	Сингента	22,1	0,95	23,0	4,51	38,2	4,81	42,7	3,13
N_{80}	контроль	23,3	2,68	23,0	1,52	42,0	3,96	39,7	3,37
	Агрокемикал ДФ	24,6	6,11	22,5	1,85	38,0	7,01	37,7	3,54
	Сингента	24,3	5,32	23,5	7,76	39,0	4,27	37,3	8,04
$N_{80}P_{80}$	контроль	23,7	0,21	22,8	3,82	39,7	6,72	40,5	5,35
	Агрокемикал ДФ	24,0	0,79	23,0	0,48	37,5	6,67	41,2	6,07
	Сингента	24,7	4,20	24,4	9,52	37,7	2,66	37,7	2,66
$N_{80}P_{80}K_{80}$	контроль	22,4	0,83	22,9	1,73	38,5	2,17	38,8	3,86
	Агрокемикал ДФ	23,2	3,71	23,4	5,33	36,7	6,37	39,7	5,89
	Сингента	23,6	6,01	23,4	4,91	38,8	9,01	38,2	9,17
	$НСР_{05}$	1,1		1,7		1,9		1,5	

**x – среднее арифметическое, V – коэффициент вариации.*

минеральных удобрений отмечена и у сорта Сибирский. Самым высоким без применения средств защиты растений оно было в варианте с внесением аммиачной селитры в дозе N_{80} – 23,0 % (прибавка к контролю 1,4 %).

Наибольшее содержание белка в семенах у исследуемых сортов ярового рапса отмечено на фоне $N_{80}P_{80}$ при использовании схемы защиты компании Сингента: у сорта Подарок – 24,7 % (прибавка к контролю 2,9 %), у сорта Сибирский – 24,4 % (прибавка 2,8 %).

Таким образом, наибольшая выживаемость к уборке у ярового рапса отмечена при использовании схемы защиты компании Сингента: сорта Подарок на фоне $N_{80}P_{80}$ – 81,1 % (прибавка к абсолютному контролю 18,4 %), сорта Сибирский на фоне N_{80} – 86,5 % (прибавка 24,7 %).

Внесение минеральных удобрений и средств защиты способствовало увеличению высоты растений, количества листьев, массы растений с 1 м^2. У сорта ярового рапса Подарок в фазах листовой розетки и стеблевания при внесении полного минерального удобрения (азофоска) и использовании средств защиты компании Сингента длина растения была больше, чем в контроле, на 7,6 и 36,0 см соответственно, количество листьев на растении – на 2,2 и 4,8 шт., масса растения с 1 м^2 – на 27,2 и 428,6 г. У сорта Сибирский эти прибавки составили 6,7 и 38,2 см, 2,2 и 5,2 шт., 40,8 и 429,2 г.

Максимальное содержание белка в семенах сортов ярового рапса отмечено при внесении аммофоса ($N_{80}P_{80}$) и использовании схемы защиты компании Сингента: у сорта Подарок – 24,7 % (прибавка к контролю 2,9 %), у сорта Сибирский – 24,4 % (прибавка к контролю 2,8 %).

Литература.

1. Байкалова Л. П., Бобровский А. В., Крючков А. А. Влияние минеральных удобрений и средств защиты растений на элементы структуры урожая и урожайность ярового рапса // Вестник КрасГАУ. 2020. №3. С. 3–10. – doi: 10.36718/1819-4036-2020-3-3-10.

2. Власенко Н. Г. Основные методологические принципы формирования современных систем защиты растений // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 4. С. 25–29.

3. Рапс яровой. Современные технологии возделывания в Красноярском крае: научно-практические рекомендации / Ю. Н. Трубников, В. Н. Романов, А. В. Бобровский и др. Красноярск: ИФ ФИЦ КНЦ СО РАН, 2020. 80 с.

4. Яровой рапс – перспективная культура для развития агропромышленного комплекса Красноярского края / Е. Н. Олейникова, М. А. Янова, Н. И. Пыжикова и др. // Вестник КрасГАУ. 2019. № 1. С. 74–80.

5. Итоги первой половины 2021 года в АПК Красноярского края /ФГБУ «Центр агроаналитики». URL: https://specagro.ru/news/202107/o-nekotorykh-itogakh-pervoy-poloviny-2021-goda-v-agropromyshlennom-komplekse (дата обращения: 02.02.2022 г.)

6. Мокрушина А. В. Семенная продуктивность сортов ярового рапса в зависимости от доз минеральных удобрений в условиях среднего Предуралья // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № 1 (52). С. 46–52. doi: 10.12737/article_5ccedbad613de0.29214441.

7. Фомина О. Н., Левин А. М., Нарсеев А. В. Зерно. Контроль качества и безопасности по международным стандартам. М.: Протектор, 2001. 368 с.

8. Сорокин О. Д. Прикладная статистика на компьютере. Новосибирск: ГУП РПО СО РАСХН, 2004. 162 с.

