2.2020

ISSN 0044-3913

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Соединяем мощное фунгицидное действие и ранневесеннее применение

Азорро, КС

300 г/л карбендазима + 100 г/л азоксистробина

Комбинированный фунгицид для защиты зерновых культур

- Эффективная защита озимых культур после перезимовки
- Уничтожение инфекции в прикорневой зоне и листовых болезней раннего развития
- Профилактика листовых заболеваний в более поздние сроки вегетации
- Эффект «зеленого листа»
- Формирование зерна высокого качества

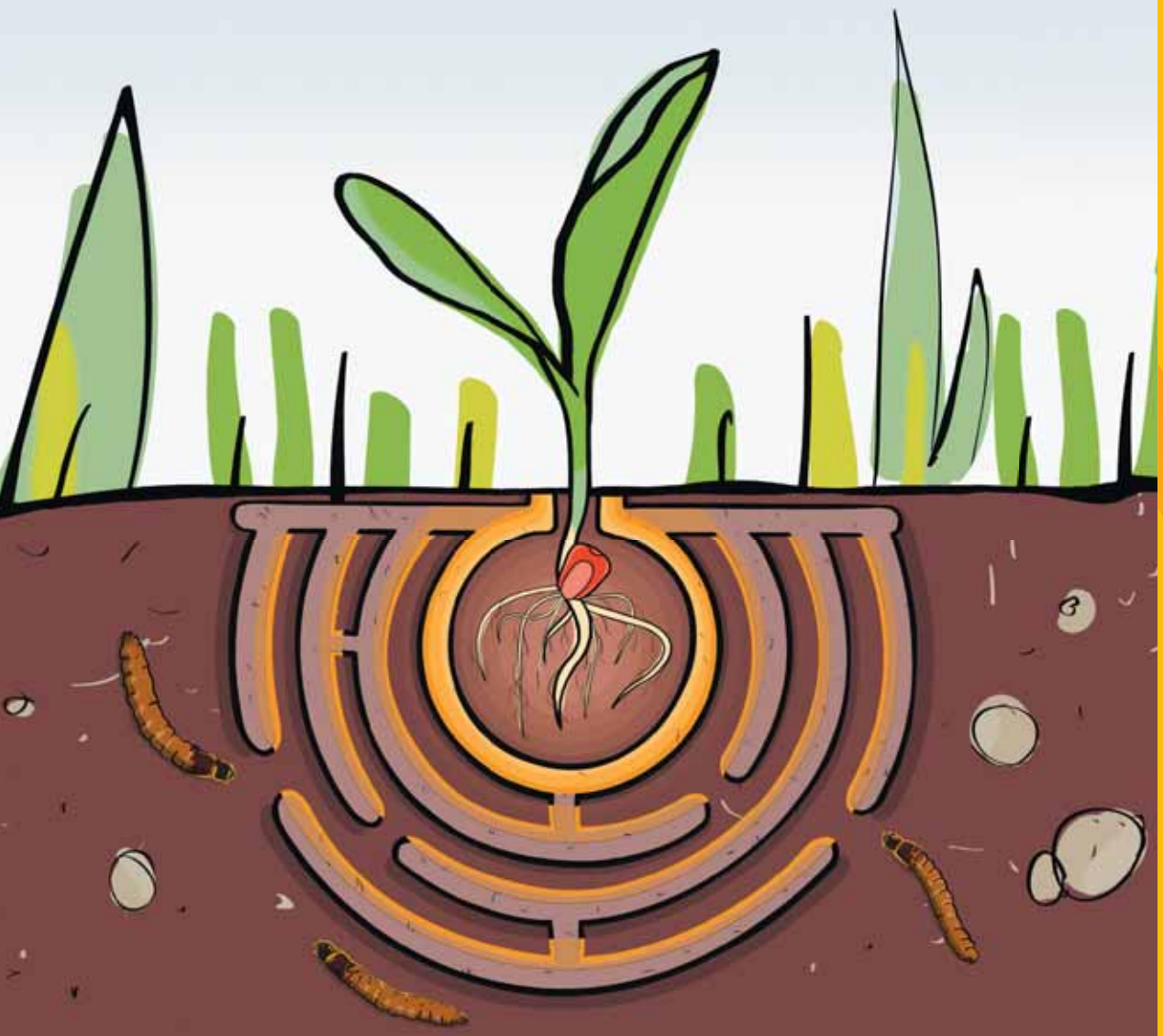
www.betaren.ru

ЩЕЛКОВО АГРОХИМ

Реклама

НЕПРЕОДОЛИМАЯ ПРЕГРАДА ДЛЯ ПРОВОЛОЧНИКА

Инсектицидный протравитель семян кукурузы с защитной газовой фазой



Заказывайте семена кукурузы в обработке ФОРС® ЗЕА

Форс® Зеа

syngenta®

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

ЗАГРУЗИТЕ В App Store

ЗАГРУЗИТЕ В Google Play

Мобильное приложение «Сингента Россия»

2.2020 ФЕВРАЛЬ-МАРТ

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

Е. В. Цветнов, О. Б. Цветнова, О. А. Макаров, Н. А. Марахова. Проблемы оценки нейтрального баланса деградации земель на уровне региона Российской Федерации 3

E. V. Tsvetnov, O. B. Tsvetnova, O. A. Makarov, N. A. Marakhova. Problems of assessing the land degradation neutrality at the regional level of the Russian Federation

Н. Ф. Балабанова, Н. А. Воронкова, В. Д. Дороненко, В. А. Волкова, Н. А. Цыганова. Содержание лабильного органического вещества в лугово-черноземной почве при длительном применении удобрений 7

N. F. Balabanova, N. A. Voronkova, V. D. Doronenko, V. A. Volkova, N. A. Tsyganova. Content of labile organic matter in meadow-chernozem soil at prolonged application of fertilizers

С.Т. Эседуллаев, И.Б. Нода. Динамика агрохимических показателей дерново-подзолистых почв в агроландшафтах Верхневолжья и приемы воспроизводства их плодородия 12

S. T. Jesedullaev, I. B. Noda. Dynamics of agrochemical indicators of sod-podzolic soils in agrolandscapes of the Upper Volga region and methods of reproduction of their fertility

ПОЛЕВОДСТВО И ЛУГОВОДСТВО FIELD CROPS

Т. В. Плотникова, Е. М. Тютюнникова, Л. М. Соболева. Влияние обработки семян стимулятором роста Мелафен на формирование рассады и урожайность табака 17

T. V. Plotnikova, E. M. Tutunnikova, L. M. Soboleva. The influence of seed treatment with Melafen growth stimulator on the formation of seedlings and tobacco productivity

В. И. Лазарев, Ж. Н. Минченко. Эффективность микроэлементных удобрений марки МикроФид при обработке семян и посевов яровой пшеницы в условиях черноземных почв Курской области 20

V. I. Lazarev, Zh. N. Minchenko. Efficiency of MicroFeed trace element fertilizers for processing seeds and crops of spring wheat under conditions of chernozem soils of the Kursk region

ОБРАБОТКА ПОЧВЫ SOIL CULTIVATION

С. И. Воронов, В. П. Зволинский, Ю. Н. Плескачёв, Н. И. Матвеева, Р. С. Грабов. Роль приёмов основной обработки почвы при возделывании ярового ячменя 24

S. I. Voronov, V. P. Zvolinskiy, Yu. N. Pleskachev, N. I. Matveeva, R. S. Grabov. Role of tillage techniques in the cultivation of spring barley

Основан в 1939 г.

УЧРЕДИТЕЛИ:
Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии

ООО «Редакция журнала «Земледелие»

ИЗДАТЕЛЬ:
ООО «Редакция журнала «Земледелие»

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

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

КОНТАКТЫ:
Тел./факс: +7 916 241 63 43

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

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

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

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

Подписано в печать 11.02.20
Формат 60×90 1/8.
Печать офсетная.
Печ.л. 6,0+0,5 вкл.
Заказ

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

© “Земледелие”. 2020.

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

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

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

СОРТА И СЕМЕНА — GRADES AND SEEDS

П. Н. Николаев, О. А. Юсова, Н. И. Аниськов, И. В. Сафонова. Адаптивный потенциал сортов ярового овса селекции Омского аграрного научного центра 27

O. A. Yusova, P. N. Nikolaev, N. I. Anis’kov, I. V. Safonova, Ya. B. Bendina. New promising variety of spring barley Omskii Golozernyi 4 31

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ — PLANT PROTECTION

В. К. Храмой, Т. Д. Сихарулидзе, О. В. Рахимова, Е. В. Гуреева. Влияние гербицидов Дуал Голд, Зенкор и Фабиан на фотосинтетическую деятельность посевов сои в условиях Центрального Нечерноземья 36

A. Э. Панфилов, Н. И. Казакова, И. Н. Цымбаленко. Зональные особенности сегетального компонента агрофитоценозов кукурузы восточной части Уральского региона 39

Е. В. Кузина, Г. Ф. Рафикова, Е. А. Столярова, С. Р. Мухаматдьярова, О. Н. Логинов. Перспектива использования бактериальных препаратов против семенной инфекции нута 44

V. K. Khramoy, T. D. Sikharulidze, O. V. Rakhimova, E. V. Gureeva. Influence of Dual Gold, Sencor and Fabian herbicides on the photosynthetic activity of soybean crops under conditions of the Central non-Black Soil Zone 36

A. E. Panfilov, N. I. Kazakova, I. N. Tsymbalenko. Zonal features of the segetal component of corn agrophytocenoses in the Eastern part of the Ural region 39

E. V. Kuzina, G. F. Rafikova, E. A. Stolyarova, S. R. Mukhamatd’yarova, O. N. Loginov. The prospect of using bacterial preparations against seed chickpea infection 44

Уважаемые читатели!

В 2020 г. наш журнал будет, как и прежде, выходить 8 раз в год, в первый и второй месяцы каждого квартала. Наш подписной индекс в каталоге Роспечати 70329. Возможна подписка через редакцию как на бумажную, так и электронную версию журнала.

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

doi: 10.24411/0044-3913-2020-10201
УДК 631.42

Проблемы оценки нейтрального баланса деградации земель на уровне региона Российской Федерации*

Е. В. ЦВЕТНОВ, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник[1], старший научный сотрудник[2]
(e-mail: ecobox@mail.ru)
О. Б. ЦВЕТНОВА[1], кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник
(e-mail: tsvetnova@mail.ru)
О. А. МАКАРОВ, доктор биологических наук,
зав. кафедрой[1], зав. лабораторией[3]
(e-mail: oa_makarov@mail.ru)
Н. А. МАРАХОВА[1], аспирант
(e-mail: zenafelekca@gmail.com)
[1]Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Ленинские горы, 1, стр. 12, ГСП-1, Москва, 119991, Российская Федерация
[2]Евразийский центр по продовольственной безопасности (Аграрный центр МГУ имени М. В. Ломоносова), Ленинские горы, 1, ГСП-1, Москва, 119991, Российская Федерация
[3]Учебно-опытный почвенно-экологический центр МГУ имени М. В. Ломоносова, пос. Чашниково, п/о Ударный, Солнечногорский р-н, Московская обл., 141592, Российская Федерация

Исследования проводили с целью адаптация концепции «нейтрального баланса деградации земель» (НБДЗ) для условий России на уровне региона (на примере Белгородской области) путем включения в нее дополнительных индикаторов. С использованием разрабатываемого в контексте концепции НБДЗ современного инструментария, в частности, программного модуля «Trends.Earth», показано, что порядка 35,1 % территории Белгородской области к 2015 г. ухудшили свои характеристики, по сравнению с 2000 г. Это первая и весьма грубая оценка искомой величины динамики деградации на территории. Предложено ее уточнение на основе введения в базовый подход «нейтрального баланса» региональных статистических показателей по содержанию гумуса, фосфора, калия, а также модификации матрицы перехода динамики наземного покрова в модуле «Trends.Earth». Дегумификация и агроистощение – значимые типы деградации земель в Белгородской области. Доля деградированных земель по содержанию подвижного фосфора составляет 18,6 % от общей площади пашни региона, по содержанию обменного калия – 12,8 %, по содержанию гумуса – 8,5 %, по показателю кислотности – 16,7 %. Добавление этих данных национальной статистики позволяет существенно скорректировать показатель деградации земель в регионе: доля деградированных земель возрастает до 63,6 %. Наряду с показателями агроистощения, дегумификации и подкисления в систему корректировок базовой методики НБДЗ для аграрных территорий предлагается внести изменение в матрицу перехода динамики наземного покрова таким образом, чтобы зарастание сельскохозяйственных земель рассматривалось как негативное явление. С учетом предложенных корректировок концепцию НБДЗ можно рекомендовать как интегрированную систему мониторинга деградационных процессов в регионах РФ, позволяющую формировать укрупненные стратегии устойчивого землепользования.

Ключевые слова: *деградация земель, нейтральный баланс деградации земель, Белгородская область.*

Для цитирования: *Проблемы оценки нейтрального баланса деградации земель на уровне региона Российской Федерации / Е. В. Цветнов, О. Б. Цветнова, О. А. Макаров и др. // Земледелие. 2020. № 2. С. 3–6. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10201.*

Ключевая проблема современного землепользования – деградация земель [1, 2, 3]. Для преодоления связанных с ней негативных процессов, к которым в первую очередь относится падение урожайности основных сельскохозяйственных культур, в последние годы все большее признание получают методологические системы, базирующиеся на представлении об устойчивом развитии территорий. Среди таких систем – концепция «нейтрального баланса деградации земель», представление о которой впервые прозвучало на 10-й конференции сторон Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (КБО ООН) в 2011 г. [4].

Нейтральный баланс деградации земель (НБДЗ) – это состояние территории, в соответствии с которым объём и качество земельных ресурсов, необходимых для поддержания экосистемных функций и услуг, а также для повышения продовольственной безопасности, остаются стабильными или увеличиваются в определенных временных и пространственных масштабах и экосистемах [4]. Концепция нейтрального баланса деградации земель реализуется через фиксацию следующего принципа: существующие на каждой территории формы землепользования должны создавать устойчивый (нейтральный) баланс между деградированными (ухудшившими свое состояние к моменту оценки) территориями и территориями, которые только потенциально могут ухудшить свое состояние. Другими словами, НБДЗ можно рассматривать как практический инструмент для обеспечения баланса между процессами деградации земель и их восстановления (рекультивации) на глобальном, национальном, региональном и локальном уровнях организации территории [5].

Реализация концепции НБДЗ направлена на решение следующих задач:

сохранение и увеличение земельного природного капитала;

определение последствий деградации земель, которые нужно предотвращать/уменьшать;

улучшение производственного потенциала земель, которые находятся в стадии деградации;

повышение благосостояния населения и улучшение окружающей среды.

Важная особенность концепции – применимость для любых возможных типов деградации земель и видов землепользования, а также способность давать обобщенную, интегральную оценку динамики деградационных процессов в регионе исследований. Последнее чрезвычайно важно, так как в исследуемой местности они могут быть различными и трудно сопоставимыми по масштабам воздействия.

Для обеспечения сравнимости результатов на глобальном уровне для различных территорий КБО ООН разработала специальные расчётные модули «Trends.Earth», которые используют данные различных глобальных баз, включая данные зондирования Земли из космоса [6]. Однако при этом возникает одна из центральных проблем рассматриваемой методологии – предоставляемые

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

программными модулями данные не согласуются с национальными данными отдельных стран, в частности РФ [7].

Цель нашей работы – адаптация концепции НБДЗ для условий России на уровне региона (на примере Белгородской области) путем включения дополнительных индикаторов.

Объектами исследования служили пахотные земли Белгородской области – одного из важнейших сельскохозяйственных регионов России. По данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Белгородской области [8], валовая добавленная стоимость в сельском хозяйстве региона в 2017 г. составила 142,2 млрд руб., или 18,1 % от валового регионального продукта (ВРП) за тот же период и 2,5 % от стоимости валовой сельхозпродукции России. При этом в регионе отмечают интенсивное развитие процессов деградации земель (водная эрозия, дегумификация, агроистощение, подкисление почв). Так, эрозии почв подвержено 53,6 % общей площади области, а подкислению почв – около 17 % [9, 10, 11]. По данным последнего сплошного агрохимического обследования почв региона, на долю пашни с низким содержанием органического вещества приходится 13,1 % общей площади пахотных земель, подвижного фосфора – 2,3 %, обменного калия – 0,2 %, серы – 90,4 % [12].

Мониторинг и предотвращение деградационных процессов на этой территории – одна из первостепенных задач как для обеспечения устойчивости производства агропродукции в регионе, так и в контексте достижения продовольственной безопасности, сфокусированной в последние годы на продовольственной независимости.

В своих исследованиях мы использовали следующие методики расчёта НБДЗ.

Стандартная методика. Как уже отмечено, для обеспечения сопоставимости результатов исследований в различных странах разработаны специальные модули «Trends.Earth», которые анализируют несколько глобальных наборов спутниковых данных, включая доступные базы национального уровня, а затем интегрируют их в удобный интерфейс, имеющий ГИС-подоснову. Платформа «Trends.Earth» осуществляет облачные вычисления для обработки массивных спутниковых изображений и переводит в доступную пользователю информацию, оценивая тенденции в землепользовании с помощью одного «зонтичного» индикатора (доля деградированных земель) и трех субиндикаторов (продуктивность земель, наземный растительный покров, запасы почвенного органического углерода (ПОУ) в слое 0…30 см). «По умолчанию» все показатели применяют с заданными параметрами, рекомендованными КБО ООН, то есть за период с 2001 по 2015 гг. Платформа «Trends.Earth» выводит полученную информацию в виде четырех карт (в растровом формате) с основными показателями и итоговых табличных данных, а также в целом по показателю цели устойчивого развития (ЦУР) 15.3.1 [6].

Адаптированная методика. Для получения реальной итоговой информации по деградации земель Белгородской области глобальный субиндикатор запасов ПОУ был заменён на субиндикатор содержания органического вещества, установленного по результатам седьмого и девятого циклов обследования территории областной агрохимической службой, которые проводили соответственно в 2000–2004 и 2010–2014 гг. Кроме того, использовали данные агрохимической службы Белгородской области по содержанию подвижных форм калия и фосфора (по Чирикову) и по кислотности за тот же период. Таким образом, при расчете итогового показателя НБДЗ учитывали динамику развития основных деградационных процессов в почвах региона (эрозию почв оценивали опосредованно через анализ дегумификации и агроистощения).