Influence of mineral fertilizers and plant protection products on survival rate, biometric indicators of plants and biochemical parameters of spring rape seeds

A. V. Bobrovskiy, L.W. Plechanova, A.A. Kryuchkov, L.V. Gorodova, N.S. Gerasimova

Krasnoyarsk Agricultural Research Institute, Federal Research Center “Krasnoyarsk Scientific Center”, Siberian branch, Russian Academy of Sciences, prosp. Svobodnyi, 66, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

Abstract. *The research aimed to optimize some elements of agricultural technology for growing spring rapeseed under the conditions of the Krasnoyarsk forest-steppe. The work was carried out in 2017–2019. The soil of the experimental plot was leached chernozem. The forecrop was bare fallow. The design of the experiment included the study of four backgrounds of mineral nutrition: N80 (ammonium nitrate), N80P80 (ammophos), N80P80K80 (azofoska), the control was without fertilizers. The second factor was protection systems based on the products of Syngenta companies (Cruiser Rape – thiamethoxam + mefenoxam + fludioxonil; Lontrel Grand – clopyralid; Fusilade Forte – fluazifop-P-butyl; Eforia – lambda-cyhalothrin + thiamethoxam) and Agrochemical DF (Musson – imidacloprid; Guron – haloxyfop-P-methyl; Elf – Clopyralid; Tsunami – alpha-cypermethrin); the control was without protection. Podarok and Sibirsky varieties of spring rape were sown in the experiment. The use of mineral fertilizers and means of protection increased the survival rate of plants due to the improvement of mineral nutrition and the reduction of the adverse effects of harmful organisms. For Podarok variety, the highest survival rate before harvesting was noted against the background of N80P80 when using the Syngenta protection scheme. It was 81.1%, the increase to the control was 18.4%. For Sibirsky variety, the best result was achieved against the background of N80 using the Syngenta protection scheme – 86.5% (24.7% increase over the control). The highest protein content in the rape seeds was noted when ammophos (N80P80) was applied and Syngenta protection products were used: in Podarok variety – 24.7% (2.9% increase over the control), in Sibirsky variety – 24.4% (2.8% increase over the control).*

Keywords: *spring rape (Brassica napus L. oleifera Metzger); mineral fertilizers; plant protection products; survival rate before harvesting; biometric indicators; biochemical indicators of seeds.*

Author Details: *A. V. Bobrovskiy, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow (e-mail: aleksandr_bobrovski@mail.ru); L. W. Plechanova, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow; A. A. Kryuchkov, senior research fellow; L. V. Gorodova, junior research fellow; N. S. Gerasimova, junior research fellow.*

For citation: *Bobrovskiy AV, Plechanova LW, Kryuchkov AA, et al. [Influence of mineral fertilizers and plant protection products on survival rate, biometric indicators of plants and biochemical parameters of spring rape seeds]. Zemledelije. 2022;(4):39-43. Russian. doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-39-43.*

doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-44-47
УДК 633.11: 631.51

Изменение видового и количественного состава сорного компонента агроценоза при нулевой технологии возделывания озимой пшеницы

М. А. НЕСМЕЯНОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: marina-nesmeyanova2012@yandex.ru)
С. И. КОРЖОВ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
А. В. ДЕДОВ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Е. В. КОРОТКИХ, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, Воронеж, 394087, Российская Федерация

Исследования проводили с целью изучения изменения засоренности посевов и урожайности озимой пшеницы при переходе на нулевую технологию возделывания. Работу выполняли в 2015–2017 гг. в Воронежской области на черноземе типичном, глинистом среднемощном. Содержание гумуса в слое почвы 0...30 см – 5,3 %, подвижных соединений фосфора и калия – 108 и 175 мг/кг соответственно, $pH_{сол}$ – 5,4. Схема опыта включала традиционную и нулевую технологии возделывания озимой пшеницы. Нулевая технология заключалась в проведении обработки гербицидом Торнадо 500 ВР при массовом появлении сорных растений после уборки предшественника с последующим прямым посевом. Нулевая технология возделывания озимой пшеницы приводит к увеличению засоренности посевов в среднем за вегетационный период на 34 шт./м^2, что обусловлено, в основном, ростом доли многолетних и зимующих сорных видов. При этом формируется более развитая, по сравнению с традиционной технологией, вегетативная масса сорных растений, существенно повышается засоренность верхнего слоя почвы их семенами: доля семян сорняков в слое 0...10 см достигает 68,3 % от общего их количества в слое почвы 0...30 см. Урожайность озимой пшеницы при нулевой технологии (4,2 т/га) достоверно не отличалась от таковой при традиционной технологии возделывания с обработкой почвы (4,5 т/га). Существенное сокращение затрат (на 12,9 %) при нулевой технологии обусловливает низкую себестоимость единицы продукции и высокий уровень рентабельности (101,2 %), который был на 13,4 % выше, чем при традиционном возделывании. Нулевая технология возделывания озимой пшеницы характеризуется большей энергетической эффективностью – 3,79 против 3,21 ед. при традиционной технологии.

Ключевые слова: *озимая пшеница (Triticum aestivum L.), нулевая технология, засоренность, видовой состав, биомасса сорных растений, урожайность*

Для цитирования: *Изменение видового и количественного состава сорного компонента агроценоза при нулевой технологии возделывания озимой пшеницы / М. А. Несмеянова, С. И. Коржов, А. В. Дедов и др. // Земледелие. 2022. № 4. С. 44–47. doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-44-47.*

Одной из важнейших задач, стоящих перед производителями сельскохозяйственной продукции, выступает расширенное производство зерна, то есть формирование высоких урожаев хорошего качества. К числу основных условий достижения таких целей относится совершенствование технологий его производства, направленное на сокращение энергоемкости, финансовых и трудовых затрат [1]. Сегодня все больший интерес, причем как практический, так и научный, приобретает возделывание озимой пшеницы по нулевой технологии. В различных регионах страны проводят исследования по изучению влияния этой технологии на основные показатели почвенного плодородия [2, 3, 4] и урожайность культуры [5, 6, 7], тем не менее актуальность проблемы не снижается [8, 9]. При этом важное значение приобретает оценка указанной технологии с точки зрения ресурсо- и энергосбережения, а также воздействия на сорный компонент агрофитоценоза.

Цель исследований – определение влияния нулевой технологии возделывания озимой пшеницы на засоренность посевов и урожайность культуры в условиях юго-востока Центрально-Черноземного региона.

Для достижения поставленной цели решали следующие задачи: определить влияние технологии возделывания на численность сорных растений в посевах озимой пшеницы, их видовой состав и размер биомассы; установить потенциальную засоренность почвы и величину урожайности озимой пшеницы; рассчитать экономическую и биоэнергетическую эффективность технологий.

Работу выполняли на кафедре земледелия, растениеводства и защиты растений Воронежского ГАУ в многофакторном стационарном опыте, заложенном на черноземе типичном, глинистом среднемощном. Содержание гумуса в слое почвы 0...30 см (по Тюрину, модификация Симакова: окисление по Никитину) – 5,3 %, содержание подвижных соединений фосфора и калия (по Чирикову, ГОСТ 26204-91) – 108 и 175 мг/кг почвы соответственно, $pH_{сол}$ (по методу ЦИНАО, ГОСТ 26483-85) – 5,4. Все исследования выполняли по общепринятым методикам. Отбор проб, проведение наблюдений и анализов осуществляли в фазах осеннего и весеннего кущения, а также колошения озимой пшеницы.

Схема опыта предполагала изучение двух технологий возделывания озимой пшеницы: традиционной и нулевой.

Традиционная технология включала в себя следующие операции: обработка стерни дискатором на глубину 8...10 см сразу после уборки предшественника; обработка комбинированным агрегатом компактомат на 16...18 см; сплошная культивация с боронованием на 6...8 см (КПС-5У); рядовой посев с нормой высева 5 млн всхожих семян на 1 га, глубина заделки семян 5...6 см. Посев осуществляли посевным комплексом Rapid.

Нулевая технология возделывания озимой пшеницы предусматривала обработку гербицидом Торнадо 500 ВР (норма расхода 3 л/га) при массовом появлении сорных растений после уборки предшественника; посев рядовым способом сеялкой Берегиня (норма высева 5 млн всхожих семян на 1 га) на глубину 5...6 см.

При обеих технологиях прикатывание как отдельный прием не проводили, посев осуществляли одновременно с внесением минеральных удобрений: азофоска (16:16:16) – 150 кг/га в физической массе. Весной осуществляли две подкормки: ранневесенняя по таломерзлой почве – 100 кг/га аммиачной селитры разбросным способом; в фазе трубкования – 20 кг/га мочевины путем опрыскивания 20 %-ным раствором.

Сорт озимой пшеницы – Гром (селекции Краснодарского НИИСХ им. П. П. Лукьяненко). Мероприятия по уходу за растениями заключались в их защите от сорных растений, болезней и вредителей. В фазе весеннего кущения посевы обрабатывали гербицидом Пума 75 (0,8 л/га). Защиту растений от болезней и вредителей проводили баковой смесью препаратов Импакт (0,5 л/га) + Актара (70 г/га) + Микро АС (1 л/га) + Оксанол (200 г/га) самоходным опрыскивателем Jhon Deer.

Севооборот: озимый рапс – озимая пшеница – кукуруза на зерно – ячмень.

Опыт заложен в соответствии с методикой полевого опыта (*Доспехов Б.*

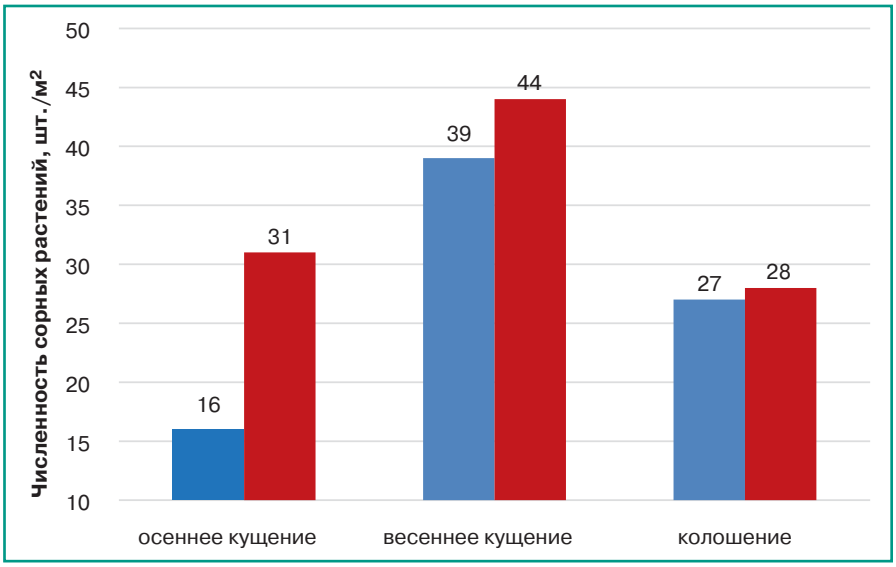


Рис. 1. *Численность сорных растений в посевах озимой пшеницы в зависимости от технологии возделывания (НСР$_{05}$: 5,3 – для осеннего кущения, 4,7 – для весеннего кущения, 1,1 – для колошения): ■ – традиционная технология; ■ – нулевая технология.*

А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.). Исследования выполняли согласно общепринятым методикам. Засоренность посевов, видовой состав сорной растительности и ее сырую биомассу определяли соответственно количественным, видовым и количественно-весовым методами.