При проведении расчетов по стандартной методике используется так называемая «матрица перехода», установленная по умолчанию в модуле «Trends.Earth» для вычисления показателя динамики наземного покрова. Эта матрица рассматривает переход из «сельскохозяйственных угодий» в «леса» (широко распространенное в России зарастание территорий) как положительное явление, так как количество экосистемных услуг, и, соответственно, общий природный капитал территории при такой трансформации возрастает. В адаптированной методике зарастание сельскохозяйственных земель рассматривается как *негативный процесс*. Основная мотивация подобного подхода заключается в том, что земли сельскохозяйственного назначения целесообразно рассматривать в качестве самостоятельного объекта, адаптированного человеком для своих целей, который выполняет в системе социум–окружающая среда собственный, уникальный набор экосистемных услуг [13]. В такой перспективе зарастание следует рассматривать не как «восстановление» утраченных ранее экосистемных услуг, а как потерю уникальных услуг, связанных с производством сельскохозяйственной продукции.

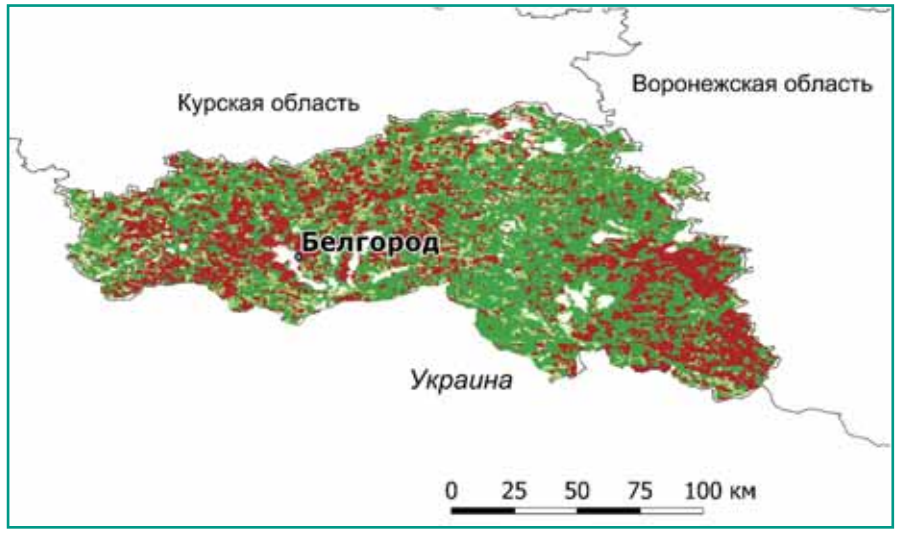


Рис. 1. *Итоговая карта расчета показателя НБДЗ для пахотных угодий Белгородской области по базовым настройкам «Trends.Earth»: – нет данных; – улучшение; – деградация; – без изменений.*

Использование модуля «Trends.Earth» с базовыми настройками применительно к Белгородской области позволило рассчитать нейтральный баланс деградации земель для региона в период 2000–2015 гг. (рис. 1). Следует отметить, что рассматривали только пахотные угодья (прочие категории земель и виды угодий были исключены, на рисунках им соответствуют незакрашенные участки). За показатель НБДЗ принимали разницу между улучшенными и деградированными землями. По этой методике его величина составляет 14,98 % от общей площади пашни Белгородской области (табл. 1).

Следует обратить особое внимание на собственно показатель деградации земель, величина которого для Белгородской области составляет 35,06 % от площади пашни в регионе (см. табл. 1). Основной вклад в него вносит показатель продуктивности, главным образом, вследствие зарастания овражно-балочной сети древесной растительностью. Показатель почвенного углерода оказывается малозначимым, что связано с недостаточным качеством глобальных данных, встроенных в платформу «Trends.Earth», в соответствии с которыми расчет динамики почвенного углерода ведется не по фактическому

1. Расчет нейтрального баланса деградации земель Белгородской области по базовому алгоритму*

Территория	Суммарные изменения						Общий баланс	
	в ПОУ		продуктивности		в наземном покрове			
	площадь, км²	от площади пашни, %	площадь, км²	от площади пашни, %	площадь, км²	от площади пашни, %	площадь, км²	от площади пашни, %
С улучшением	10,2	0,04	12821,8	50,44	15,3	0,06	12721,5	50,05
В стабильном состоянии	25201,4	99,14	3998,6	15,73	25216,6	99,20	8913,4	13,6
С деградацией	175,4	0,69	8574,2	33,73	188,1	0,74	3454,2	35,06
С отсутствием данных	33,0	0,13	28,0	0,11	0,0	0,00	0,0	0,00
Итоговый показатель НБДЗ				–			3808,2	14,98

**общая площадь пашни – 25420 км² (100 %)*

содержанию гумуса в почвах, а на основании усредненных данных для отдельных типов почв наземного покрова.

Расчеты, проведенные на базе *изменений в матрице перехода наземного покрова,* показали, что эти изменения незначительно влияют на величину конечного показателя деградации земель, поскольку наземный покров для освоенного региона практически неизменен (проблема зарастания сельскохозяйственных угодий для Белгородской области несущественна). Так, доля деградированной пахотной территории Белгородской области при расчетах на основе неизмененной матрицы перехода достигает 35,06 %, а с измененной – 35,09 % (табл. 2): показатель НБДЗ в этом случае равен 14,9 %.

Существенно скорректировать результаты можно при использовании региональных данных. Так, по данным агрохимической службы в годы с VII по IX туры почвенного обследования, совпадающие с началом и окончанием расчетного периода для стандартной методики НБДЗ, произошло ухудшение обеспеченности пахотных почв Белгородской области гумусом, фосфором, калием, а также увеличение их кислотности [9, 10]. Содержание подвижного фосфора за анализируемый период уменьшилось на 18,6 % пашни Белгородской области (470 тыс. га), обменного калия – на 12,8 % (322,8 тыс. га), гумуса – на 8,5 % (214,5 тыс. га), кислотность возросла на 16,7 % (421,2 тыс. га).

2. Расчет нейтрального баланса деградации земель Белгородской области с учетом изменений в матрице перехода*

Территория	Площадь, км²	От общей площади, %
С улучшением	12715,7	50,0
В стабильном состоянии	3454,2	13,6
С деградацией	8919,2	35,1
С отсутствием данных	72,3	0,3
Итоговый показатель НБДЗ	3796,5	14,9

**общая площадь пашни – 25420 км² (100 %)*

Следует отметить, что любое ухудшение анализируемых агрохимических показателей при использовании адаптированной методики диагностировалось, как деградация земель, даже если их итоговые величины не выходили за пределы оптимума.

Принимая во внимание, что деградированными считаются земли, в которых проявились тенденции к ухудшению хотя бы по одному показателю (правило «one-out all-out») [6], можно констатировать, что (с учетом индикаторов продуктивности и смены наземного покрова) в Белгородской области их доля составляет 63,6 % (рис. 2).

То есть, совместный учет глобальных и региональных данных выявил существенные расхождения в рассматриваемых показателях деградации (см. рис. 2): доля деградированных земель Белгородской области выросла, по сравнению с расчетами по стандартной методике, более чем на 28 %.

По результатам проведенных исследований в контексте деградации земель Белгородской области динамика такова, что за 15 лет ухудшили своё состояние порядка 64 % пахотных земель. Следовательно, необходимо разработать меры, которые, с одной стороны, способствовали бы улучшению сложившейся в течение длительного времени ситуации в области деградации почвенно-земельного покрова, с другой, – привели бы к изменению современного отношения к землепользованию в регионе.

Для Белгородской области в этой связи можно предложить следующее:

переход на принципы адаптивно-ландшафтного земледелия (в том числе создание системы лесополос), в своей основе представляющего собой комплекс мероприятий, направленных на сохранение и расширенное воспроизводство плодородия почв [14, 15];

введение практик экологически ориентированных форм хозяйствования (например, органическое земледелие), в том числе путем замещения на части территории традиционного сельского хозяйства;

обеспечение неукоснительного соблюдения кодекса добросовестного землепользователя Белгородской области, который введён в 2015 г. [16], но все еще используется не всеми хозяйствами региона;

принятие мер стимулирования устойчивого землепользования, в качестве которых могут выступать как организация обучающих семинаров и тренингов, информирование населения и сельхозтоваропроизводителей, так и введение дополнительной налоговой нагрузки на тех собственников, у которых за отчетный период ухудшилось состояние земель [17].

Таким образом, на основании базовых установок, заложенных в платформу

Рис. 2. *Итоговая карта расчета деградированности земель Белогородской области по адаптированной методике (со слоями национальных и глобальных данных, без ПОУ): – нет данных; – улучшение; – деградация; – без изменений.*

«Trends.Earth» и рекомендуемых КБО ООН для расчета нейтрального баланса деградации земель, доля «улучшенных земель» в Белгородской области в 2001–2015 гг. составила 50,05 %, «деградированных» – 35,06 %, НБДЗ – 14,89 %. Наибольшее влияние на компонент деградации земель оказал показатель их продуктивности, главным образом, вследствие зарастания овражно-балочной сети древесной растительностью. Показатель почвенного углерода был малозначимым, что связано с недостаточным качеством встроенных в платформу «Trends.Earth» глобальных данных, с использованием которых расчет динамики почвенного углерода ведется не по фактическому содержанию гумуса в почвах, а на основании усредненных данных для отдельных типов наземного покрова. Величина этого показателя требует корректировок с учетом национальных данных.

Добавление показателей содержания органического вещества, обменного калия, подвижного фосфора и кислотности в пахотных почвах Белгородской области, установленных в результате агрохимического обследования, повысило долю деградированных земель до 63,6 %.

Наряду с показателями агроистощения, дегумификации и подкисления в систему корректировок базовой методики НБДЗ для аграрных территорий предлагается внести изменения в матрицу перехода динамики наземного покрова таким образом, чтобы показатель зарастания сельскохозяйственных земель рассматривался как негативный фактор.

С учетом таких корректировок систему НБДЗ можно рекомендовать как интегрированную систему мониторинга деградационных процессов в регионах РФ, позволяющую формировать укрупненные стратегии устойчивого землепользования.

Литература.

1. Куст Г. С., Андреева О. В., Зонн И. С. Деградация земель и устойчивое землепользование: Словарь-справочник. М.: Перо, 2018. 107 с.

2. Проблемы деградации и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России / под ред. А. В. Гордеева, Г. А. Романенко. М.: Росинформагротех, 2008. 67 с.

3. Апарин Б. Ф. Проблема оценки деградации почв мира // Вестник СПбГУ. Сер. 3. 2006. № 1. С. 70–80.

4. Куст Г. С., Андреева О. В., Лобковский В. А. Нейтральный баланс деградации земель – новейший подход для принятия решений в области землепользования и земельной политики // Проблемы постсоветского пространства. 2018. Т. 5. № 4. С. 369–389.

5. Kust G. S. Land Degradation Neutrality: Concept development, practical applications and assessment // Journal of environmental management. 2017. Vol. 195. Part 1. P. 16–24.

6. Trends.Earth [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://trends.earth/docs/en/ (дата обращения 20.11.2019).

7. Uncertainties and policy challenges in implementing Land Degradation Neutrality in Russia / G. S. Kust, O. V. Andreeva, V. Lobkovskiy et al. // Environmental Science & Policy. 2018. Vol. 89. P. 348–356.

8. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Белгородской области (Белгородстат) [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://belg.gks.ru/ (дата обращения 20.11.2019).

9. Доклад о состоянии и использовании земель Белгородской области за 2018 год // Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Белгородской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://rosreestr.ru/site/open-service/statistika-i-analitika/obzory-otchety-doklady-o-deyatelnosti-v-sfere-zemleustroystva-i-monitoringa-zemel/doklady-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-v-belgorodskoy-oblasti/ (дата обращения 20.11.19).

10. Лукин С. В. Агроэкологическое состояние и продуктивность почв Белгородской области: монография. Белгород: КОНСТАНТА, 2016. 344 с.

11. Лукин С. В., Празина Е. А. Мониторинг кислотности почв ЦЧО России // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 4. С. 8–11.

12. Лукин С. В., Заздравных Е. А., Празина Е. А. Мониторинг содержания органического вещества в почвах ЦЧО // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 3. С. 15–18.

13. О включении экосистемных услуг в систему оценки ущерба от деградации земель / Е. В. Цветнов, О. А. Макаров, А. С. Яковлев и др. // Почвоведение. 2016. № 12. С. 1534–1540.

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

15. Белгородская модель адаптивно-ландшафтного земледелия : монография / В. И. Кирюшин, С. В. Лукин, В. Д. Соловиченко и др. Белгород: КОНСТАНТА, 2019. 272 с.

16. Постановление от 26 января 2015 года N 14-пп “Об утверждении кодекса добросовестного землепользователя Белгородской области” [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://docs.cntd.ru/document/424032293 (дата обращения 20.11.2019).

17. Experience in Approbation of Societal Land Value as a Basis for Ecological and Economic Assessment of Damage from Land Degradation / E. V. Tsvetnov, N. A. Marakhova, O. A. Makarov et al. // Eurasian Soil Science. 2019. Т. 52. № 10. С. 1298–1305.

Problems of assessing the land degradation neutrality at the regional level of the Russian Federation

E. V. Tsvetnov[1,2], O. B. Tsvetnova[1], O. A. Makarov[1,3], N. A. Marakhova[1]

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

[2]Eurasian center for food security (Agricultural center) of Lomonosov Moscow state University, Leninskie gory, 1, Moskva, 119991, Russian Federation

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

Abstract. *The research was carried out in order to adapt the concept of “Land Degradation Neutrality” (LDN) to the conditions of Russia at the regional level (for example, the Belgorod region) by including additional indicators in it. Using modern tools developed in the context of the LDN concept, in particular, the software module “Trends.Earth”, it is shown that about 35.1% of the territory of the Belgorod region by 2015 had deteriorated their characteristics, compared with 2000. This is the first and very rough estimate of the desired value of the degradation dynamics in the territory. It is proposed to refine it based on the introduction of “neutral balance” in the basic approach of regional statistical indicators on the content of humus, phosphorus, and potassium, as well as modification of the transition matrix of land cover dynamics in the module “Trends. Earth”. Dehumidification and agro-exhaustion are significant types of land degradation in the Belgorod region. The share of degraded lands in terms of mobile phosphorus content is 18.6% of the total area of arable land in the region, in terms of exchange potassium content – 12.8%, in terms of humus content – 8.5%, in terms of acidity – 16.7%. The addition of national statistics on organic matter and additional information on the dynamics of acidity and the content of exchange potassium and mobile phosphorus in arable soils of the Belgorod region makes it possible to significantly adjust the indicator of land degradation in the region: the share of degraded land increases to 63.6%. In addition, along with indicators of agro- exhaustion, dehumification and acidification, it is proposed to amend the matrix of transition dynamics of the land cover so that the overgrowing of agricultural land is considered a negative phenomenon in the system of adjustments to the basic LDN methodology for agricultural territories. Taking into account the proposed adjustments, the LDN system can be recommended as an integrated system for monitoring degradation processes in the regions of the Russian Federation, which allows forming integrated strategies for sustainable land use.*

Keywords: *land degradation, Land Degradation Neutrality, Belgorod region.*

Author Details: *E. V. Tsvetnov, Cand. Sc. (Biol.), leading research fellow, senior research fellow (e-mail: ecobox@mail.ru); O. B. Tsvetnova, Cand. Sc. (Biol.), leading research fellow (e-mail: tsvetnova@mail.ru); 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).*

For citation: *Tsvetnov EV, Tsvetnova OB, Makarov OA, et al. [Problems of assessing the land degradation neutrality at the regional level of the Russian Federation]. Zemledelie. 2020;(2):3-6. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10201.*

doi:10.24411/0044-3913-2020-10202
УДК631.452: 631.8

Содержание лабильного органического вещества в лугово-черноземной почве при длительном применении удобрений

Н. Ф. БАЛАБАНОВА[1], кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник (e-mail: natascha.balabanowa@mail.ru)
Н. А. ВОРОНКОВА[1, 2], доктор сельскохозяйственных наук, профессор (e-mail: voronkova.67@bk.ru)
В. Д. ДОРОНЕНКО[1], научный сотрудник
В. А. Волкова[1, 2], младший научный сотрудник, аспирант (e-mail: volkovaVA1989@yandex.ru)
Н. А. ЦЫГАНОВА[1, 2], младший научный сотрудник, аспирант (e-mail: duxa21@mail.ru)
[1]Омский аграрный научный центр, просп. Королева, 26, Омск, 644012, Российская Федерация
[2]Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, Институтская пл., 1, Омск, 644008, Российская Федерация

Исследования проводили с целью определения влияния длительного применения различных систем удобрений на трансформационные процессы в фонде консервативного и лабильного органического вещества, обеспечивающие сохранение почвенного плодородия. Работу выполняли в 2009–2011 гг. в длительном стационарном полевом эксперименте, заложенном в 1988 г. в южной лесостепной зоне Западной Сибири. Почва опытного участка – лугово-черноземная среднемощная среднегумусовая тяжелосуглинистая. Опыт заложен методом расщепленных делянок, площадь элементарной делянки – 200 м², учетной – 36 м² (1,8×20). Повторность – четырехкратная. В качестве минеральных удобрений использовали аммиачную селитру и аммофос. Удобрения вносили весной до посева локально сеялкой на глубину 6…8 см. Солому зерновых культур измельчали при уборке и оставляли в поле в количестве, соответствующем урожаю. Оценку состояния органического вещества в почве (слой 0…25 см) проводили перед посевом пшеницы по люцерне. Систематическое внесение минеральных удобрений и соломы, включение в севооборот многолетних бобовых трав (люцерны) стабилизировало содержание гумуса и повышало запасы лабильного органического вещества в почве. Содержание гумуса в удобренных вариантах возрастало на 0,16…0,30 %, углерода мортмассы – на 24…86 %. В составе общего углерода на долю углерода мортмассы приходилось 1,74 %, при внесении минеральных удобрений величина этого показателя возрастала до 2,40…2,68 %. Систематическое использование соломы в дозах 1,68…2,20 т/га не оказывало существенного влияния на количество гумуса и лабильного органического вещества в почве. Высокая корреляционная зависимость (r = 0,81) между содержанием гумуса и запасами мортмассы в почве подтверждает значимую роль лабильного органического вещества в сохранении почвенного плодородия.

Ключевые слова: *удобрения, гумус, лабильное органическое вещество, лугово-черноземная почва.*

Для цитирования: *Содержание лабильного органического вещества в лугово-черноземной почве при длительном применении удобрений / Н. Ф. Балабанова, Н. А. Воронкова, В. Д. Дороненко и др. // Земледелие. 2020. № 2. С. 7–9. doi:10.24411/0044-3913-2020-10202.*

Содержание лабильного органического вещества (ЛОВ) служит чувствительным индикатором изменения плодородия почв и зависит от используемых агротехнологий, системы удобрений, длительности применения агрохимических средств и набора культур в севообороте [1, 2]. Количество ЛОВ, которое легко подвергается биодеградации микробной флорой почвы, обеспечивая растения основными элементами питания, определяет уровень эффективного плодородия. Пул ЛОВ в агроценозе по мнению И. Н. Шаркова [2, 3] в первую очередь зависит от количества и качества поступающих пожнивных остатков. Поэтому применение удобрений в севооборотах различной направленности имеет первостепенное значение.

Цель исследований – установить влияние длительного применения различных систем удобрений на трансформационные процессы в фонде консервативного и лабильного органического вещества, обеспечивающие сохранение почвенного плодородия.

Исследования проведены в 2009–2011 гг. в длительном стационарном полевом опыте, заложенном в 1988 г. на опытном полигоне лаборатории агрохимии ФГБНУ «Омский АНЦ» в южной лесостепной зоне Западной Сибири в зернотравяном севообороте (люцерна 3-х лет использования – яровая пшеница – яровая пшеница – овес).

Почва опытного участка – лугово-черноземная среднемощная среднегумусовая тяжелосуглинистая. Исходное состояние слоя 0…20 см характеризовалось следующими показателями: содержание гумуса (по Тюрину) – 6,4…6,6 %, P_2O_5 и K_2O (по Чирикову) – 105…128 и 350…420 мг/кг почвы соответственно, обменного Ca^{2+} и Mg^{2+} (ГОСТ 26487-85) – 89 и 11 мг-экв/100 г почвы соответственно, $pH_{сол}$ – 6,4…6,7 (ГОСТ 26483-85).

1. Схема применения удобрений в зернотравяном севообороте

Культура	Система удобрений		
	без удобрений	$N_{10}P_{17}$	$N_{15}P_{23}$
Люцерна	– солома	P_{30} P_{30} + солома	P_{60} P_{60} + солома
Яровая пшеница	– солома	– солома	– солома
Яровая пшеница	– солома	$N_{30}P_{40}$ $N_{30}P_{40}$ + солома	$N_{60}P_{40}$ $N_{60}P_{40}$ + солома
Овес	– солома	N_{30} N_{30} + солома	$N_{30}P_{40}$ $N_{30}P_{40}$ + солома

Предметом исследования было лабильное органическое вещество почвы, состоящее из двух основных фракций: свежие и полуразложившиеся растительные и животные остатки (мортмасса); свободные и непрочно связанные с

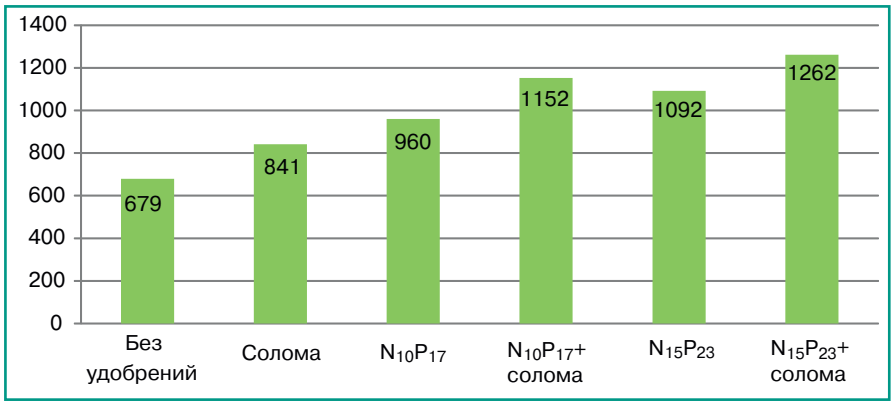


Рис. 1. *Содержание углерода мортмассы ($C_{морт}$) в почве в зависимости от применения удобрений, мг/кг; $НСР_{05}$ минеральных удобрений – 316; $НСР_{05}$ соломы – $F_ф < F_т$; $НСР_{05}$ частных средних – 446.*

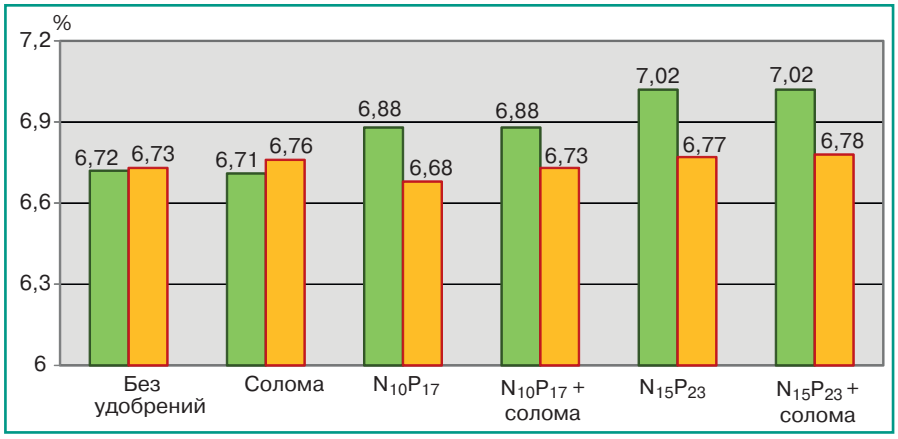


Рис. 2. *Содержание гумуса в почве при применении минеральных удобрений и соломы, %: ■ – 2009–2011 гг.; ■ – исходное; $НСР_{05}$ минеральных удобрений – 0,09; $НСР_{05}$ соломы – $F_ф<F_т$; $НСР_{05}$ частных средних – 0,13.*

минеральной частью почвы соединения гумуса (лабильный (подвижный) гумус) [2]. Оценку состояния органического вещества проводили перед посевом пшеницы по люцерне.

Изучали следующие факторы (табл. 1): применение минеральных удобрений (фактор А) – без удобрений; $N_{10}P_{17}$; $N_{15}P_{23}$ (кг д.в/га севооборотной площади); использование соломы (фактор В) – без соломы; внесение соломы после уборки зерновых культур в количестве, соответствующем урожаю (1,68…2,20 т/га).

Опыт заложен методом расщепленных делянок, площадь элементарной делянки – 200 м², учетной – 36 м² (1,8×20). Повторность опыта четырехкратная. В качестве минеральных удобрения использовали аммиачную селитру и аммофос. Удобрения вносили весной до посева локально сеялкой на глубину 6…8 см.

Перед посевом яровой пшеницы отбирали образцы (слой почвы 0…25 см) для определения общего углерода по Тюрину в модификации Никитина [4], углерода мортмассы – по Тюрину в модификации Янишевского [5]. Содержание валового азота в слое почвы 0…20 см определяли по Кьельдалю-Иодельбауэру, нитратного азота (слой 0…40 см) – с дисульфофеноловой кислотой по Грандваль-Ляжу.

Результаты исследований обработаны дисперсионным и корреляционным методами статистического анализа для двухфакторного опыта по Б. А. Доспехову (1985) с использованием прикладной программы Statist.

Ежегодное поступление растительных остатков формирует в почве фонд легкоминерализуемых соединений, в том числе в виде мортмассы. В наших исследованиях применение удобрений в севообороте в зависимости от вида и дозы увеличивало обогащенность почвы углеродом мортмассы на 24…86 % (рис. 1).

Ежегодное внесение соломы обеспечивало тенденцию к повышению содержания углерода мортмассы в почве. При этом ведущим фактором, влияющим на величину этого показателя, были минеральные удобрения. На фонах $N_{10}P_{17}$ и $N_{15}P_{23}$ она превышала вариант без удобрений на 41 и 61 % соответственно. Наибольшее количество углерода отмечено при совместном применении минеральных удобрений и соломы ($N_{15}P_{23}$ + солома) – 1262 мг/кг, что на 86 % выше неудобренного фон.

В севообороте, где 50 % площади занимают многолетние бобовые травы (люцерна), в варианте без применения удобрений содержание гумуса за три ротации севооборота существенно не изменилось и составило 6,72 при исходной величине этого показателя на уровне 6,73% (рис. 2).

Благодаря возделыванию в севообороте люцерны создавался бездефицитный баланс органического вещества в почве. Систематическое применение минеральных удобрений обеспечивало большее поступление растительных и корнепожнивных остатков, увеличивая при этом содержание гумуса в почве на 0,16…0,30 %.

Доля углерода мортмассы в составе общего углерода находилась на уровне 1,74 %, при внесении минеральных удобрений она возрастала до – 2,40…2,68 %. Это свидетельствует о положительном влиянии этого технологического приема на размеры пула ЛОВ в общем органическом веществе почвы.

Содержание ЛОВ определяет не только уровень эффективного плодородия почвы, но и оказывает влияние на размеры консервативной (стабильной) части гумуса [6].

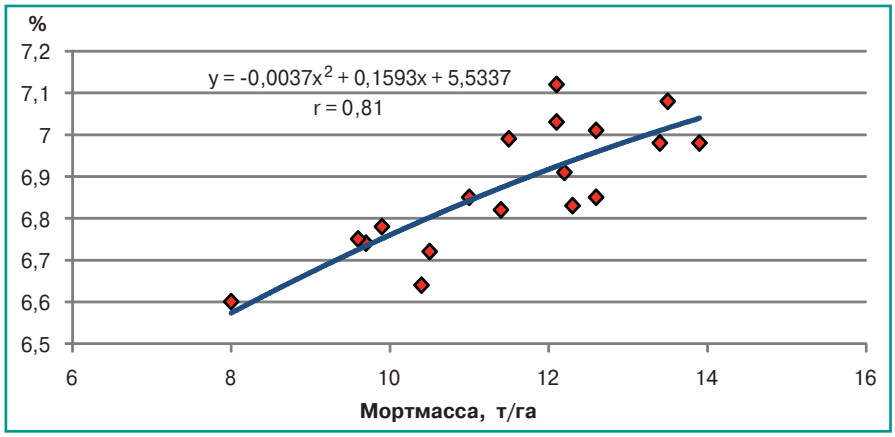


Рис. 3. *Зависимость содержания гумуса в почве (Y, %) от запасов мортмассы (X, т/га): ◆ – фактическое; ——— – теоретическое.*

По результатам корреляционного анализа установлена тесная связь (r=0.81) между содержанием гумуса и обогащенностью почвы мортмассой (рис. 3). Эта фракция играет важную роль в стабилизации содержания общего углерода в почве, изменяя удельную скорость минерализации органического вещества [7]. Ежегодное достаточное обогащение почв мортмассой обеспечивает сохранение запасов гумуса в почве.

2. Запасы общего азота ($N_{общ}$) и азота мортмассы ($N_{мортм}$) в зависимости от применения минеральных удобрений и соломы

Вариант	$N_{общ.}$, т/га	$N_{мортм}$, кг/га	Прирост $N_{мортм}$		Доля от $N_{общ.}$, %
			кг/га	%	
Без удобрений	6,38	143,8	–	–	23
Солома	6,60	162,2	18,4	13	25
$N_{10}P_{17}$	6,82	188,1	44,3	31	28
$N_{10}P_{17}$ + солома	6,82	203,8	60,0	42	30
$N_{15}P_{23}$	6,82	198,4	54,6	38	29
$N_{15}P_{23}$ + солома	6,82	233,6	89,8	62	34
$НСР_{05}$ минеральных удобрений	$F_ф<F_т$	12,9			
$НСР_{05}$ соломы	$F_ф<F_т$	15,8			
$НСР_{05}$ частных средних	$F_ф<F_т$	22,4			

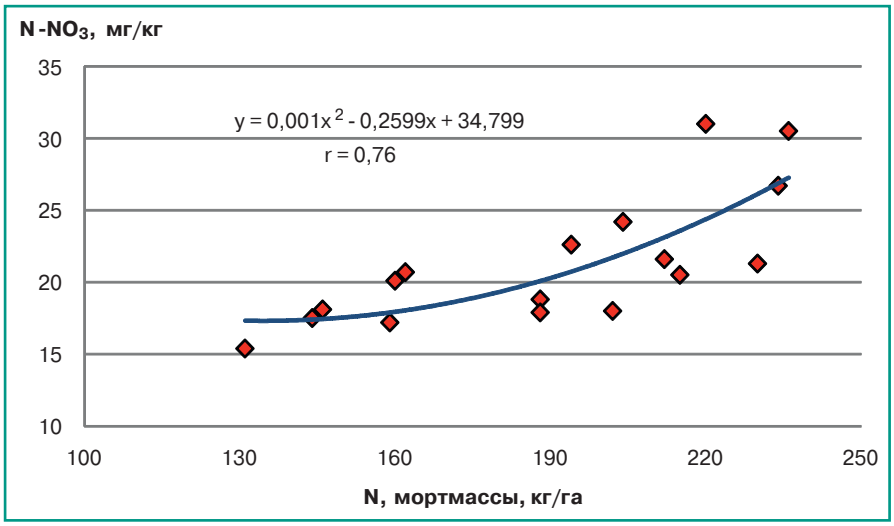


Рис. 4. Зависимость содержания нитратного азота (N-NO_3) в слое (0...40 см) почвы (У, мг/кг) от запасов азота мортмассы (Х, кг/га): ◆ – фактическое; ——— – теоретическое.

Большая часть почвенного азота входит в состав гумусовых веществ. Ближайший резерв для его минерализации – органические вещества, входящие в состав легкомирализуемой лабильной фракции (пожнивные, корневые, послеуборочные остатки растений, биомасса и продукты жизнедеятельности почвенной фауны и флоры и др.). Длительное применение удобрений оказывает стабилизирующее влияние на азотный фонд почв – возрастает содержание общего и легкомобильных органических соединений элемента, а также количество его подвижных минеральных форм [8].

В нашем эксперименте содержание общего азота в почве варьировало от 0,29 до 0,31 %, значительно не изменяясь в зависимости от изучаемых факторов (табл. 2).

Количеством мортмассы в почве определяло дифференциацию вариантов по запасам ее азота (при содержании валового азота в мортмассе от 1,58 до 1,73 %). Благодаря внесению минеральных удобрений в дозах $N_{10}P_{17}$ и $N_{15}P_{23}$ запасы азота мортмассы повышались, в сравнении с вариантом без их использования, на 31 и 38 % соответственно. Применение соломы обеспечивало рост величины этого показателя на уровне тенденции. Наибольшей (233,6 кг/га) она была при системе удобрений $N_{15}P_{23}$ + солома. В варианте с заделкой соломы доля азота мортмассы в составе общего азота почвы достигала 23 %, а при внесении минеральных удобрений она возрастала до 34 %.

Результаты корреляционного анализа зависимости содержания нитратного азота в почве от запасов азота мортмассы свидетельствуют о тесной связи (r=0,71) между величинами этих показателей (рис. 4).

Таким образом, систематическое применение минеральных удобрений в дозе $N_{15}P_{23}$ на 1 га севооборотной площади и соломы в зернотравяном севообороте способствует увеличению содержания гумуса в почве на 0,30 %, углерода мортмассы – на 86 %, доли углерода мортмассы в составе общего органического вещества – до 2,68 %, содержания азота мортмассы – до 233,6 кг/га, обеспечивая при этом сохранение плодородия почвы и дополнительное поступление легкоминерализуемого органического азота.

Литература.

1. Балабанова Н Ф, Воронкова Н А Содержание лабильного органического вещества в лугово-черноземной почве // Агрохимия. 2015. № 1. С. 16–22.

2. Влияние пожнивных остатков на состав органического вещества чернозема выщелоченного в лесостепи Западной Сибири / И. Н. Шарков, Л. М. Самохвалова, П. В. Мишина и др. // Почвоведение. 2014. № 4. С. 473–479.

3. Титлянова А. А. Лабильное органическое вещество в пахотных почвах // Почва – ресурс экологической и продовольственной безопасности: сборник научных трудов. Новосибирск: Национ. исслед. Томский гос. ун-т, 2016. С. 36–43.

4. Никитин Б. А. Метод определения гумуса почвы // Агрохимия. 1999. № 5. С. 91–93.

5. Янишевский Ф. В. Модификация метода Тюрина для определения содержания углерода в растительном материале //Агрохимия. 2000. № 3. С. 69–71.

6. Шпед А. А., Вергейчик П. В., Картавых В. В. Оценка легкоразлагаемого органического вещества почв сельскохозяйственных угодий красноярского края // Агрохимия. 2015. № 12. С. 36–43.

7. Шарков И.Н., Самохвалова Л. М., Мишина П.В. Шепелев А.Г. Влияние пожнивных остатков на состав органического вещества чернозема выщелоченного в лесостепи Западной Сибири // Почвоведение. 2014. №4. С. 473-479.

8. Гамзиков Г. П. Агрохимия азота в агроценозах. Новосибирск: Рос. акад. с.-х. наук, Сиб. отд-ние. Новосиб. гос. аграр. ун-т, 2013. 790 с.