Годы исследований характеризовались чередованием засушливых (2015 и 2017 гг., ГТК=0,7...0,8) и избыточно влажных (2016 г., ГТК=2,6) вегетационных периодов. Количество выпадающих по месяцам осадков было неравномерным.

Сорные растения способны причинить значительный вред производству зерновой продукции. Проявляя острую конкуренцию за основные факторы жизни, расходуя в 2...3 раза больше доступной влаги и в 3...5 раз элементов питания, по сравнению с зерновыми, они очень часто наносят невосполнимый урон сельскохозяйственному производству, вызывая существенное снижение урожайности культурных растений. Так, при достижении общей численности сорных растений в посевах озимой пшеницы 10 шт./м² ее урожайность снижается на 3,6 %, а при засоренности около 25 шт./м² – на 8,6 % [10]. При этом максимально вредное воздействие сорняков на зерновые культуры проявляется в период от начала их вегетации до колошения [10].

Переход на нулевую технологию возделывания озимой пшеницы сопровождается значительным повышением засоренности посевов как в начальный период развития зерновой культуры (31...44 шт./м²), так и в среднем за ее вегетацию (34 шт./м²).

При осеннем кущении озимой пшеницы ее посевы по нулевой технологии характеризовались значительно более высокой засоренностью, которая составляла 31 шт./м², что было в 1,9 раз (или на 15 шт./м²) больше, чем при традиционной технологии (рис. 1). К середине активного весеннего кущения культуры количество сорных растений в посевах увеличивалось при традиционной технологии на 23 шт./м², при нулевой – на 13 шт./м², в результате чего разность между засоренностью посевов при различных технологиях возделывания зерновой культуры сократилась до 5 шт./м². Повышение засоренности посевов к фазе весеннего кущения связано с формированием в этот период благоприятных условий для прорастания семян однолетних сорняков, возобновления роста зимующих и многолетних сорных растений – хорошая увлажненность почвы, поступление в почву основных элементов питания с ранневесенней подкормкой.

В дальнейшем проведение химической обработки посевов озимой пшеницы гербицидами привело к существенному снижению общей численности сорных растений, в результате чего их количество в посевах озимой пшеницы, как по традиционной, так и по нулевой технологии, снизилось и стало практически одинаковым – 27...28 шт./м². Большое влияние на отсутствие повышения засоренности посевов после окончания защитного периода гербицида оказали непосредственно растения озимой пшеницы, которые к фазе колошения сформировали хорошо развитую вегетативную массу и стали обладать высокой конкурентоспособностью по отношению к сорным растениям.

В среднем за период вегетации озимой пшеницы от всходов до конца колошения засоренность посевов составляла 27 шт./м² при традиционной технологии и 34 шт./м² – при нулевой.

Постоянная конкурентная борьба сорных растений за основные факторы жизни определяет величину сформированной ими биологической массы. Изучаемые технологии возделывания озимой пшеницы оказали существенное влияние не только на численность сорных растений в посевах зерновой культуры, но и на величину сформированной биомассы (рис. 2).

В среднем за годы исследований в фазы осеннего и весеннего кущения озимой пшеницы сырая биомасса сорных растений при нулевой технологии была больше, чем при традиционной, соответственно, на 1,9 и 9,2 г/м². После гербицидной обработки в конце кущения и благодаря усиливающейся конкуренции озимой пшеницы сорные растения уже не смогли сформировать большую биомассу: к концу фазы колошения она составляла 15,6 г/м² по традиционной технологии и 20,3 г/м² –

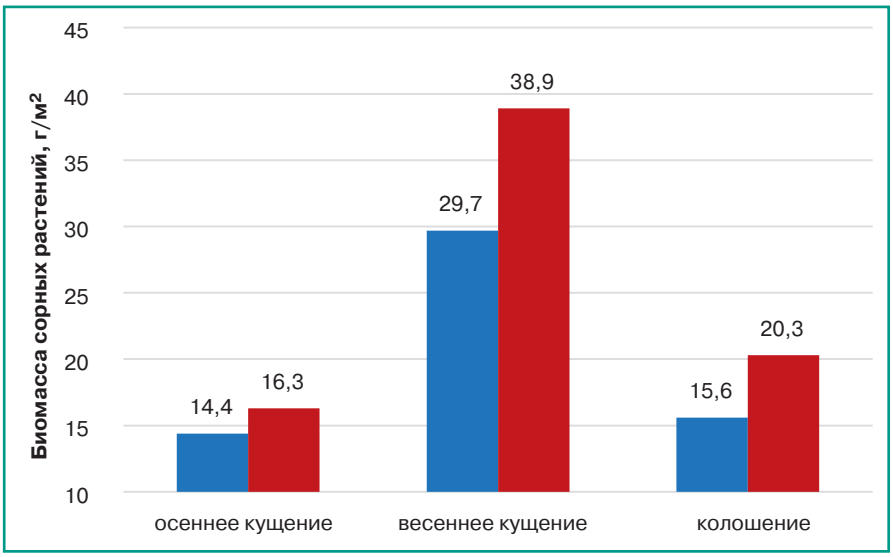


Рис. 2. *Биомасса сорных растений в посевах озимой пшеницы в зависимости от технологии возделывания (НСР$_{05}$: 1,6 – для осеннего кущения, 8,3 – для весеннего кущения, 4,8 – для колошения): ■ – традиционная технология; ■ – нулевая технология.*

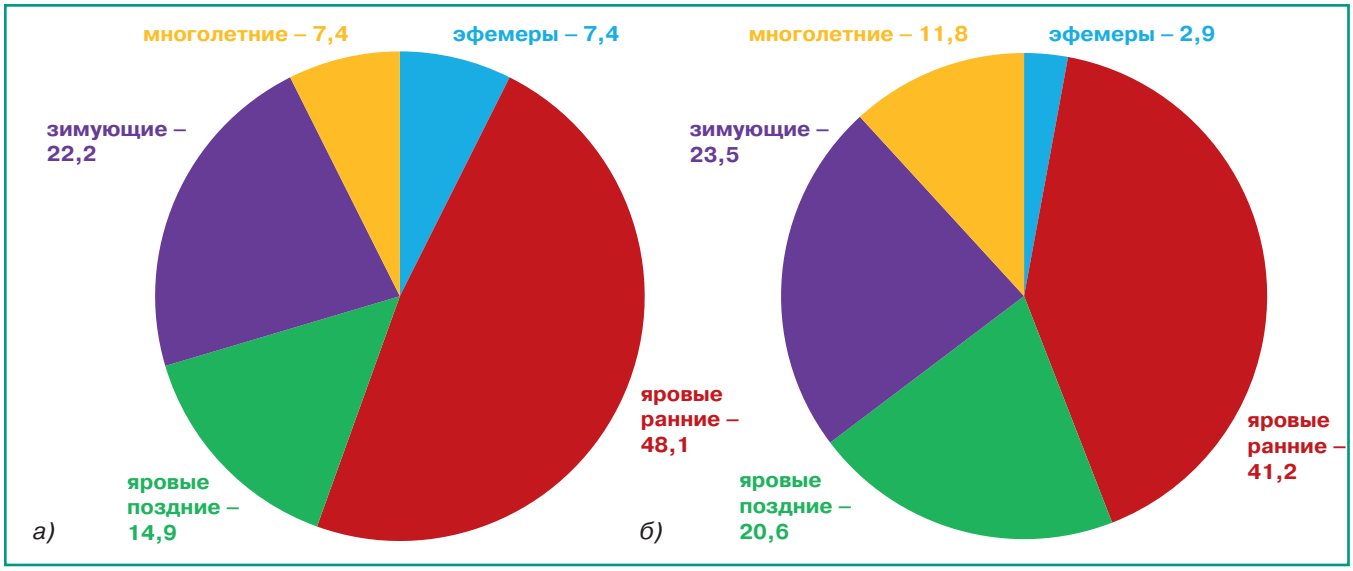


Рис. 3. *Видовой состав сорного компонента агроценоза озимой пшеницы при различных технологиях возделывания (%): а) традиционная технология; б) нулевая технология.*

по нулевой, при этом различия между двумя вариантами технологий были несущественными.

В возделываемых по нулевой технологии посевах в фазы осеннего и весеннего кущения доля сорных растений в надземной массе агрофитоценоза составляла 13 и 16,3 %, тогда как при традиционной технологии величина этого показателя не превышала 4,1...7,4 %. К фазе колошения озимой пшеницы по обеим технологиям отмечено снижение доли сорных растений в сырой биомассе агроценоза – до 3,8 % при традиционной технологии и до 8,5 % – при нулевой. Более высокая доля сорных растений в общей биомассе в фазе колошения озимой пшеницы связана, по нашему мнению, с худшим развитием растений культуры и, соответственно, с их меньшей вегетативной массой.

Сорный компонент агроценоза был представлен различными биологическими группами: яровые ранние, яровые поздние, зимующие и многолетние. В единичных экземплярах встречались эфемеры – звездчатка средняя (Stellaria media L.).

Зимующие сорные растения были представлены в основном пастушьей сумкой (*Capsela bursa pastoris* L.), яруткой полевой (*Thiaspi arvense* L.) и фиалкой полевой (*Viola arvensis*). Среди яровых сорняков встречались щирица обыкновенная (*Amaranthus retroflexus* L.), марь белая (*Chenopodium album* L.), мышей сизый (*Setaria glauca* L.), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), чистец однолетний (*Stachys annua*). Встречались также и многолетние сорняки – бодяк полевой (*Cirsium arvense* L.), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.).

В среднем за вегетационный период при традиционной технологии на яровые ранние сорные растения приходилось 48,1 % от общего количества сорняков в посевах (рис. 3). Доля зимующих сорных растений составила 22,2 %, яровых поздних – 14,9 %, многолетние сорные растения и эфемеры в общей массе сорных растений занимали по 7,4 %. При нулевой технологии (по сравнению с традиционной) засоренность посевов озимой пшеницы яровыми ранними сорняками и эфемерами уменьшилась, их доля сократилась соответственно на 6,9 % и 4,5 %, тогда как доля яровых поздних, многолетних и зимующих сорных растений возросла, соответственно, на 5,7, 4,4 и 1,3 %.

Одной из причин увеличения доли корнеотпрысковых многолетних сорных растений служит интенсивное отрастание их побегов в послеуборочный период. В результате они благополучно формируют в пахотном слое почвы дополнительный запас вегетативных зачатков [11].

Таким образом, в посевах озимой пшеницы формируется смешанный тип засоренности с преобладанием ранних яровых и зимующих сорных растений. При этом нулевая технология возделывания приводит к существенному увеличению засоренности посевов многолетними и зимующими видами.

Важную роль в формировании уровня засоренности посевов играет потенциальная засоренность почвы семенами сорных растений. Обработка почвы перед посевом зерновой озимой культуры и прямой посев пшеницы оказали существенное влияние на величину этого показателя. Неоднородное влияние изучаемых технологий возделывания пшеницы на потенциальную засоренность почвы было обусловлено различиями в заделке и перемещении семян сорных растений по слоям почвы.