Content of labile organic matter in meadow-chernozem soil at prolonged application of fertilizers

N. F. Balabanova[1], N. A. Voronkova[1, 2], V. D. Doronenko[1], V. A. Volkova[1, 2], N. A. Tsyganova[1, 2]
[1]Omsk Agrarian Scientific Center, prosp. Koroleva, 26, Omsk, 644012, Russian Federation
[2]Stolypin Omsk State Agrarian University, Institutskaya pl., 1, Omsk, 644008, Russian Federation

Abstract. *The studies were carried out to determine the effect of the prolonged application of various fertilizer systems on transformation processes in the pool of conservative and labile organic matter, ensuring the conservation of soil fertility. The work was carried out in 2009–2011 in a long stationary field experiment, founded in 1988 in the southern forest-steppe zone of Western Siberia. The soil of the experimental plot was meadow-chernozem, medium-thick heavy loamy with average humus content. The experiment was laid down by the method of split plots, the area of an elementary plot was 200 m2, the accounting area was 36 m2 (1.8 m x 20 m). The experiment was repeated four times. Ammonium nitrate and ammophos were used as mineral fertilizers. The fertilizers were applied in the spring before sowing locally with a seeder to the depth of 6–8 cm. Grain straw was crushed during harvesting and left in the field in an amount corresponding to the yield. The state of organic matter in the soil (the layer of 0–25 cm) was assessed before sowing wheat after alfalfa. The systematic application of mineral fertilizers and straw, the inclusion of perennial leguminous grasses (alfalfa) in the crop rotation stabilized the humus content and increased the reserves of labile organic matter in the soil. The content of humus in fertilized versions increased by 0.16–0.30%, of carbon of the mortmass – by 24–86%. Mortmass carbon accounted for 1.74% of the total carbon content, while applying mineral fertilizers the value of this indicator increased to 2.40–2.68%. The systematic use of straw in doses of 1.68–2.20 t/ha did not significantly affect the amount of humus and labile organic matter in the soil. The high correlation dependence (r = 0.81) between the humus content and mortmass reserves in the soil confirms the significant role of labile organic matter in maintaining soil fertility.*

Keywords: *fertilizers; humus; labile organic matter; meadow-chernozem soil.*

Author Details: *N. F. Balabanova, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow (e-mail: natascha.balabanowa@mail.ru); N. A. Voronkova, D. Sc. (Agr.), prof. (e-mail: voronkova.67@bk.ru); V. D. Doronenko, research fellow; V. A. Volkova, junior research fellow, post graduate student (e-mail: volkovaVA1989@yandex.ru); N. A. Tsyganova, junior research fellow, post graduate student (e-mail: duxa21@mail.ru).*

For citation: *Balabanova NF, Voronkova NA, Doronenko VD, et al. [Content of labile organic matter in meadow-chernozem soil at prolonged application of fertilizers]. Zemledelije. 2020;(2):7-9. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10202.*

Инпут: надежная защита в самых сложных ситуациях

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

Краснодарский край, на 24 день обработки

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

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

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

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

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

Препарат Инпут рекомендуется использовать профилактически, чтобы на продолжительный срок предупредить развитие экономически значимых заболеваний. Но следует помнить, что данный продукт обладает и уверенным лечебным действием. Поэтому, в случае запаздывания с фунгицидными обработками, Инпут сможет защитить растения пшеницы даже при наличии симптомов. При этом спироксамин ускорит проникновение протиоконазола, так что препарат начнет действовать в самые короткие сроки.

Фунгицид Инпут подтвердил свою биологическую эффективность в разных регионах России. В качестве примера приведем данные липецкой БайАрены, полученные в 2019 году. Двукратная обработка озимой пшеницы препаратами Инпут и Прозаро позволила получить здесь 70,3 ц/га (то есть, +10,3 ц/га в сравнении со стандартом). При этом условно-чистая прибыль от реализации урожая составила 6,64 тыс. руб/га.

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

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

Горячая линия Bayer

8 (800) 234-20-15

***для аграриев**

BAYER

BAYER

ИНПУТ®

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

Держит **долго, очень** *долго*

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

на правах рекламы

www.cropscience.bayer.ru

Горячая линия Bayer 8 (800) 234-20-15*

*для аграриев

doi: 10.24411/0044-3913-2020-10203
УДК 631.452

Динамика агрохимических показателей дерново-подзолистых почв в агроландшафтах Верхневолжья и приемы воспроизводства их плодородия

С. Т. ЭСЕДУЛЛАЕВ[1], кандидат сельскохозяйственных наук, директор
И. Б. НОДА [2], директор
(e-mail: agrohim_37@mail.ru)
[1]Ивановский научно исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Верхневолжского федерального аграрного научного центра, ул. Центральная, 2, с. Богородское, Ивановский р-н, Ивановская обл., 153506, Российская Федерация
[2]Станция агрохимической службы «Ивановская», ул. Центральная, 8, с. Богородское, Ивановский р-н, Ивановская обл., 153506, Российская Федерация

Исследования проводили с целью анализа изменения агрохимических показателей дерново-подзолистых почв Ивановской области за 1965–2016 гг. Благодаря масштабной химизации сельского хозяйства в 70–80 гг. XX в. плодородие почв значительно улучшилось. Доля кислых почв к 1995 г. сократилась с 92,6 % в 1970 г. до 26,8 % от площади всех пахотных земель, пашни с нейтральной и близкой к нейтральной реакцией почвенной среды увеличилась с 7,4 % до 73,2 %, средневзвешенное содержание P_2O_5 – с 32 мг/кг до 110 мг/кг почвы соответственно. Обеспеченность K_2O возросла с 84 мг/кг в 1965–1970 гг. до 120 мг/кг в 1985–1990 гг. Начиная с середины 90 гг. наблюдаются негативные тенденции в изменении состояния плодородия почв. С 1995 г. по 2010 г. площадь кислых почв увеличилась на 25,5 %. На сегодняшний день в дополнительном внесении фосфорсодержащих удобрений нуждается 273,4 тыс. га, или 54,5 % площади пашни. Из 501,7 тыс. га, обследованных в 2016 г., 207,9 тыс. га (41,4 %) характеризовались очень низким и низким содержанием подвижного калия. Очень низкое и низкое содержание (0…1,5 %) органического вещества установлено на 123,5 тыс. га, или 24,6 % обследованной площади, в том числе критическим уровнем (0…1 %) характеризуются 9,8 тыс. га (2,0 %). В сложившейся ситуации сохранение и повышение плодородия почвы возможно с использованием биологических факторов. Освоение биологизированных полевых севооборотов обеспечивает положительный баланс гумуса на уроне более 11 т/га за 15 лет. В короткоротационных картофельных севооборотах с сидеральными культурами дополнительное накопление воздушно-сухой органической массы достигает 9,4…11,2 т/га. Возделывание многолетних трав в одновидовых и смешанных посевах позволяет аккумулировать до 200 кг/га симбиотического азота.

Ключевые слова: *плодородие почв, агрохимические показатели, тур обследования, динамика, воспроизводство и сохранение, биологические приемы, кислотность, фосфор, калий.*

Для цитирования: *Эседуллаев С. Т., Нода И. Б. Динамика агрохимических показателей дерново-подзолистых почв в агроландшафтах Верхневолжья и приемы воспроизводства их плодородия // Земледелие. 2020. № 2. С. 12–16. doi:10.24411/0044-3913-2020-10203.*

Почва в растениеводстве служит основным средством производства, от состояния которого зависит эффективность аграрного сектора. Сохранение и рациональное использование почвы необходимы для создания адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Для Ивановской области с её потенциально бедными почвами это особенно актуально. Для своевременного выявления изменений и оценки состояния плодородия почв, принятия необходимых мер по его сохранению и улучшению, разработки научно-обоснованных рекомендаций по эффективному использованию земель сельскохозяйственного назначения, устранения негативных тенденций, препятствующих увеличению объёмов производства высококачественной сельскохозяйственного продукции, осуществляется регулярный мониторинг [1, 2].

Цель исследований – обобщение результатов мониторинга показателей плодородия почвы в Ивановской области за 50-летний период и поиск возможных вариантов их улучшения.

Природно-климатические условия Ивановской области благоприятны для сельскохозяйственного производства, особенно животноводства, хотя ряд экспертов относят ее к зоне рискованного земледелия.

Климат – умеренно-континентальный с холодной зимой и устойчивым снежным покровом, жарким летом. Среднегодовая температура воздуха – 3,3 °С, продолжительность теплого безморозного периода с температурой выше 0 °С – 205…216 дней, периода активной вегетации с температурой более 10 °С – 124…136 дней. Область находится в зоне достаточного увлажнения – за год выпадает 595…638 мм осадков. Сумма активных температур выше 10°С составляет 1800…2100 °С [3, 4].

Почвенный покров представлен в основном (92 %) дерново-подзолистыми почвами с потенциально низким плодородием: содержание органического вещества – 0,8…1,9 %, мощность пахотного горизонта – 16…20 см, реакция почвенной среды – кислая ($pH_{сол.}$ – 4,0…5,2 ед.), обеспеченность подвижными формами фосфора и калия – низкая.

Небольшую площадь пашни занимают серые лесные почвы, характеризующиеся более мощным пахотным горизонтом (25…35 см), высоким содержанием органического вещества (2,3…4,5 %) и меньшей кислотностью (pH 5,2…6,1 ед.), они богаче карбонатами и доступными растениям элементами минерального питания. По механическому составу почвы области делятся на песчаные (0,5 %), супеси (38,4 %), легкие и средние суглинки (56,0 %), тяжелые суглинки (5,1 %) [5, 6].

За период наблюдений проведено 11 туров агрохимического обследования, которые выполняли согласно Методическим указаниям по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения (2003).

Для разработки рекомендаций по оптимизации параметров плодородия почвы сотрудники станции совместно с учеными Ивановского НИИСХ проводят полевые опыты на стационаре института. Почва экспериментального участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, содержание гумуса в пахотном слое – 1,9 %, подвижного фосфора и калия – соответственно 230 и 175 мг/кг почвы, $pH_{сол.}$ – 5,2 ед.

Исследования осуществляли с использованием методики Б. А. Доспехова (1985) и методических рекомендаций ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса (1997), количество пожнивно-корневых остатков определяли методом рамочной выемки монолитов по Н. З. Станкову (1964), симбиотического азота – по методу Г. С. Посыпанова (1991).

Агротехника возделывания культур общепринятая для региона.

Результаты и обсуждение. Хорошо известно, что кислотность оказывает многостороннее воздействие на плодородие почвы. Повышение ее уровня – одна из основных причин ухудшения плодородия почв, снижения эффективности применения минеральных удобрений, урожая и качества сельскохозяйственной продукции [7, 8]. Для большинства культурных растений

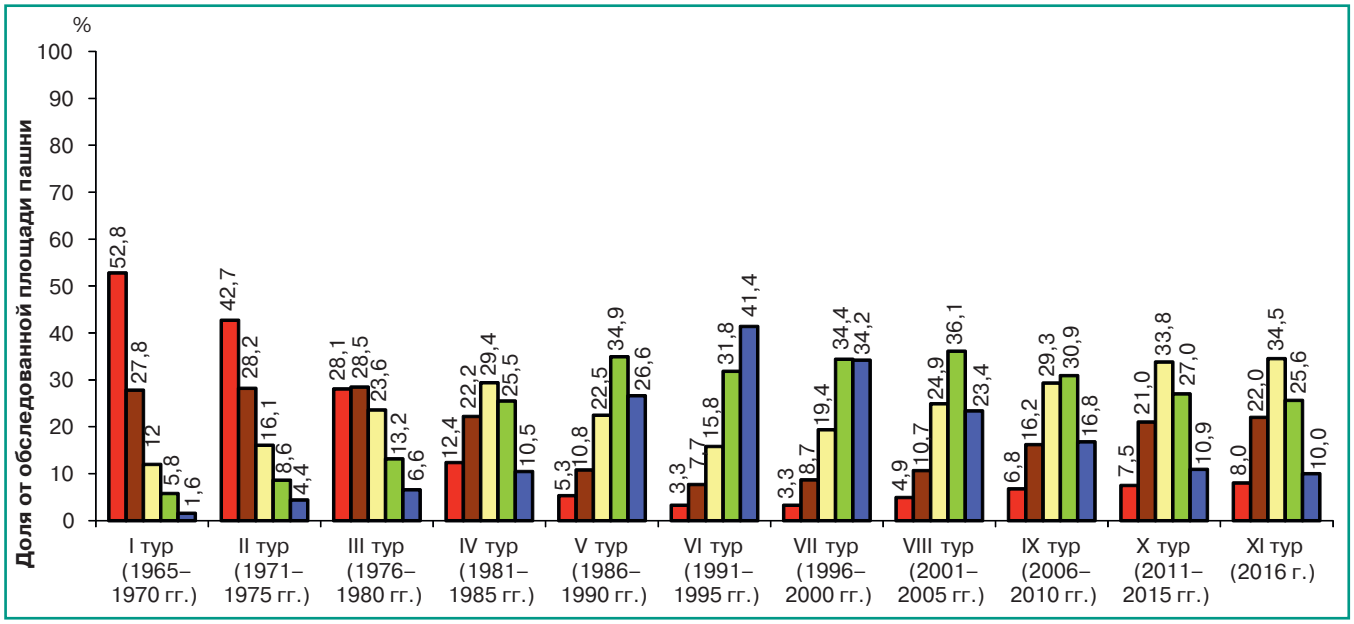


Рис. 1. *Изменения кислотности почвы по турам обследования (pH_{KCl}): — очень сильно и сильнокислые; — среднекислые; — слабокислые; — близкие к нейтральным; — нейтральные.*

оптимальный уровень реакции среды находится в диапазоне от слабокислой до нейтральной (5,5…7,0 ед.).

По результатам I тура агрохимического обследования (1965–1970 гг.) на долю кислых почв в Ивановской области приходилось 92,6 % площади пашни (рис. 1), средневзвешенная величина кислотности составляла 4,6 ед. pH. В конце XX в. на территории региона были проведены масштабные мероприятия по химической мелиорации почвы. Так, в 1981–1985 гг. в среднем за год известковали 125 тыс. га с внесением около 860 тыс. т известковых материалов. В целом до 1990 г. ежегодно известковали 15…20 % всех пахотных земель. Благодаря этому на долю кислых почв к 1995 г. приходилось только 26,8 % от площади пахотных земель (рис. 1). Соответственно, площадь пашни с нейтральной и близкой к нейтральной реакцией почвенной среды увеличилась с 7,4 % в 1970 г. до 73,2 %.

К сожалению, начиная с середины 90 гг., из-за высокой стоимости работ по известкованию и отсутствия финансовых средств у хозяйств внесение известковых материалов практически прекратилось. В результате за 15 лет (с 1995 г. по 2010 г.) площадь кислых почв увеличилась на 25,5 %. По состоянию на 01.01.2016 г. средневзвешенная величина показателя pH составляла 5,3 ед. (против 5,7 ед. в 1996 г.), площадь кислых почв – 320,0 тыс. га, или 63,8 % обследованной пашни. Анализ изменения кислотности почв области свидетельствует о том, что последействие известковых материалов, внесенных в 80-е годы, закончилось, и начался процесс вторичного закисления.

Средневзвешенное содержание P_2O_5 в годы первого тура агрохимического обследования (1965–1970 гг.), составляло 32 мг/кг почвы. К шестому туру оно увеличилось до 110 мг/кг, затем произошло снижение величины этого показателя до 90 мг/кг (рис. 2). К 2016 г. площадь пашни с очень низким и низким содержанием подвижного фосфора увеличилась с 19,1% (в 1991–1995г.) до 25,5 %. На сегодняшний день для достижения оптимальной обеспеченности подвижным фосфором дополнительное внесение фосфорсодержащих удобрений необходимо на площади 273,4 тыс. га, или 54,5 % пашни области.

Неблагоприятная ситуация складывается и по обеспеченности почв подвижным калием (табл. 1). В 2016 г. из 501,7 тыс. га обследованных пахотных земель 207,9 тыс. га (41,4 %) характеризовались очень низкой и низкой обеспеченностью этим минеральным

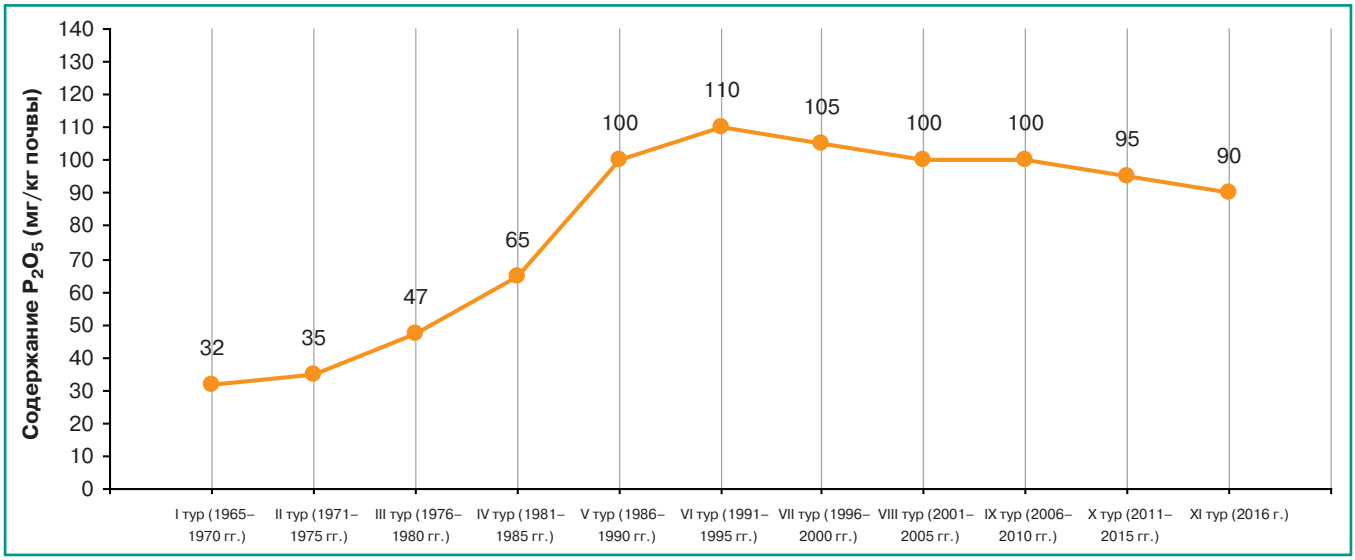


Рис. 2. *Средневзвешенное содержание P_2O_5 в почве пашни сельскохозяйственных предприятий Ивановской области по турам (мг/кг почвы).*

1. Обеспеченность почв пашни сельскохозяйственных предприятий Ивановской области подвижным калием (K_2O)

Тур (годы) обследования	Обследовано всего, тыс. га/%	Обеспеченность, тыс. га/%						Средневзвешенное содержание, мг/кг почвы
		очень низкая	низкая	средняя	повышенная	высокая	очень высокая	
I (1965–1970)	634,7/100,0	23,8/3,7	304,6/48,0	216,7/34,1	61,7/9,7	26,0/4,1	1,9/0,4	84,0
II (1971–1975)	633,8/100,0	19,4/3,1	232,5/36,7	244,0/38,5	91,6/14,4	39,9/6,3	6,4/1,0	94,0
III (1976–1980)	635,4/100,0	22,9/3,6	220,3/34,7	223,7/35,2	108,1/17	53,6/8,4	6,8/1,1	96,0
IV (1981–1985)	636,8/100,0	20,0/3,1	207,3/32,6	212,3/30,8	123,8/19,4	57,3/9,0	16,1/2,6	105,0
V (1986–1990)	637,3/100,0	7,5/1,2	139,9/21,9	207,6/32,6	159,6/25,1	95,3/14,9	27,4/4,3	120,0
VI (1991–1995)	599,7/100,0	26,9/4,5	166,9/27,8	173,6/29	120,6/20,1	78,7/13,1	33,0/5,5	112,0
VII (1996–2000)	546,2/100,0	14,6/2,7	177,2/32,4	192,4/35,2	105,1/19,3	46,7/8,5	10,2/1,9	100,0
VIII (2001–2005)	495,3/100,0	19,0/3,9	181,9/36,7	172,4/34,8	87,7/17,7	29,1/5,9	5,2/1,0	96,0
IX (2006–2010)	431,9/100,0	26,7/6,2	145,3/33,6	131,1/30,4	80,2/18,6	41,6/9,6	7,0/1,6	100,0
X (2011–2015)	486,9/100,0	25,1/5,2	164,8/33,2	154,6/31,8	94,0/19,3	41,5/8,5	6,9/1,4	100,0
XI (2016)	501,7/100,0	30,4/6,1	177,5/35,4	156,0/31,1	92,8/18,5	37,8/7,5	7,2/1,4	96,0

элементом (менее 81 мг/кг почвы), что на 2,4 % больше, чем в 2015 г. При этом если в годы первого тура обследования на долю таких почв приходилось 51,7 %, то к пятому туру величина этого показателя сократилась до 23,1 %.