Наибольшее количество семян сорных растений в слое почвы 0...30 см было отмечено в варианте с традиционной технологией возделывания – 296 млн шт./га. При прямом посеве озимой пшеницы потенциальная засоренность почвы была на 15 млн шт./га меньше.

При традиционной технологии возделывания все семена были равномерно распределены по обрабатываемому слою почвы (0...30 см). Их количество по слоям равномерно уменьшалось сверху вниз. Так, в слое почвы 0...10 см было сосредоточено 36,3 % всего банка семян, 10...20 см – 34,3 %, 20...30 см – 29,4 % (рис. 4). При нулевой технологии основная масса семян сорных растений была сосредоточена в верхнем слое почвы (0...10 см) – 68,3 %. Слои почвы 10...20 и 20...30 см характеризовали существенно меньшим запасом семян сорняков как по отношению к слою почвы 0...10 см, так и по сравнению с соответствующими слоями при традиционной технологии. В них было сосредоточено соответственно 19,2 и 12, 5 % общего количества семян сорняков. То есть возделывание озимой пшеницы по нулевой технологии сопровождается увеличением засоренности верхнего слоя почвы семенами сорных растений, что в свою очередь приводит к росту засоренности посевов.

Основным показателем результативности применяемых технологий выступает урожайность культур. В наших исследованиях была установлена тенденция ее снижения при переходе на нулевую технологию возделывания, но установленное отклонение (0,3 т/га), по сравнению с традиционной технологией, было недостоверным.

Расчет экономической эффективности показал, что при нулевой технологии возделывания озимой пшеницы происходит значительное сокращение производственных затрат – в общей сложности на 12,9 %. Это было обусловлено снижением расходов по всем статьям: на горюче-смазочные материалы – на 50,2 %, на автотранспорт – на 29,9 %, на ремонт техники – на 23,6 %,

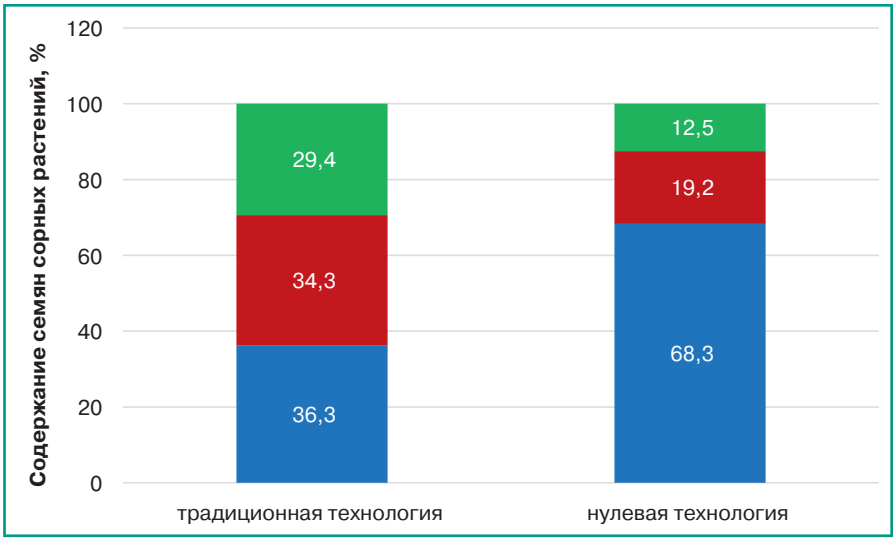


Рис. 4. *Распределение семян сорных растений по слоям почвы в зависимости от технологии возделывания озимой пшеницы, %: ■ – 0...10 см; ■ – 10...20 см; ■ – 20...30 см.*

на амортизацию – на 23,6 %. Кроме того, на 12,4 % сократились прочие затраты, на 11,6 % затраты на заработную плату. Исключение составила статья расходов на ядохимикаты: затраты, по сравнению с традиционной технологией, возросли на 45,0 %.

Значительное уменьшение производственных расходов обеспечило формирование более низкой себестоимости единицы основной продукции, выращенной по нулевой технологии, которая была на 6,7 % меньше, чем при традиционной. В результате прибыль возросла на 0,5 %, а уровень рентабельности производства составил 101,2 %, тогда как при традиционной технологии он был равен 87,8 %. Кроме того, нулевая технология возделывания озимой пшеницы характеризовалась более высокой энергетической эффективностью – 3,79 (при традиционной – 3,21).

Таким образом, нулевая технология возделывания приводит к существенному увеличению засоренности посевов озимой пшеницы многолетними (на 4,4 %) и зимующими (на 1,3 %) сорными растениями, росту общей биомассы сорных растений в посевах (в среднем за вегетационный период на 26,6 %), сосредоточению основной массы семян сорных растений в слое почвы 0…10 см (68,3 % от общего количества в слое 0…30 см). Тем не менее при нулевой технологии возделывания озимой пшеницы в условиях юго-востока ЦЧР ее урожайность (4,2 т/га) находится на уровне традиционной при более высокой экономической и энергетической эффективности (соответственно на 13,4 и 18,1 %).

Литература

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

2. Алиев З. Ю., Бжеумыхов В. С. Влияние способов обработки почвы на элементы плодородия и продуктивность озимой пшеницы // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. 2019. № 3(25). С. 7–12.

3. Богомолова Ю. А., Саков А. П., Ивенин А. В. Влияние систем основной обработки светло-серой лесной почвы и удобрений на ее агрохимические показатели в звене зернового севооборота Нижегородской области // Агрохимический вестник. 2018. № 5. С. 32–39. doi: 10.24411/0235-2516-2018-10042.

4. Дедов А. В., Несмеянова М. А., Кузнецова Т. Г. Бинарные посевы в ЦЧР: монография. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2015. 139 с. ISBN 978-5-7267-0754-9.

5. Мониторинг засоренности посевов при современных ресурсосберегающих способах основной обработки почвы / А. А. Забродкин, А. С. Новикова, С. А. Плыгун и др. // RJOAS. 2012. № 9 (9). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/monitoring-zasorennosti-posevov-pri-sovremennyh-resursosberegayuschih-sposobah-osnovnoy-obrabotki-pochvy.

6. Камбулов С. И., Громаков А. В. Влияние обработки почвы на засоренность посевов озимой пшеницы // Сельский механизатор. 2017. № 8. С. 22–23.

7. Семенихина Ю. А., Камбулов С. И. Влаготемпературный режим почвы при возделывании озимой пшеницы // Научная жизнь. 2019. Т. 14. № 3(91). С. 269–278. DOI 10.26088/INOB.2019.91.29681.

8. Эффективность производства озимой пшеницы при различных технологиях основной обработки почвы / В. Б. Рыков, С. И. Камбулов, Н. В. Шевченко и др. // Вестник АПК Ставрополья. 2015. № 2 (18). С. 53–56.

9. Эффективность различных способов основной обработки почвы и прямого посева при возделывании озимой пшеницы на черноземных почвах / Д. В. Дубовик, В. И. Лазарев, А. Я. Айдиев и др. // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 12. С. 26–29. doi: 10.24411/0235-2451-2019-11205.

10. Авдеенко А. П., Зеленский Н. А. Засоренность посевов озимой пшеницы в зависимости от элементов технологии возделывания // Агроэкологические проблемы сельскохозяйственного производства. Пенза: РИО ПГСХА, 2005. С. 83–85.

11. Захаренко А. В. Теоретические основы управления сорным компонентом агрофитоценоза в системах земледелия. М.: Изд-во ТСХА, 2000. 468с.

Changes in the species and quantitative composition of the weed component of agrocenosis with zero technology of winter wheat cultivation

M. A. Nesmeyanova, S. I. Korzhov, A. V. Dedov, E. V. Korotkikh
Emperor Peter the Great Voronezh State Agrarian University, ul. Michurina, 1, Voronezh, 394087, Russian Federation

Abstract. *We studied the change in the weediness of crops and the yield of winter wheat during the transition to zero cultivation technology. The work was carried out in 2015–2017 in the Voronezh region on a clay medium thick typical chernozem. The content of humus in the soil layer of 0–30 cm was 5.3%, of mobile compounds of phosphorus and potassium – 108 and 175 mg/kg, respectively, pH-value of soil extract was 5.4 units. The design of the experiment included traditional and zero technologies for the winter wheat cultivation. The zero technology consisted in carrying out the treatment with the herbicide Tornado 500, WS at the mass appearance of weeds after harvesting the forecrop, followed by direct sowing. The zero technology of winter wheat cultivation leads to an increase in weediness of crops on average by 34 pcs/m2 during the growing season, which is mainly due to an increase in the proportion of perennial and wintering weed species. In this case, more developed, in comparison with traditional technology, vegetative mass of weeds is formed, the infestation of the upper soil layer with their seeds increases significantly: the share of weed seeds in the 0–10 cm layer reaches 68.3% of their total number in the soil layer of 0–30 cm. The yield of winter wheat with zero technology (4.2 t/ha) did not significantly differ from that with traditional tillage technology (4.5 t/ha). A significant cost reduction (by 12.9%) with zero cultivation determines the low unit cost of production and a high level of profitability (101.2%), which was 13.4% higher than with traditional cultivation. Zero technology of winter wheat cultivation is characterized by greater energy efficiency – 3.79 units versus 3.21 units with traditional technology.*

Keywords: *winter wheat (Triticum aestivum L.); zero technology; weediness; species composition; weed biomass; productivity.*

Author Details: *M. A. Nesmeyanova, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: marinanesmeyanova2012@yandex.ru); S. I. Korzhov, D. Sc. (Agr.), prof.; A. V. Dedov, D. Sc. (Agr.), prof.; E. V. Korotkikh, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.*

For citation: *Nesmeyanova MA, Korzhov SI, Dedov AV, et al. [Changes in the species and quantitative composition of the weed component of agrocenosis with zero technology of winter wheat cultivation]. Zemledelie. 2022; (4):44-7. Russian. doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-44-47.*

МИРАВИС® Нео – фунгицид для аграриев нового времени. Здоровые зерновые — легко!

Рост цен на пшеницу влечет интенсификацию российского сельского хозяйства. Сейчас без использования фунгицидов фактически невозможно получить хороший урожай, поэтому развитие рынка направлено на поиск новых действующих веществ, способных надежно защитить растение.

«Сингента» в 2022 году зарегистрировала в России МИРАВИС® Нео — инновационный мощный фунгицид на основе технологии АДЕПИДИН® с физиологическим действием для продолжительной защиты зерновых культур в период вегетации от широкого спектра грибных заболеваний.

Новая эра в фунгицидной защите

Технология АДЕПИДИН® разработана учеными компании «Сингента». В ее основу заложен уникальный карбоксамид нового поколения (SDHI — ингибиторы сукцинатдегидрогеназы), который обеспечивает кардинально новый уровень длительной защиты сельскохозяйственных культур от широкого спектра грибных заболеваний. МИРАВИС® Нео зарегистрирован в России для применения на яровых и озимых пшенице и ячмене против листовых пятнистостей (септориоз, пиренофороз пшеницы, ринхоспориоз и гельминтоспориозы ячменя), мучнистой росы, ржавчин. Фунгицид показывает отличные результаты при воздействии некритических абиотических стрессов (высокие температуры, недостаток влаги, высокая инсоляция и др.).