В целом в 2015 г. дефицит элементов питания в земледелии Ивановской области составил 56,3 кг на 1 га посевной площади (в 2013 г. – 47,7 кг/га), в том числе азота – 22,4 кг/га, фосфора – 9,2 кг/га, калия – 24,7 кг/га.

Важнейший показатель естественного плодородия почвы – содержание органического вещества в пахотном горизонте. В последние десятилетия оно сокращается практически во всех регионах страны [9, 10].

Результаты агрохимического обследования свидетельствуют, что в пахотном слое почв Ивановской области очень низкое и низкое (0...1,5 %) содержание органического вещества характерно для 123,5 тыс. га (табл. 2), что составляет 24,6 % от площади обследованной пашни, в том числе критический уровень (0...1 %) – для 9,8 тыс. га (2,0 %).

В то же время следует отметить, что за последние 20 лет доля пашни с очень низким и низким содержанием органического вещества уменьшилась на 14,3 %, с высоким – увеличилась на 3,3 %. Средневзвешенная величина этого показателя возросла с 1995 г. по 2005 г. с 1,6 % до 1,8 % и с тех пор остается на указанном уровне.

Во многом увеличение содержания органического вещества связано с низкой интенсивностью эксплуатации пашни (доля неиспользуемой пашни превышает 50 %), а также с реализацией в области в начале 2000 гг. таких программ по сохранению и воспроизводству плодородия почв, как «Белок» и «Плодородие». В целом в 2016 г. из всей обследованной площади повышенным и высоким содержанием органического вещества характеризовались 34,4 % почв, остальные требуют улучшения плодородия.

В связи с тем, что финансово-экономическое положение большинства сельскохозяйственных предприятий Ивановской области остается сложным, покупать и вносить в необходимом количестве минеральные и органические удобрения, а также химические мелиоранты они не в состоянии. В таких условиях возможно сохранение и повышение плодородия почвы путем разработки и освоения биологизированных полевых севооборотов [11, 12], использования сидеральных культур [13, 14], подбора эффективных предшественников [15, 16], возделывании многолетних трав в одновидовых и смешанных посевах [17, 18].

Так, в длительном стационарном опыте Ивановского НИИСХ результаты изучения биологизированных коротко- и среднеротационных севооборотов с различным насыщением многолетними бобовыми травами на дерново-подзолистых почвах Верхневолжья свидетельствуют, что потери гумуса происходят только при бессменном возделывании зерновых без удобрения и при умеренных дозах их внесения (табл. 3). Во всех изученных севооборотах наблюдали положительный баланс гумуса. Наибольшее увеличение его запасов после 15 лет исследований отмечали в 5- и 6-польном севооборотах при повышенном уровне минерального питания – 11 т/га. Причем пополнение запасов органического вещества

2. Содержание гумуса в почве сельскохозяйственных предприятий Ивановской области

Тур (годы) обследования	Обследовано, тыс. га/%	Содержание (тыс. га/%)					Средневзвешенное, %
		очень низкое	низкое	среднее	повышенное	высокое	
V (1986–1990)	637,3/100,0	43,1/6,8	289,8/45,8	211,6/33,5	77,8/12,3	10,2/1,6	1,6
VI (1991–1995)	599,7/100,0	31,0/5,2	209,8 35,0	247,9/41,2	95,7/16,0	15,3/2,6	1,6
VII (1996–2000)	546,2/100,0	11,2/2,1	150,9/27,6	271,7/49,7	100,4/18,4	12,0/2,2	1,7
VIII (2001–20005)	495,3/100,0	2,8/0,6	86,4/17,4	256,0/51,7	131,5/26,5	18,6/3,8	1,8
IX (2006–2010)	431,9/100,0	3,5/0,8	74,5/17,2	189,9/44,0	141,4/32,7	22,6/5,3	1,9
X (2011–2015)	486,9/100,0	9,9/2,0	116,5/23,9	196,0/40,3	136,9/28,1	27,6/5,7	1,8
XI (2016)	501,7/100,0	9,8/2,0	113,7/22,7	205,6/41,0	144,9/28,9	27,6/5,5	1,8

3. Продуктивность пашни и баланс гумуса на дерново-подзолистых почвах (2000–2014 гг.)

Уровень питания*	Севооборот	Продуктивность, тыс. зерн. ед./га	Запасы гумуса через 15 лет, т/га**	Баланс гумуса, кг/га
0	бессменное	16,2	46,0	-200
1	возделывание	20,6	46,1	-100
2	зерновых	23,3	46,6	+400
0	3-польный	24,8	47,0	+800
1	(33 % бобовых	30,6	50,4	+4200
2	трав)	36,2	51,0	+4800
0	5-польный (40 %	23,9	47,8	+1600
1	бобовых трав)	32,8	54,7	+8500
2		38,7	57,3	+11100
0	6-польный (50 %	24,6	47,7	+1500
1	бобовых трав)	33,3	53,9	+7700
2		37,8	57,8	+11600

**0 – естественный уровень плодородия, без удобрений; 1 – NPK в расчете на 2,5 тыс. зерн. ед./га; 2 – NPK в расчете на 3,5 тыс. зерн. ед./га.*

*** исходные запасы гумуса – 46,2 т/га*

4. Эффективность различных паров под озимую рожь (2012–2014 гг.)

Вид пара	Уровень питания	Урожайность зерна, ц/га	Прибавка, %	
			от удобрения	от пара
Чистый	без удобрений	29,5	–	–
	$(NPK)_{60}$	44,1	49	*
Занятый (вико-овсяная смесь)	без удобрений	35,2	–	19
	$(NPK)_{60}$	48,6	38	–
Сидеральный (горчица белая)	без удобрений	37,9	–	28
	$(NPK)_{60}$	49,6	31	–
Комбинированный (редька или фацелия)	без удобрений	37,9	–	28
	$(NPK)_{60}$	46,2	22	–

происходило при достаточно высокой продуктивности пашни.

Рациональное сочетание таких агротехнических приемов, как возделывание многолетних бобовых трав в адаптивно-ландшафтных системах земледелия (40…50 % в структуре севооборота) с внесением научно обоснованных норм минеральных удобрений и эффективным использованием пожнивно-корневых остатков – важнейшие биологические факторы, обеспечивающие увеличение плодородия дерново-подзолистых почв и продуктивности пашни. По результатам исследований, проведенных в Ивановском НИИСХ, наибольшую урожайность озимой ржи обеспечивают такие предшественники, как сидеральный (горчичный) и занятый (вико-овсяной) пар на фоне применения минеральных удобрений – 49,6 и 48,6 ц/га зерна соответственно. Без внесения удобрений наибольшие прибавки отмечены после сидерального и комбинированного паров (табл. 4).

Сравнительное изучение эффективности различных сидеральных предшественников в специализированных картофельных севооборотах с укороченной ротацией показало, что в среднем за 3 года наименьшие прибавки (1,7…2,0 т/га, или 10 %) от заделки свежего органического вещества отмечены в варианте, где бессменное возделывание картофеля прерывалось промежуточной горчицей белой, с сидеральной массой которой в почву дополнительно поступало 2,1…2,6 т/га воздушно-сухого органического вещества (табл. 5). Увеличение сидеральной массы до 7,1…8,6 т/га в варианте с сидеральным паром на основе вико-овсяной смеси повышало прибавку до 2,3…3,6 т/га, или на18 %. В клеверном сидеральном пару в почву поступило 9,4…11,2 т/га воздушно-сухого органического вещества, что увеличило урожайность картофеля на 4,6…7,3 т/га, или 27…36 %.

Ассортимент многолетних бобовых трав в Верхневолжье невелик. Используемые сегодня в кормопроизводстве региона травосмеси, состоящие в основном из клевера и тимофеевки, недолговечны, а продуктивность их с годами падает. Клевер на третий год практически полностью выпадает из травостоя. Увеличить продуктивное долголетие таких посевов можно путем включения козлятника и люцерны.

5. Запасы органической массы и накопление питательных веществ в почве сидеральными предшественниками картофеля (2011–2013 гг.)

Предшественник	Фон питания	Воздушно-сухое вещество, т/га	Накопление питательных веществ, кг/га		
			N	P_2O_5	K_2O
Горчица белая после уборки картофеля	без удобрений	2,1	63	27	45
	$(NPK)_{80}$	2,6	71	28	53
Сидеральный пар (вика + овес)	без удобрений	7,1	114	76	152
	$(NPK)_{80}$	8,6	136	91	182
Клеверный сидеральный пар	без удобрений	9,4	176	53	146
	$(NPK)_{80}$	11,2	216	70	174

В условиях Ивановской области наибольшее количество пожнивно-корневых остатков (ПКО) и азота, как общего, так и симбиотического, в одновидовых посевах накапливала люцерна изменчивая (табл. 6). В посевах козлятника и клевера величины этих показателей были заметно ниже.

Внесение минеральных удобрений усиливало накопление органических остатков и азота у клевера, а у козлятника и люцерны изменения были незначительными. В целом люцерна аккумулировала 204…211 кг/га симбиотического азота, козлятник – 123…132 кг/га, клевер – 87…135 кг/га. Азотофиксирующая способность козлятника возрастала от первого года к пятому, тогда как у люцерны она была стабильной по годам.

В смешанных посевах наибольшее количество ПКО и азота также накапливали травостои с участием люцерны изменчивой, но характер аккумуляции симбиотического азота был несколько иным. На фоне естественного плодородия почвы преимущество по величине этого показателя было за вариантами с люцерной и клевером, при внесении минеральных удобрений – самое высокое накопление симбиотического азота отмечали в совместных посевах козлятника и клевера с тимофеевкой, люцерны и клевера с тимофеевкой. На четвертый год хозяйственного пользования клевер полностью выпал из травостоев. Смешанные посевы накапливали до 160 кг/га симбиотического азота (табл. 7).

Таким образом, в результате реализации государственной программы химизации, комплексного агрохимического окультуривания почв с середины 70 и до начала 90 гг. в Ивановской области значительно уменьшилась площадь кислых почв, увеличилось содержание в почвах органического вещества подвижных форм фосфора и калия. Начиная с середины 90 гг. наблюдается обратная динамика. Особенно тревожная ситуация складывается по кислотности и содержанию подвижного калия. С учетом того, что в первом минимуме на территории региона находится азот, становится очевидным, что для формирования хороших урожаев необходимо внесение азота и калия, а также устранение высокой кислотности.

6. Накопление пожнивно-корневых остатков и азота посевами трав (2011–2015 гг.)

Агрофон	Вид многолетних трав	Урожайность, т/га		Содержание, кг/га			ПКО, т/га*	Накоплено N, кг/га	
		зеленая масса	сухое вещество	N	P_2O_5	K_2O		общего	симбиотического
Без удобрений	козлятник восточный	33,3	7,0	210	35,0	147	12,3	168	132
	клевер луговой**	33,1	6,4	173	38,4	243	7,90	98	87
	люцерна изменчивая	40,8	9,1	273	63,7	182	19,8	235	204
	ежа сборная	26,0	6.4	96,0	44,8	230	19,6	126	0
	тимофеевка луговая	24,0	6,6	85,8	26,4	165	15,6	103	0
$N_{30}P_{60}K_{90}$	козлятник восточный	28,0	6,7	201	33,5	141	11,5	159	123
	клевер луговой**	47,5	9,5	257	57,0	261	12,7	156	135
	люцерна изменчивая	41,9	8,1	243	56,7	162	20,8	246	211
	ежа сборная	32,2	7.8	117	54,6	281	20,0	127	0
	тимофеевка луговая	26,3	6,7	87,1	26,8	168	17,5	114	0

**ПКО – пожнивно-корневые остатки*

***данные в среднем за 3 года*

7. Накопление пожнивно-корневых остатков и азота смешанными посевами трав (2011–2015 гг.)

Агрофон	Травосмесь	Содержание, кг/га			ПКО,	Накоплено N, кг/га	
		N	P_2O_5	K_2O	т/га	общего	симбиотического
Без удобрений	козлятник 50 % + клевер 25 % + тимофеевка 25 %	139	33,2	184	18,6	146	115
	козлятник 25 % + клевер 50 % + тимофеевка 25 %	170	36,2	188	17,6	180	145
	люцерна 50 % + клевер 25 % + тимофеевка 25 %	187	48,2	202	20,2	195	161
	люцерна 25 % + клевер 50 % + тимофеевка 25 %	140	38,3	190	16,9	166	156
$N_{30}P_{60}K_{90}$	козлятник 50 % + клевер 25 % + тимофеевка 25 %	189	40,9	214	14,6	202	155
	козлятник 25 % + клевер 50 % + тимофеевка 25 %	153	36,2	200	14,0	183	144
	люцерна 50 % + клевер 25 % + тимофеевка 25 %	189	49,3	216	16,7	190	148
	люцерна 25 % + клевер 50 % + тимофеевка 25 %	145	40,5	208	13,9	169	132

Альтернативой агрохимическим средствам, обеспечивающей сохранение и воспроизводство плодородия дерново-подзолистых почв Верхневолжья, может стать освоение биологизированных севооборотов (обеспечивает накопление до 11 т/га гумуса за 15 лет), использование занятых (сидеральных) и комбинированных паров в качестве предшественников озимых культур (сбор зерна озимой ржи достигает 38…50 ц/га), заделка сидератов в короткоротационных картофельных севооборотах (прибавка урожайности 2,0…7,5 т/га), расширение посевов люцерны изменчивой (накопление биологического азота в одновидовом посеве 235…246 кг/га), козлятника восточного (накапливает 159…168 кг/га симбиотического азота) и других многолетних бобовых трав.

Литература.

1. Державин Л. М., Фрид А. С., Янишевский Ф. В. О мониторинге плодородия земель сельскохозяйственного назначения //Агрохимия. 1999. №12. С. 19–30.
2. Агрохимический мониторинг пахотных почв (на примере Кемеровской области) / П. А. Чекмарев, О. И. Просянникова, В. В. Михайлов и др. Кемерово: Кузбассвузиздат, 2011. 135 с.
3. Агроклиматические ресурсы Ивановской области / под ред. С. Ф. Гречканова. Л.: Гидрометеоиздат, 1972. 108 с.
4. Справочник по климату СССР. Вып. 29: Кировская, Костромская, Ярославская, Ивановская, Владимирская, Горьковская, Рязанская области, Удмуртская, Марийская, Чувашская, Мордовская АССР. СПб: Гидрометеоиздат, 1992. Части 1-6.
5. Баранов А. Н., Ветчинина Е. М. Почвы Ивановской области // Природа Ивановской области. Ярославль: Верх.-Волж. кн. изд-во, 1976. Вып. 2. С. 44–57.
6. Ветчинина Е. М., Трухина Л. Ф. Особенности почвенного покрова Ивановской области и пути рационального использования почв при интенсивном земледелии. Ленинград: Ленингр. с.-х. ин-т, 1988. 27 с.
7. Изменение показателей ППК и гумусного состояния чернозема выщелоченного при многолетнем внесении удобрений и известковании / Е. С. Гасанова, А. Н. Кожокина, Н. Г. Мязин и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета . 2018. № 4 (59). С. 13–21.
8. Химическая мелиорация в условиях безотвальной системы основной обработки почвы / Л. М. Биккинина, И. А. Яппаров, Е. И. Ломако и др. // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 9. С. 5–8.
9. Попов В. В. Состояние плодородия пахотных земель в юго-восточных районах Ростовской области // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 3. С. 7–11.
10. Кузьмичев Ф. П., Тепляшина Л. И., Гвоздева Е. Н. Мониторинг плодородия почв Саратовской области // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 6. С. 5–9.
11. Ахметзянов М. Р., Таланов И. П. Эффективность полевых севооборотов при различных уровнях интенсификации и биологизации земледелия // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № S4-1 (55). С. 10–14.
12. Дедов А. А., Дедов А. В., Несмеянова М. А. Содержание лабильного органического вещества в севооборотах с бинарными посевами // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2018. № 1 (56). С. 13–21.
13. Актуальные проблемы и приоритетные направления развития картофелеводства / А. В. Коршунов, Е. А. Симаков, Ю. Н. Лысенко и др. // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 3. С. 12–20.
14. Дедов А. В., Новикова Л. А., Несмеянова М. А. Пути регулирования плодородия чернозема типичного в условиях юго-востока ЦЧР / Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2019. Т. 12. № 3 (62). С. 71–77.
15. Миникаев Р. В., Фатихов Д. А. Значение предшественников в условиях интенсификации производства зерна в условиях Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № S4-1 (55). С. 74–79.
16. Шакиров Р. С., Бикмухаметов З. М., Хисамиев Ф. Ф. Адаптивные влагоресурсосберегающие приемы повышения продуктивности яровой пшеницы и воспроизводства плодородия серой лесной почвы Предкамья Татарстана // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13. № 1 (48). С. 83–90.
17. Хисматуллин М. М. Бобовые и бобово-злаковые многолетние травы - составная часть органического земледелия Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № 2 (53). С. 64–67.
18. Мельников В. И. Основные итоги и перспективы развития земледелия Белгородской области // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 1. С. 4–5.