В составе фунгицида МИРАВИС® Нео — три действующих вещества:

- технология АДЕПИДИН® – карбоксамид последнего поколения;
- технология АМИСТАР® (азоксистробин) – проверенный временем стробилурин;
- пропиконазол – стандарт в триазольной защите от пятнистостей.

Сбалансированная формуляция в комплексе с адъювантами гарантирует качественное покрытие и проникновение фунгицида в растение. Препарат лечит болезни, уже имеющиеся на момент обработки, и не допускает нового инфицирования.

Почему аграриям стоит выбрать МИРАВИС® Нео?

Фунгицид МИРАВИС® Нео — это:

- превосходная дождеустойчивость, обеспечивающая высокую эффективность даже в сложных погодных условиях;
- широкий спектр действия — МИРАВИС® Нео эффективен против большого количества грибных заболеваний;
- длительный период защиты даже при сильной агрессивности патогенов;
- широкий диапазон зарегистрированных норм применения (0,5–1,0 л/га), что позволяет гибко встраивать фунгицид в систему защиты исходя из инфекционной нагрузки;
- быстрый лечебный эффект;
- универсальное решение: МИРАВИС® Нео встраивается в любую технологию возделывания;
- сочетание двух **технологий — АДЕПИДИН® и АМИСТАР®** — обеспечит мощное физиологическое действие.

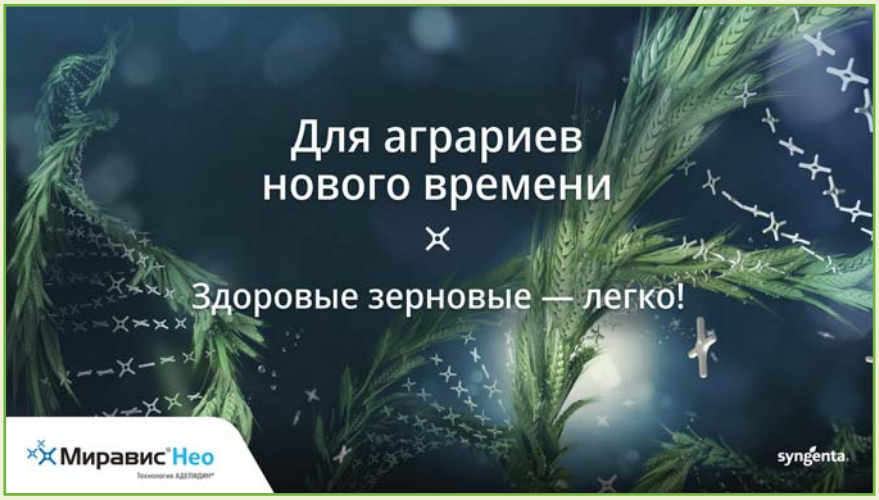
Применение МИРАВИС® Нео в фазы конца кущения — начала выхода в трубку демонстрирует отличный антиспорулянтный эффект в профилактике развития прикорневых гнилей и обеспечивает длительную защиту от всех основных листостебельных грибных заболеваний. Благодаря двойному физиологическому действию, основанному на технологии АДЕПИДИН® и АМИСТАР®, фунгицид позволит культуре реализовать максимальный потенциал урожайности за счет сохранения стеблестоя и количества зерен в колосе.

Технический эксперт отдела фунгицидов «Сингенты» Мария Мустафина: «Для реализации уже заложенного потенциала сорта следует применять МИРАВИС® Нео *от конца фазы выхода в трубку до флагового листа*. Это надолго сохранит листья здоровыми и даст больший налив зерна».

Обработка препаратом в фазу флагового листа оказывает мощное озеленяющее действие и формирует иммунитет растения.

Эксперт «Сингенты» также отметила: «В жарких и засушливых условиях растение при использовании МИРАВИС® Нео сможет обеспечить баланс между сохранением влаги (транспирацией) и фотосинтезом, то есть в условиях стресса культура будет чувствовать себя довольно комфортно».

Фунгицид МИРАВИС® Нео для применения на яровых и озимых пшенице и ячмене будет доступен для заказа у официальных дистрибьюторов «Сингенты» в России в сезоне-2022/23.



Для аграриев нового времени

Здоровые зерновые — легко!

Миравис® Нео
Технология АДЕПИДИН®

syngenta®

Агроподдержка Сингенты
Получите совет эксперта
syngenta.ru

Global Fresh
MARKET

МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ B2B ВЫСТАВКА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ И УЧАСТНИКОВ РЫНКА ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ «GLOBAL FRESH MARKET: VEGETABLES & FRUITS»

7–10 НОЯБРЯ 2022

МОСКВА, ВК ГОСТИНЫЙ ДВОР

Единственная на российском рынке международная выставка-форум по производству, доработке, хранению, логистике, маркетингу и продажам плодоовощной продукции, демонстрирующая инновации, продукты и услуги во всей производственной цепочке от поля до прилавка

СВЕЖИЕ ПРОДУКТЫ

ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

УСЛУГИ

ЛОГИСТИКА

Организатор: Национальный союз производителей овощей

Официальная поддержка: Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

BUSINESS@GFMEXPO.COM · WWW.GFMEXPO.COM 18+

ISSN 0044-3913. Земледелие. 2022. № 4.1 - 48. Индекс 70329.