Dynamics of agrochemical indicators of sod-podzolic soils in agrolandscapes of the Upper Volga region and methods of reproduction of their fertility

S. T. Jesedullaev[1], I. B. Noda[2]

[1]Ivanovo Research Agricultural Institute, branch of Upper Volga Federal Agrarian Scientific Center, Russian Academy of Sciences, ul. Tsentral'naya, 2, s. Bogorodskoe, Ivanovskii r-n, Ivanovskaya obl., 153506, Russian Federation
[2]Station of Agrochemical Service «Ivanovskaya», ul. Tsentral'naya, 8, s. Bogorodskoe, Ivanovskii r-n, Ivanovskaya obl., 153506, Russian Federation

Abstract. *The studies aimed to analyze the changes in the agrochemical parameters of sod-podzolic soils of the Ivanovo region over 1965–2016. Due to the large-scale chemicalization of agriculture in the 70–80s of the 20th century, soil fertility improved significantly. The proportion of acidic soils decreased from 92.6% in 1970 to 26.8% in 1995 of the area of all arable land. The area of arable land with a neutral and close to neutral soil reaction increased from 7.4% to 73.2%, the weighted average content of P2O5 rose from 32 mg/kg to 110 mg/kg, respectively. The provision with K2O increased from 84 mg/kg in 1965–1970 to 120 mg/kg in 1985–1990. Since the mid 90's negative trends in changes in soil fertility are observed. From 1995 to 2010, the area of acidic soils increased by 25.5%. To date, 273,400 ha, or 54.5% of the arable land area, needs additional phosphorus-containing fertilizers. Of the 501,700 ha surveyed in 2016, 207,900 ha (41.4%) were characterized by a very low and low content of mobile potassium. A very low and low content (0–1.5%) of organic matter was established in 123,500 ha, or 24.6% of the surveyed area, including a critical level (0–1%) in 9,800 ha (2.0%). In this situation, the preservation and increase in soil fertility are possible using biological factors. The development of biologized field crop rotations provides a positive balance of humus at a level of more than 11 t/ha for 15 years. In short-rotation potato crop rotations with green manure crops, additional accumulation of air-dried organic matter reaches 9.4–11.2 t/ha. The cultivation of perennial herbs in single-species and mixed crops allows accumulating up to 200 kg/ha of symbiotic nitrogen.*

Keywords: *soil fertility; agrochemical indicators; round of examination; dynamics; reproduction and conservation; biological methods; acidity; phosphorus; potassium.*

Author Details: *S. T. Jesedullaev, Cand. Sc. (Agr.), director; I. B. Noda, director (e-mail: agrohim_37@mail.ru).*

For citation: *Jesedullaev ST, Noda IB [Dynamics of agrochemical indicators of sod-podzolic soils in agrolandscapes of the Upper Volga region and methods of reproduction of their fertility]. Zemledelije. 2020;(2):12-6. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10203.*

doi:10.24411/0044-3913-2020-10204
УДК 633.71:631.811.98

Влияние обработки семян стимулятором роста Мелафен на формирование рассады и урожайность табака

Т. В. ПЛОТНИКОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией (e-mail: vniitti1@mail.kuban.ru)
Е. М. ТЮТЮННИКОВА, старший научный сотрудник
Л. М. СОБОЛЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник.
Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий, ул. Московская, 42, Краснодар, 350072, Российская Федерация

В условиях центральной зоны Краснодарского края в 2015–2016 гг. проведены лабораторные, парниковые и полевые исследования с целью оценки влияния обработки семян и двукратного некорневого внесения регулятора роста Мелафен на посевные качества семян табака и формирование рассады сорта Юбилейный новый 142. Предпосевное замачивание семян в растворе препарата с концентрацией 0,05 % при экспозиции 3 ч повышает массу проростков семян табака на 77 %. Посев обработанными семенами, а затем двукратное опрыскивание растений в основные фазы развития («ушки» и «годная к высадке») препаратом в дозе 0,05 % способствует увеличению высоты рассадных растений до точки роста на 40 %, до конца вытянутых листьев – на 28 %, диаметра стебля – на 24 %, сырой надземной массы и корневой системы – на 96 % и 33 % соответственно, выхода стандартной рассады – на 30 %. При этом количество парниковой площади для выращивания нужного количества растений для посадки на 1 га сокращается на 20 м². Благодаря более развитой корневой системе приживаемость растений повышается на 10 %, период укоренения сокращается на 5…7 дн. Растения лучше переносят стресс после высадки в поле. Пролонгированный эффект качественной рассады в полевых условиях обеспечивает усиление темпов роста табака в начальный период на 51 % и сопровождается увеличением площади листьев среднего яруса на 25 %. В конечном итоге, урожайность культуры достоверно ($НСР_{05}$ = 2,34 ц/га) возрастает до 34,9 ц/га, что на 7 ц/га выше контроля.

Ключевые слова: *табак (Nicotiana tabacum L.), семена, регулятор роста растений, Мелафен, рассада, качество, эффективность, урожайность.*

Для цитирования: *Плотникова Т. В., Тютюнникова Е. М., Соболева Л. М. Влияние обработки семян стимулятором роста Мелафен на формирование рассады и урожайность табака // Земледелие. 2020. № 2. С. 17–20. doi:10.24411/0044-3913-2020-10204.*

Применение регуляторов роста растений (РРР) – важный приём современных технологий выращивания культур, позволяющий максимально реализовать потенциальную продуктивность растений. Благодаря использованию этих препаратов происходит интенсификация сельскохозяйственного производства с одновременным сокращением затрат на агрохимикаты и получения экологически чистой высококачественной и конкурентоспособной продукции [1].

Табак – рассадная культура. Её выращивание – очень ответственный этап, так как своевременно полученные стандартные растения с хорошо развитой корневой системой – залог высокого и качественного урожая [2]. Растения подвергаются воздействию неблагоприятных погодных условий в необогреваемых парниках, что приводит к задержке роста, увеличению продолжительности рассадного периода, прогрессированию корневых и стеблевых гнилей. Кроме того, один из сложных этапов вегетации табачного растения – период приживаемости и укоренения рассады в поле после высадки. Использование регуляторов роста растений в технологии выращивания табака может помочь в решении этих проблем.

Из огромного списка синтезированных современной наукой аналогов природных стимуляторов роста наше внимание привлек препарат Мелафен – инновационный регулятор роста и развития растений. Его отличительная особенность – высокая эффективность и широта действия при чрезвычайно низких концентрациях ($1 \cdot 10^{-9}$…$1 \cdot 10^{-7}$ %) и доступность в сегменте препаратов [3, 4].

Использование регулятора Мелафен на различных культурах показало очень хорошие результаты. Так, обработка семян озимой пшеницы увеличивает массу проростков с 9,6 до 22,9 %, корней – с 1,9 до 9,9 %, повышает урожайность на 12 %. У риса снижается плёнчатость (с 18,1 до 16,2 %), трещиноватость (с 3 до 1 %), повышается стекловидность (от 84,5 до 90,5 %). У сои содержание масла возрастает с 21,7 до 22,9 %, сбор масла увеличивается с 800 до 900 кг/га, при этом снижается количество нитратов и тяжёлых металлов, что приводит к получению экологически чистой продукции. Урожайность озимой пшеницы увеличивается на 0,38 т/га при применении Мелафена в концентрации $1 \cdot 10^{-7}$ % [5].

Цель исследований – оценить воздействие регулятора Мелафен на посевные свойства семян табака, качество рассады и урожайность для выявления возможности его дальнейшего применения на культуре.

Условия, материалы и методы. На базе Всероссийского научно-исследовательского института табака, махорки и табачных изделий в 2015–2016 гг. (в 2015 г. – лабораторный, парниковый и полевой опыты, в 2016 г. – парниковые и полевые испытания) проведено испытание препарата Мелафен на сорте табака Юбилейный новый 142.

Мелафен – инновационный регулятор роста и развития растений. Действующее вещество – меламиновая соль бис (оксиметил) фосфиновой кислоты, которая регулирует энергетические процессы в течение всего онтогенеза растений.

В лабораторном опыте, для установления оптимальных доз РРР в предпосевной обработке семян табака, брали по 100 шт. табачных семян (масса 1000 шт. 80…100 мг) помещали в холщовые мешочки из неплотной ткани в четырёхкратной повторности и погружали в 100 мл водного раствора регулятора с экспозицией 1, 3 и 6 ч. По истечению необходимого времени семена извлекали из раствора и раскладывали в чашки Петри. Проращивание обработанного материала проводили при температуре +27°С…+29 °С. Эффективность стимулятора определяли через 12 сут. после замачивания методом взвешивания проростков в соответствии с Методическим руководством по изучению эффективности применения регуляторов роста растений при проращивании семян табака и ГОСТ 12038-84. Препарат испытывали в раз-

ных концентрациях: 0,05; 0,005; 0,0005; 0,00005; 0,000005 % и 0,1; 0,01; 0,001; 0,0001; 0,00001; 0,000001 %. Контролем служили семена, замоченные в обычной водопроводной отстоянной воде [6].

Выделившиеся в лабораторном эксперименте варианты применяли для обработки семян перед посевом в парник. Для этого семена (по 0,3 г/м^2) в тканевых мешочках погружали в водный раствор препарата на установленное время, затем вынимали, промывали и ставили на проращивание. При появлении на семенах около 60 % белых точек высевали в парник. Опыт в рассаднике проводили на длительно (11 и 12 лет) несменяемой деградированной питательной смеси (приготовленной из перегноя, песка и почвы) на фоне с содержанием подвижных форм азота в субстрате (50 % от оптимальной дозы), который определяли агрохимическим анализом и корректировали довнесением азотных удобрений [7].

Для уточнения оптимальных эффективных концентраций РРР Мелафен (установленных лабораторным путём) в парник были высеяны варианты опыта с обработкой семян раствором РРР в дозе 0,1 % и 0,05 % с экспозицией воздействия препарата (1, 3 и 6 ч), которые дополнительно опрыскивали в основные фазы развития культуры: «ушки» и «годная к высадке», идентичными растворами регулятора (за 5…7 дн. до выборки) путём опрыскивания растений из расчёта 1 л раствора на 1 м^2 парниковой площади. Площадь учётной делянки в парнике 1 м^2, повторность четырёхкратная, норма высева семян 0,3 г/м^2, глубина заделки 0,4…0,5 см.

Качество стандартной рассады оценивали на 25 растениях с каждой делянки опыта по следующим биометрическим показателям: длина растений до точки роста и до конца вытянутых листьев, диаметр стебля у корневой шейки, объём корневой системы, сырая масса надземной и корневой частей. Выход стандартной рассады с единицы парниковой площади учитывали согласно ОСТ 10-113-88 [8].

Полевые испытания проводили в соответствии с рекомендациями [9]. Чтобы оценить влияние различных концентраций препарата, используемого при замачивании семян и в рассадный период на продуктивность табака, рассаду после выборки высаживали в поле по вариантам.

Почва опытного участка, согласно паспорту поля, – западно-предкавказский чернозём выщелоченный с агрохимическими характеристиками: кислотность нейтральная – pH 6,8 ед. (по ГОСТ 26483-85); содержание гумуса – 3,8 % (по Тюрину), подвижного фосфора – 134 мг/кг (по Чирикову), обменного калия – 259 мг/кг (по Масловой). Поглощающий комплекс почвы (по Каппену-Гильковицу) почти полностью насыщен Ca и Mg, причём основная доля (до 89 % от суммы) приходится на кальций.

Для характеристики интенсивности роста табака в поле проводили измерение высоты растений через 30 дн. после посадки, в фазе интенсивного роста и полного цветения (70…85 % растений). Для определения средней площади листа на каждой делянке измеряли на 25 растениях по одному листу со среднего яруса (в третью ломку), по длине от стебля до верхушки пластинки, и по ширине – в наиболее широком месте. Площадь листа вычисляли по таблицам Ф. П. Губенко [10].

Метеоусловия вегетационного периода 2015 г. в можно охарактеризовать как благоприятные для роста и развития табака. По температурному режиму весенние месяцы (апрель и май), когда проводили выгонку рассады, оказались теплее среднемноголетней нормы на 2,1…3,5 °С, и более увлажненные – на 53,3 и 32,3 мм соответственно. Температура в летние месяцы (июнь, июль, август) была выше среднемноголетних данных на +4,0; +3,3 и +5,3°С, также отмечено превышение нормы осадков на +136,8; +20,7 и +1,5 мм соответственно. После высадки рассады в поле, сложились экстремальные условия. Из-за выпавших в период с 15 по 24 мая осадков (202 мм) часть табачных посадок оказалась затопленной, что способствовало сдерживанию роста растений. В осенний период (сентябрь, октябрь) также наблюдали превышение температурного режима на +4,8 и +2,0°С. Кроме того сентябрь охарактеризован как сухой месяц – дефицит влаги составил -46,2 мм. В октябре осадки превышали норму на +33,9 мм.

Условия вегетационного периода 2016 г. оказались менее благоприятными для возделывания табака. Весенний период (апрель, май) по температурному режиму оказался теплее среднемноголетней нормы на 3,5 и 5,5 °С. По количеству осадков в апреле отмечен недобор (-14,5 мм,) в мае превышение нормы на + 29,8 мм. В полевой период (с июня по октябрь) температурный режим был выше многолетних значений соответственно месяцам на +4,2; +3,9; +6,1;+0,1;+2,0 °С. Оптимальная обеспеченность влагой сложилась в июне (превышение среднемноголетней нормы на +68,0 мм) и в сентябре (+41,3 мм). В остальные месяцы выявлен недобор осадков. В июле дефицит осадков составил -47,2 мм, в августе -3,2 мм, в октябре -18,8 мм.

Статистическую обработку результатов выполняли методом однофакторного дисперсионного анализа в Microsoft Excel по Б. А. Доспехову (Москва, 1985).

Результаты и обсуждение. В результате лабораторных испытаний установлено, что масса проростков семян табака под действием препарата Мелафен в концентрации 0,05 % и экспозиции 3 ч достигла наибольших значений – 0,1988 г, что превысило массу проростков семян на контроле на 77 % (табл. 1). Время экспозиции 1 ч (0,05 %) способствовало увеличению массы на 48 %. Вторая по эффективности концентрация препарата 0,1 % при времени замачивания 1 и 3 ч увеличили этот показатель на 46 % и 40 % соответственно. При экспозиции 6 ч отмечено незначительное повышение массы проростков.

В результате биометрической оценки растений в конце рассадного периода в условиях парника установлено, что самые высокие показатели качества были в варианте опыта с использованием препарата Мелафен в концентрации 0,05 % и 3 ч экспозиции (табл. 2). Высота опытных растений до точки роста к концу рассадного периода достигла 11,3 см, что выше контрольных растений на 3,2 см или 40 %, до конца вытянутых листьев – 19,9 см, превышая контроль на 4,3 см или 28 %.

Диаметр стебля у корневой шейки, обработанных препаратом Мелафен семян и рассады обработанных Мелафеном в концентрации 0,05 % (с экспозицией 3 ч), увеличился, по сравнению с контролем, на 24 %. Стоит так же

1. Влияние регулятора роста Мелафен на массу проростков семян табака (2015 г.)

Вариант	Масса 100 табачных проростков, г		
	время экспозиции		
	1 ч	3 ч	6 ч
Без обработки (контроль)	0,1102	0,1123	0,1144
Мелафен 0,5 %	0,1199	0,1381	0,1419
Мелафен 0,1 %	0,1605	0,1570	0,1375
Мелафен 0,05 %	0,1629	0,1988	0,1205
Мелафен 0,01 %	0,1179	0,1262	0,1444
Мелафен 0,005 %	0,1123	0,1300	0,1324
Мелафен 0,001 %	0,1109	0,1343	0,1337
Мелафен 0,0005 %	0,1101	0,1321	0,1162
Мелафен 0,0001 %	0,1169	0,0927	0,1175
Мелафен 0,00005 %	0,1036	0,1090	0,1106
Мелафен 0,00001 %	0,0985	0,1088	0,0955
Мелафен 0,000005 %	0,0976	0,1110	0,1128
Мелафен 0,000001 %	0,0892	0,1123	0,1088
$НСР_{05}$	0,0170	0,0193	0,0188

2. Влияние регулятора роста Мелафен на качество и выход стандартной рассады табака (2015–2016 гг.)

Вариант	Длина растений, см		Диаметр стебля у корневой шейки, мм	Сырая масса (25 растений), г		Выход стандартной рассады, шт./м²
	до точки роста	до конца вытянутых листьев		стеблей	корней	
Без обработки (контроль)	8,1	15,8	0,38	68,7	4,5	691
Мелафен 0,1 % (1 ч)	9,8	18,7	0,45	120,8	5,6	872
Мелафен 0,1 % (3 ч)	9,9	18,2	0,46	107,5	4,9	845
Мелафен 0,1 % (6 ч)	8,9	17,8	0,44	105,9	3,5	774
Мелафен 0,05 % (1 ч)	10,1	19,2	0,43	112,8	4,9	786
Мелафен 0,05 % (3 ч)	11,3	19,9	0,47	134,8	6,0	896
Мелафен 0,05 % (6 ч)	8,1	16,5	0,44	90,8	4,8	856
$НСР_{05}$				9,78	0,42	

отметить, в этом варианте количество корневых бугорков было визуально заложено намного больше, чем на контрольных растениях, что несомненно, сыграло положительную роль при приживаемости и укоренении рассады табака в поле, снизив стрессовый фактор. Сырая масса надземной части рассады и корневой системы также увеличилась, в сравнении с необработанными семенами и растениями на 96 % и 33 %, соответственно. Однако препарат Мелафен в той же концентрации, но при экспозиции 6 ч качество рассады улучшал незначительно (табл. 2).

В результате учётов установлено, что наибольший выход готовой к высадке в поле рассады к оптимальному сроку получен в варианте опыта с применением 0,05 % (3 ч) раствора регулятора Мелафен при замачивании семян с дополнительным опрыскиванием растений, и составил 896 шт./м², что на 205 растений (30 %) больше показателей контроля. Благодаря чему можно уменьшить парниковую площадь, необходимую для выращивания рассады табака на 1 га. При этом количество стандартной рассады для посадки берётся из расчёта 60,5 тысяч растений на 1 га (с учётом страхового фонда 5,5 тыс. растений). Для того чтобы вырастить табачную рассаду без применения РРР нам потребуется 87,6 м² парниковой площади, с использованием стимулятора Мелафен достаточно 67,5 м² парника, что на 20 м² (30%) меньше.

При выращивании рассады табака в парнике Мелафен оказывал не только стимулирующее, но и антипатогенное действие, которое проявлялось в отсутствии поражения растений рассадными гнилями, тогда как в контрольном варианте очаги поражения микопатогенными грибами составляли в среднем 10…12 %. Такое комплексное воздействие препарата позволяет не использовать фунгициды в парниковый период.

Благодаря хорошо развитой мочковатой корневой системе под действием испытываемого препарата Мелафен, приживаемость табачной рассады в поле была выше контрольных растений на 10 % и имела более короткий (на 5…7 дн.) период укоренения (характеризуется появлением первого настоящего листочка). Растения табака легче переносили так называемый «пересадочный шок».

Благодаря полевым учётам на 30-й день после высадки установлено, что в варианте с замачиванием семян табака в концентрации препарата 0,05 % в течение 3 ч и последующей двукратной обработкой рассады в основные фазы развития, высота растений была 14,3 см, что на 51 % превышает показатели в контрольном варианте (табл. 3).

3. Влияние регулятора роста Мелафен на рост, развитие и урожайность табака (2015–2016 гг.)

Вариант	Высота растений, см			Площадь листьев среднего яруса, см²	Урожайность, ц/га	Эффективность, %
	30-й день	фаза интенсивного роста	фаза цветения			
Без обработки (контроль)	9,5	46,9	123,6	324,5	27,9	
Мелафен 0,1 % (1 ч)	13,6	55,2	132,3	371,7	33,5	120,1
Мелафен 0,1 % (3 ч)	12,9	54,3	130,0	356,4	30,5	109,4
Мелафен 0,1 % (6 ч)	10,3	49,8	119,6	264,5	22,1	79,3
Мелафен 0,05 % (1 ч)	12,3	52,9	128,9	345,4	31,8	114,0
Мелафен 0,05 % (3 ч)	14,3	59,5	134,0	431,2	34,9	125,1
Мелафен 0,05 % (6 ч)	10,1	51,7	117,9	263,6	21,2	76,0
$НСР_{05}$				16,40	2,34	

В фазе интенсивного роста высота превышала контроль на 27 %, а в период цветения эта разница составила 9 %, что указывает на снижение стимулирующего действия препарата Мелафен к концу вегетационного периода, при этом его действия было достаточно для активного роста растений табака на протяжение всего вегетационного периода.

Площадь листьев растений среднего яруса в варианте с замачиванием семян в 0,05 % растворе с экспозицией 3 ч и двумя последующими обработками рассады раствором этой же концентрации достигла наибольших значений – 431,2 см², что превышает показатели контрольных растений на 25 %. В этом варианте опыта также установлено большую сохранность листьев к концу уборочного периода, по сравнению с необработанными растениями на 10 шт. Что положительно повлияло на увеличение урожайности табака, которая составила 34,9 ц/га и была выше, в сравнении с вариантом без обработок, на 7 ц/га (25 %).

Выводы. Предпосевное замачивание семян табака в водном растворе регулятора роста и развития растений Мелафен в концентрации 0,05 % и экспозиции 3 ч способствует увеличению массы проростков, и соответственно посевных свойств семян, на 77 %. Посев обработанными семенами, а затем двукратное опрыскивание растений в основные фазы развития «ушки» и «годная к высадке» препаратом в дозе 0,05 % способствует повышению высоты рассадных растений до точки роста на 40 %, до конца вытянутых листьев – на 28 %, увеличению диаметра стебля на 24 %, сырой надземной массы и корневой системы – на 96 % и 33 % соответственно, выходу стандартной рассады – на 30 %. При этом количество парниковой площади для выращивания нужного количества растений для посадки на 1 га сокращается на 20 м². Урожайность табака в результате применения этого агроприёма возросла на 25 % и составила 34,9 ц/га. Учитывая полученные результаты можно сделать вывод о целесообразности применения регулятора роста Мелафен в технологии выращивания табака.

Литература.

1. Мелафен – инновационный регулятор роста растений // Российская аграрная газета. 2016. № 22(125). С. 32.

2. Алёхин С. Н., Плотникова Т. В. Опыт выращивания рассады табака на длительно несменяемой питательной смеси // Сб. науч. трудов ВНИИТТИ, 2016. Вып. 181. С. 274–277.

3. Препарат Мелафен – регулятор роста и развития растений. URL: http://postpredrk.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub_318720.pdf (дата обращения 04.02.2020).

4. Меламиновая соль бис (оскиметил) фосфиновой кислоты (Мелафен) в качестве регулятора роста и развития растений и способ её получения / С. Г.Фаттахов, Н. Л. Лосева, В. С. Резник и др. URL: https://patents.google.com/patent/RU2158735C1/ru (дата обращения 04.02.2020 г.).

5. Влияние регуляторов роста на ранних этапах роста и развития растений озимой пшеницы / В. А. Исайчев, Е. П. Проваловя // Сельское и лесное хозяйство. 2012. № 3. С. 1-6.

6. Плотникова Т. В., Алёхин С. Н., Саломатин В. А. Методическое руководство по изучению эффективности применения регуляторов роста растений при проращивании семян табака. Краснодар: ГНУ ВНИИТТИ, 2013. 29 с.

7. Методическое руководство по проведению полевых агротехнических опытов

с табаком в рассадниках / С. Н. Алёхин, Т. В. Плотникова, В. А. Саломатин и др. Краснодар: ГНУ ВНИИТТИ, 2013. 27 с.

8. Рассада табака. Технические условия. ОСТ 10-113-88. М.: Госагропром СССР, 1988. 8 с.

9. Рекомендации по возделыванию табака на Северном Кавказе. Краснодар: Севкав. табак, 1985. 64 с.

10. Губенко Ф. П. Таблицы площадей табачных листьев (группа третья). Симферополь: Гос. изд-во Крымской АССР, 1936. 45 с.

The influence of seed treatment with Melafen growth stimulator on the formation of seedlings and tobacco productivity

T. V. Plotnikova, E. M. Tutunnikova, L. M. Soboleva
All-Russian Research Institute of Tobacco, Rustic Tobacco and Tobacco Products, ul. Moskovskaya, 42, Krasnodar, 350072, Russian Federation

Abstract. *Under conditions of the central zone of the Krasnodar Territory in 2015–2016, laboratory, greenhouse and field studies were conducted to assess the impact of seed treatment and double foliar application of Melafen growth regulator on the sowing quality of tobacco seeds and seedling formation of Yubileinyi Novyi 142 variety. Presowing seed soaking in the preparation solution with a concentration of 0.05% at an exposure of 3 hours increased the weight of tobacco seedlings by 77%. Sowing with treated seeds, and then twice spraying plants in the main phases of development ("ears" and "suitable for planting") with the dose of 0.05% helped to increase the height of seedlings to a growth point by 40%, to the end of elongated leaves – by 28 %, stem diameter – by 24%, fresh aboveground mass and root system – by 96% and 33%, respectively, standard seedling yield – by 30%. At the same time, the amount of the greenhouse area for growing the required number of plants for planting per 1 ha reduced by 20 m2. Thanks to a more developed root system, the survival rate of plants increased by 10%, the rooting period reduced by 5–7 days. Plants better tolerated stress after planting in the field. The prolonged effect of high-quality seedlings in the field provided an increase in tobacco growth in the initial period by 51% and was accompanied by an increase in the leaf area of the middle tier by 25%. Ultimately, the crop yield significantly (LSD05 = 234 kg/ha) increased to 3.49 t /ha, which is higher by 700 kg/ha than in the control.*

Keywords: *tobacco (Nicotiana tabacum L.); seeds; plant growth stimulator; Melafen; seedling; quality; efficiency; productivity.*

Author Details: *T. V. Plotnikova, Cand. Sc. (Agr.), head of laboratory (vniitti1@mail.kuban.ru); E. M. Tutunnikova, senior research fellow; L. M. Soboleva, Cand. Sc. (Agr.) senior research fellow.*

For citation: *Plotnikova TV, Tutunnikova EM, Soboleva LM. [The influence of seed treatment with Melafen growth stimulator on the formation of seedlings and tobacco productivity]. Zemledelije. 2020;(2):17-20. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10204.*

doi:10.24411/0044-3913-2020-10205
УДК 631. 811.98; 633.8

Эффективность микроэлементных удобрений марки МикроФид при обработке семян и посевов яровой пшеницы в условиях черноземных почв Курской области

В. И. ЛАЗАРЕВ, доктор сельскохозяйственных наук, зам. директора (e-mail: vla190353@yandex.ru)
Ж. Н. МИНЧЕНКО, младший научный сотрудник
Курский федеральный аграрный научный центр, ул. Карла Маркса, 70 б, Курск, 305021, Российская Федерация

Исследования проводили с целью определения влияния водорастворимых удобрений с микроэлементами МикроФид Комплекс и МикроФид Экстра Фосфор на рост и развитие растений, урожайность, структуру урожая и качество зерна мягкой яровой пшеницы сорта Дарья. Работа выполнена на черноземных почвах Курской области в 2017–2019 гг. Повторность опыта 3-кратная. Обработку семян удобрениями осуществляли полусухим способом за 1…2 дня до посева. Опрыскивание растений яровой пшеницы проводили в фазах кущения и выхода в трубку ранцевым опрыскивателем. Обработка семян (в дозе 1,5 л/т) и посевов в фазах кущения и начала выхода в трубку (в дозах по 1,5 л/га) микроэлементным удобрением МикроФид Комплекс повышала урожайность яровой пшеницы, в сравнении с вариантом без обработки (контроль), на 0,58 т/га, или 14,9 %, содержание сырой клейковины в зерне – на 2,0 %. Эффективность удобрения МикроФид Экстра Фосфор при обработке семян (1,0 л/т) и посевов в аналогичные сроки (по 0,5 л/га) была несколько ниже. Прибавка урожая составила 0,55 т/га, или 14,5 %, содержание сырой клейковины в зерне повысилось на 1,9 %. Обработка семян и посевов яровой пшеницы микроэлементным удобрением МикроФид Комплекс увеличивала прямые производственные затраты на 858 руб./га, но благодаря росту урожайности, стоимость валовой продукции в этом варианте повышалась на 5800 руб./га, условно чистый доход – на 4942 руб./га, себестоимость 1 т зерна снижалась на 541,62 руб. Эффективность микроэлементного удобрения МикроФид Экстра Фосфор была несколько ниже: величина условно чистого дохода составила 21193,31 руб./га, что связано с более высокой стоимостью этого препарата (1000 руб./л против 260 руб./л).

Ключевые слова: *микроэлементные удобрения, МикроФид Комплекс, МикроФид Экстра Фосфор, яровая пшеница (Triticum aestivum L.), урожайность, содержание клейковины, экономическая эффективность.*

Для цитирования: *Лазарев В. И., Минченко Ж. Н. Эффективность микроэлементных удобрений марки МикроФид при обработке семян и посевов яровой пшеницы в условиях черноземных почв Курской области // Земледелие. 2020. № 2. С. 20–23. doi:10.24411/0044-3913-2020-10205.*

Переход на экологически безопасные и экономически обоснованные технологии возделывания сельскохозяйственных культур, позволяющие повысить урожайность и качество продукции и одновременно исключающие загрязнение окружающей среды – одна из основных проблем современного аграрного производства [1, 2, 3]. Это требует кардинальных изменений применяемых технологий в сторону биологизации и ресурсосбережения, что способствует разработке новых направлений возделывания сельскохозяйственных культур с использованием биологических средств защиты растений, регуляторов роста и микроэлементных удобрений [4, 5, 6].

В современных технологиях выращивания сельскохозяйственных растений, наряду с макроудобрениями (азотными, фосфорными, калийными) важную роль играют микроэлементные удобрения (борные, молибденовые, медные, цинковые и др.) [7, 8]. По мнению А. А.Жученко, вопрос о микроэлементах – важная часть большой общей проблемы минерального питания растений [9]. Микроэлементы изменяют биохимическую направленность обмена веществ в растениях, связанную с активностью ферментов, повышают устойчивость к болезням, увеличивают урожайность и улучшают качество продукции [10, 11, 12]. Их дефицит в почве может препятствовать достижению максимального эффекта от применения основных минеральных удобрений в связи с тем, что недостаток микроэлементов приводит к нарушению важнейших биологических процессов в организме растения [13, 14].

В сельскохозяйственной практике гораздо чаще встречаются случаи невысокого недостатка микроэлементов, при которых растения хотя и не проявляют явных признаков заболевания, но при этом плохо развиваются, снижают урожайность и качество продукции. Анализ содержания основных микроэлементов в почвах Курской области свидетельствует о том, что они низкообеспечены подвижными формами бора, меди, цинка, марганца [13].

Сегодня различные фирмы выпускают удобрения (Аквадон-Микро, Новоферт, Нагро, Поли-Фид, МикроФид и др.), в состав которых, помимо основных макроэлементов, входят микроэлементы в легкоусвояемой (хелатной) форме. Однако сведений о их эффективности в конкретных почвенно-климатических условиях недостаточно.

Цель исследования – определить влияние комплексных водорастворимых удобрений с микроэлементами марки МикроФид (МикроФид Комплекс, МикроФид Экстра Фосфор) на рост и развитие растений, урожайность и качество зерна мягкой яровой пшеницы в условиях черноземных почв Курской области.

Исследования проводили в стационарном опыте лаборатории технологии возделывания полевых культур и экологической оценки земель ФГБНУ «Курский ФАНЦ» в 2017–2019 гг.

Материалом для исследований служили микроэлементные удобрения МикроФид Комплекс и МикроФид Экстра Фосфор, которые применяли путем обработки семян и посевов мягкой яровой пшеницы сорта Дарья.

МикроФид Комплекс – универсальное комплексное жидкое микроудобрение с высоким содержанием глицерина (9,7 %), кремния (3,6 г/л) серы (2,5 г/л) и микроэлементов Mg (0,3 г/л), B (0,05 г/л), Cu (0,05 г/л), Mn (0,02 г/л), Zn (0,02 г/л) в доступной хелатной форме. Препарат восполняет недостающие в почве и растениях элементы минерального питания. Рекомендуется для листовых подкормок в течение вегетационного периода, а также для предпосевной обработки семян. Благодаря высокому содержанию глицерина обладает стимулирующим и защитным эффектом.

МикроФид Экстра Фосфор – это жидкое микроэлементное удобрение с высоким содержанием глицерина (6,0 %), фосфора (100 г/л), калия (22 г/л), серы (0,001 г/л) и микроэлементов Mg (2,3 г/л), B (0,01 г/л), Mn (1,4 г/л), Zn (1,1 г/л) в доступной хелатной форме. В состав препарата входит природный нейтральный ПАВ (цинк, глицерин, кремний), усиливающий проникновение элементов минерального питания в растения, а также растительные липиды, участвующие в формировании клеток растений. Применяют его практически на всех сельскохозяйственных культурах, особенно эффективен на кукурузе, свекле, картофеле и овощах.

1. Влияние микроэлементных удобрений на полевую всхожесть семян яровой пшеницы (2017–2019 гг.)

Вариант	Взошедшие растения, шт./м^2	Полевая всхожесть, %
Без обработки (контроль)	472	94,4
МикроФид Комплекс (1,5 л/т), обработка семян	490	98,0
МикроФид Экстра Фосфор (1 л/т), обработка семян	488	97,6
$НСР_{05}$	9	

Почва опытного участка представлена черноземом типичным мощным тяжелосуглинистым. Содержание гумуса в пахотном слое – 6,1 %, подвижного фосфора (по Чирикову) – 15,6 мг/100 г почвы, обменного калия (по Масловой) – 11,3 мг/100 г почвы. Реакция почвенной среды нейтральная (pH 6,5). По содержанию подвижных форм бора (0,34 мг/кг), меди (0,30 мг/кг), цинка (0,32 мг/кг), магния (4,50 мг-экв./100 г) почва опытного участка относится к среднеобеспеченной.

Метеорологические условия в годы проведения эксперимента были типичными для Курской области. Периоды вегетации яровой пшеницы 2017–2018 гг. выдались прохладными и влажными: среднесуточная температура апреля–июля на 0,3...0,2 °С ниже средней многолетней, при сумме осадков 110,7...126,5 % от нормы. Среднесуточная температура апреля–июля 2019 г. была на 1,8 °С выше среднемноголетней (14,2 °С), а сумма осадков составила 197,5 мм, или 91,9 % от нормы (215 мм).

Варианты в полевом опыте располагали систематически в один ярус. Повторность 3-кратная. Делянки имели форму вытянутого прямоугольника с учетной площадью 100 м^2. Полевые работы на опытном участке проводили в лучшие агротехнические сроки, технология возделывания яровой пшеницы – общепринятая в Курской области.

Яровую пшеницу размещали в севообороте со следующим чередованием культур: чистый пар – озимая пшеница – сахарная свекла – яровая пшеница. Фон минерального питания $N_{30}P_{30}K_{30}$, удобрения вносили с осени под основную обработку почвы. Обработку семян микроэлементными удобрениями проводили полусухим способом за 1...2 дн. до посева ранце-

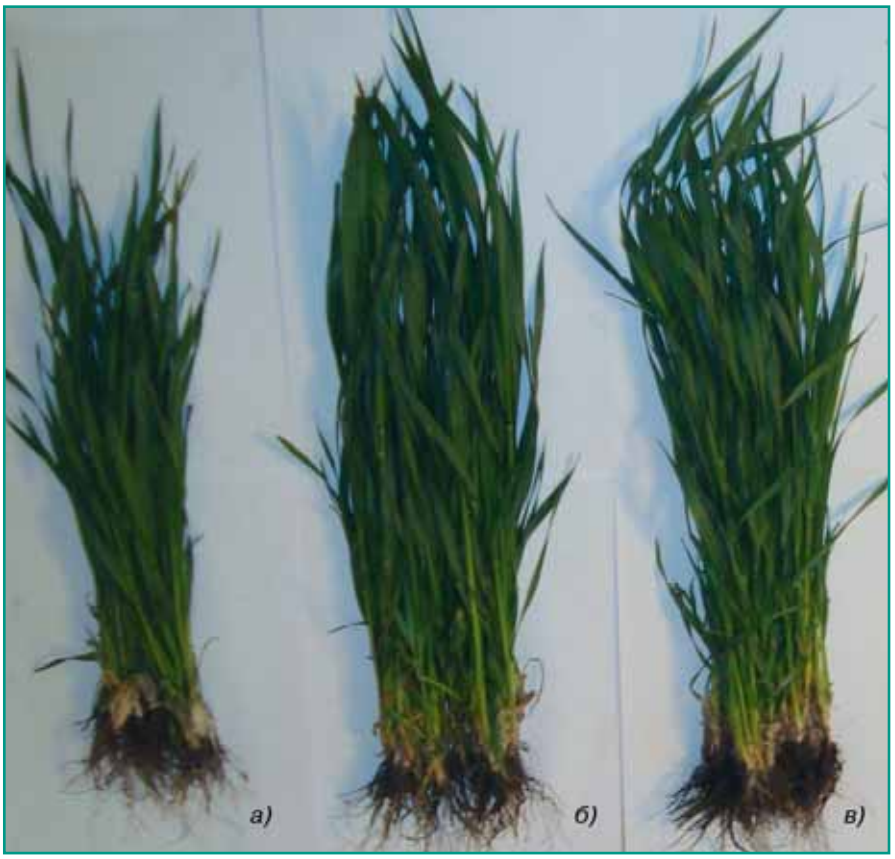


Рисунок. *Влияние микроэлементных удобрений на рост и развитие растений яровой пшеницы: а – без обработки (контроль); б – МикроФид Комплекс; в – МикроФид Экстра Фосфор.*

2. Влияние микроэлементных удобрений на элементы структуры урожая яровой пшеницы (2017–2019 гг.)

Вариант	Число продуктивных стеблей, шт./м²	Количество зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л
Без обработки (контроль)	495	25,9	28,9	761
МикроФид Комплекс: обработка семян (1,5 л/т)	514	28,7	31,1	765
МикроФид Экстра Фосфор: обработка семян (1 л/т)	512	28,8	31,0	763
МикроФид Комплекс: обработка семян (1,5 л/т) + опрыскивание посевов в фазах кущения и начала выхода в трубку (по 1,5 л/га)	520	29,2	31,6	768
МикроФид Экстра Фосфор: обработка семян (1 л/т) + опрыскивание посевов в фазах кущения и начала выхода в трубку (по 0,5 л/га)	518	29,0	31,5	767
$НСР_{05}$	10	1,5	0,9	4,0

вым опрыскивателем, с последующим подсушиванием в затененном помещении. Обработку посевов осуществляли в фазах кущения и выхода в трубку ранцевым опрыскивателем, расход воды 250 л/га. Схема опыта включала в себя следующие варианты: без обработок (контроль); обработка семян (1,5 л/т) МикроФид Комплекс; обработка семян (1 л/т) МикроФид Экстра Фосфор; обработка семян (1,5 л/т) + опрыскивание посевов в фазах кущения и начала выхода в трубку (по 1,5 л/га) МикроФид Комплекс; обработка семян (1 л/т) + опрыскивание посевов в фазах кущения и начала выхода в трубку (по 0,5 л/га) МикроФид Экстра Фосфор.

Для посева использовали семена, отвечающие требованиям 1-го класса посевного стандарта, норма высева 5 млн всхожих зерен/га. Способ посева – рядовой. Глубина заделки семян 4…5 см. Уборку проводили самоходным комбайном «Сампо-500» прямым комбайнированием. При этом убирали всю площадь учетной делянки, зерно взвешивали в мешках на десятичных весах. Урожайность пересчитывали на 100 % чистоту и 14 % влажность зерна. В образцах определяли содержание сырой клейковины (ГОСТ 54478-2011), натуру зерна (ГОСТ 10840-2017), массу 1000 зерен (ГОСТ 10842-89). Обработку экспериментальных данных осуществляли методом дисперсионного анализа.

Результаты подсчета густоты стояния растений после появления всходов свидетельствует о том, что обработка семян микроэлементным удобрением МикроФид Экстра Фосфор в дозе 1 л/т повышала полевую всхожесть семян на 3,0 %, микроудобрением МикроФид Комплекс – на 3,8 % (табл. 1).

Использование микроэлементных удобрений марки МикроФид для обработки семян способствовало лучшему росту и развитию растений яровой пшеницы, образованию более мощной вегетативной массы и корневой системы, в сравнении с контрольным вариантом (см. рисунок).

Обработка семян МикроФид Комплекс увеличивала количество продуктивных стеблей, в сравнении с контролем, на 19 шт./м², озерненность колоса – на 2,8 шт., массу 1000 зерен – на 2,2 г, натуру зерна – на 4 г/л; МикроФид Экстра Фосфор – на 17 шт./ м², 2,9 шт., 2,1 г и 2 г/л соответственно.

В вариантах с обработкой семян и вегетирующих растений наблюдали еще больший рост величин изучаемых показателей. В сравнении с контролем, количество продуктивных стеблей было выше на 23…25 шт./м², озерненность колоса – на 3,1…3,3 шт., масса 1000 зерен – на 2,6…2,7 г, натура зерна – на 6…7 г/л (табл. 2).

Более высокие показатели структуры урожая в вариантах с использованием микроэлементных удобрений обеспечили увеличение урожайности яровой пшеницы и качества зерна. Так, обработка семян микроэлементным удобрением МикроФид Комплекс в дозе 1,5 л/т повышала урожайность на 0,21 т/га, МикроФид Экстра Фосфор (1,0 л/т) – на 0,18 т/га при величине этого показателя в контроле – 3,87 т/га (табл. 3).

3. Влияние микроэлементных удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы (2017–2019 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га		Содержание клейковины, %	
	всего	прибавка к контролю	всего	прибавка к контролю
Без обработки (контроль)	3,87	–	20,9	–
МикроФид Комплекс: обработка семян (1,5 л/т)	4,08	0,21	21,7	0,8
МикроФид Экстра Фосфор: обработка семян (1 л/т)	4,05	0,18	21,5	0,6
МикроФид Комплекс: обработка семян (1,5 л/т) + опрыскивание посевов в фазах кущения и начала выхода в трубку (по 1,5 л/га)	4,45	0,58	22,9	2,0
МикроФид Экстра Фосфор: обработка семян (1 л/т) + опрыскивание посевов в фазах кущения и начала выхода в трубку (по 0,5 л/га)	4,42	0,55	22,8	1,9
$НСР_{05}$	0,15		0,6	

В вариантах с обработкой семян и двукратным опрыскиванием посевов, сбор зерна при использовании микроэлементного удобрения МикроФид Комплекс возрастал, по сравнению с контролем, на 0,58 т/га, МикроФид Экстра Фосфор – на 0,55 т/га.

Результаты проведенных анализов свидетельствуют о незначительном влиянии обработки семян микроэлементными удобрениями марки МикроФид на содержание сырой клейковины в зерне яровой пшеницы – 21,5…21,7 % при величине этого показателя в контроле – 20,9 %. Использование этого агроприема в сочетании с двукратным

4. Экономическая эффективность использования микроэлементных удобрений на посевах яровой пшеницы (2017–2019 гг.)

Вариант	Стоимость валовой продукции, руб.	Производственные затраты, руб.	Себестоимость, руб./т	Чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
Без обработки (контроль)	38700	21806,69	5634,80	16893,31	77,4
МикроФид Комплекс: обработка семян (1,5 л/т)	40800	21884,69	5363,89	18915,31	86,4
МикроФид Экстра Фосфор: обработка семян (1 л/т)	40500	22006,69	5433,75	18493,31	84,0
МикроФид Комплекс: обработка семян (1,5 л/т) + опрыскивание посевов в фазах кущения и начала выхода в трубку (по 1,5 л/га)	44500	22664,69	5093,18	21835,31	96,3
МикроФид Экстра Фосфор: обработка семян (1 л/т) + опрыскивание посевов в фазах кущения и начала выхода в трубку (по 0,5 л/га)	44200	23006,69	5205,13	21193,31	92,1

опрыскиванием посевов в фазах кущения и начала выхода в трубку МикроФид Комплекс повышала ее на 2,0 %, МикроФид Экстра Фосфор – на 1,9 %.

Внесение микроэлементных удобрений увеличивало стоимость валовой продукции и, учитывая дешевизну самих удобрений, а также малые дозы их внесения, было экономически выгодно (табл. 4).

Так, обработка семян удобрением МикроФид Комплекс в сочетании с двукратным опрыскиванием посевов увеличивала прямые производственные затраты на 858 руб./га, однако благодаря повышению урожайности стоимость валовой продукции возрастала на 5800 руб./га, условно чистый доход – на 4942 руб./га, а себестоимость 1 т зерна снижалась на 541,62 руб. Эффективность использования микроэлементного удобрения МикроФид Экстра Фосфор при обработке семян и посевов яровой пшеницы была несколько меньше: величина условно чистого дохода снижалась, по сравнению с аналогичной схемой применения МикроФид Комплекс, на 642 руб./га, а уровень рентабельности – на 4,2 % соответственно. Это связано с более высокой стоимостью препарата МикроФид Экстра Фосфор (1000 руб./л против 260 руб./л).

Таким образом, результаты проведенных испытаний свидетельствуют о высокой целесообразности применения микроэлементных удобрений марки МикроФид на посевах яровой пшеницы в условиях черноземных почв Курской области. Обработка семян МикроФид Комплекс в дозе 1,5 л/т в сочетании с двукратным опрыскиванием посевов в фазе кущение в дозе 1,5 л/га и фазе начало выхода в трубку в дозе 1,5 л/га повышала урожайность культуры на 0,58 т/га, или 14,9 %, содержание сырой клейковины в зерне – на 2,0 %, в сравнении с контролем. Эффективность использования микроэлементного удобрения МикроФид Экстра Фосфор при обработке семян (1,0 л/т) и посевов (в фазах кущения и начала выхода в трубку по 0,5 л/га) была несколько ниже: прибавка урожая к контролю составила 0,55 т/га, содержание сырой клейковины в зерне повышалось на 1,9 %. Применение комплексных микроэлементных удобрений марки МикроФид на посевах яровой пшеницы увеличивало стоимость валовой продукции на 5500...5800 руб. и было экономически выгодно. Уровень рентабельности повышался на 14,7...18,9 %, а себестоимость 1 т зерна снижалась на 429,67...541,62 руб.

Меньшая эффективность микроэлементного удобрения МикроФид Экстра Фосфор, по сравнению с МикроФид Комплекс, связана с более высокой стоимостью первого из упомянутых препаратов (1000 руб./л против 260 руб./л).

Литература.

1. Кирюшин В. И., Кирюшин С. В. Агротехнологии: учебник. СПб.: Лань, 2015. 463 с.
2. Милащенко Н. З., Трушкин С. В. К проблеме освоения инновационных технологий // Плодородие. 2011. № 3. С. 50–52.
3. Протасова Н. А., Щербаков А. П. Микроэлементы в черноземах и серых лесных почвах Центрального Черноземья. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 2003. 367 с.
4. Лазарев В. И. Башкатов А. Я, Минченко Ж. Н. Эффективность микроэлементных удобрений при возделывании сои сорта Казачка в условиях Курской области // Земледелие. 2018. № 6. С. 34–36.
5. Бэлл Р. В., Дэлл Б. Роль микроэлементов в устойчивом производстве продовольствия, кормов, волокна и биоэнергии. М.: Международный институт питания растений, 2017. 244 с.
6. Матяш И. С., Рыбина В. Н. Влияние гуминовых и микроудобрений на урожайность зерна ярового ячменя. Материалы XXII международной научно-производственной конференции «Органическое сельское хозяйство проблемы и перспективы» (28–29 мая 2018 г.) в 2 томах. Майский: Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. Т. 1. С. 133.
7. Гуреев И. И., Жердев М. Н., Брекетов А. Л. Совершенствование агротехнологии выращивания озимой пшеницы с использованием удобрений, содержащих микроэлементы // Земледелие. № 8. 2016. С. 25–28.
8. Юрина Т. А., Бондаренко Е. В. Использование биоудобрений в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур // АгроСнабФорум. 2018. № 3 (159). С. 48–50.
9. Жученко А. А. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агросферы (теория и практика). 2004. Том 1. 688 с.
10. Franzena D. W., McMullenb M. V., Mossetc D. S. Spring Wheat and Durum Yield and Disease Responses to Copper Fertilization of Mineral Soils // Agronomy journal. 2008. Pp. 371–375.
11. Агрохимические основы применения удобрений / А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева, С. В. Кизинек. Майкоп: “Полиграф-Юг”, 2013. 572 с.
12. Митрохина О. А., Проценко Е. П. Влияние способа применения микроэлементов на их вынос и урожайность озимой пшеницы // Земледелие. 2013. № 5. С. 15–16.
13. Эффективность микроэлементных удобрений в условиях Курской области / В. И. Лазарев, А. Я. Айдиев, И. А. Золоторева, и др. / под ред. В. И. Лазарева. Курск: Изд-во Курской ГСХА, 2013. 139 с.
14. Технологический регламент мелкодисперсного внесения жидких комплексных микроминеральных удобрений при возделывании зерновых колосовых культур / С. И. Камбулов, В. И. Вялков, А. Я. Ксенз, и др. Зерноград: ГНУ СКНИИМЭСХ Россельхозакадемии, 2013. 33 с.

Efficiency of MicroFeed trace element fertilizers for processing seeds and crops of spring wheat under conditions of chernozem soils of the Kursk region

V. I. Lazarev, Zh. N. Minchenko
Kursk Federal Agrarian Scientific Center, ul. Karla Marksa, 70 b, Kursk, 305021, Russian Federation

Abstract. *The studies were carried out to determine the effect of water-soluble fertilizers with trace elements MicroFeed Complex and MicroFeed Extra Phosphorus on plant growth and development, yield, yield structure and grain quality of common spring wheat ‘Daria’. The work was performed on chernozem soils of the Kursk region in 2017–2019. The experiment was repeated 3 times. Seed treatment with fertilizers was carried out by a semi-dry method 1–2 days before sowing. Spring wheat plants were sprayed in the tillering and stem elongation phases with a backpack sprayer. Processing of seeds (at the dose of 1.5 L/t) and crops at the phases of tillering and the beginning of stem elongation (at the doses of 1.5 L/ha) with trace element fertilizer MicroFeed Complex increased the yield of spring wheat, compared with the variant without treatment (control), by 0.58 t/ha, or 14.9%, the content of crude gluten in grain – by 2.0%. The effectiveness of MicroFeed Extra Phosphorus fertilizer in the treatment of seeds (1.0 L/t) and crops (0.5 L/ha) at the same time was slightly lower. The yield increase was 0.55 t/ha, or 14.5%, the crude gluten content in the grain increased by 1.9%. Processing of seeds and crops of spring wheat with trace element fertilizer MicroFeed Complex increased direct production costs by 858 rubles/ha, but due to increased yield, the cost of gross production in this variant increased by 5800 rubles/ha, conditionally net income – by 4942 rubles/ha, the cost of 1 t of grain decreased by 541.62 rubles. The effectiveness of MicroFeed Extra Phosphorus was slightly lower: the value of the conditionally net income was 21193.31 rubles ha, which was associated with a higher cost of this preparation (1000 rubles/L against 260 rubles/L).*

Keywords: *trace element fertilizers, MicroFeed Complex, MicroFeed Extra Phosphorus, spring wheat (Triticum aestivum L.), yield, gluten content, economic efficiency.*

Author Details: *V. I. Lazarev, D. Sc. (Agr.), deputy director (e-mail: vla190353@yandex.ru); Zh. N. Minchenko, junior research fellow.*

For citation: *Lazarev VI, Minchenko ZhN. [Efficiency of MicroFeed trace element fertilizers for processing seeds and crops of spring wheat under conditions of chernozem soils of the Kursk region]. Zemledelije. 2020;(2):20-3. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10205.*

doi: 10.24411/0044-3913-2020-10206
УДК 631.51

Роль приёмов основной обработки почвы при возделывании ярового ячменя

С. И. ВОРОНОВ[1], доктор биологических наук, директор (e-mail: vsi08@mail.ru)
В. П. ЗВОЛИНСКИЙ, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, научный руководитель[2], профессор[3] (e-mail: vpzvol@mail.ru)
Ю. Н. ПЛЕСКАЧЁВ, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник[1], профессор[3] (e-mail: pleskachiov@yandex.ru)
Н. И. МАТВЕЕВА[2], кандидат педагогических наук, зав. лабораторией (e-mail: nizvolinsky@yandex.ru)
Р. С. ГРАБОВ[3], аспирант (e-mail: rgrabov@yandex.ru)
[1]Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», ул. Агрохимиков, 6, пос. Новоивановское, Одинцовский р-н, Московская обл., 143026, Российская Федерация
[2]Прикаспийский аграрный федеральный научный центр, квартал Северный, 8, с. Соленое Займище, Черноярский р-н, Астраханская обл., 416251, Российская Федерация
[3]Волгоградский государственный аграрный университет, просп. Университетский, 26, Волгоград, 400002, Российская Федерация

Цель работы – определить влияние различных приёмов основной обработки почвы на урожайность ярового ячменя сортов Прерия и Волгоградский 08. Исследования проводили в Волгоградской области на светло-каштановых почвах в 2015–2017 гг. в двухфакторном опыте. Общая площадь посевных делянок первого порядка 580 м² (40 м × 14,5 м), второго – 288 м² (40 м × 7,2 м), учетная площадь – 160 м². Из трёх лет исследований один год был засушливый, ГТК составлял 0,65. Плотность почвы в слое 0…0,40 м после мелкой дисковой обработки была выше, чем в остальных вариантах. Наибольшее количество влаги в почве перед посевом ячменя отмечали в вариантах с чизельным рыхлением рабочими органами «РАНЧО» на глубину 0,35 м с оборотом пласта на 0,15 м и безотвальной обработкой ресурсосберегающим органом «РОПА» на глубину 0,35 м – 160,6 и 155,5 мм соответственно. Максимальная в опыте урожайность ярового ячменя сформирована в варианте с чизельным рыхлением рабочими органами «РАНЧО» на глубину 0,35 м с оборотом пласта на 0,15 м. В среднем за три года исследований она составила у сорта Прерия 2,58 т/га, у сорта Волгоградский 08 – 2,82 т/га. Минимальный в опыте сбор зерна отмечен после мелкой дисковой обработки БДТ-3 на глубину 0,10…0,12 м: у сорта Прерия – 1,90 т/га, Волгоградский 08 – 2,15 т/га.

Ключевые слова: *яровой ячмень (Hordéum vulgáre), урожайность, приёмы основной обработки почвы, чизелевание.*

Для цитирования: *Роль приёмов основной обработки почвы при возделывании ярового ячменя / С. И. Воронов, В. П. Зволинский, Ю. Н. Плескачёв и др. // Земледелие. 2020. № 2. С. 24–26. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10206.*

Российская Федерация занимает первое место в мире по площади посевов ячменя. Валовой сбор этой культуры по стране установился в пределах 14…20 млн т [1]. Для увеличения валового сбора и повышения урожайности ярового ячменя без наращивания площади посевов нужно совершенствовать технологии возделывания, использовать новые сорта, улучшать систему защиты посевов от вредителей, болезней и сорняков [2, 3].

Для ландшафтов Нижнего Поволжья наиболее актуальна разработка оптимальных и рациональных систем обработки почвы. Рациональная система обработки почвы способствует сохранению и повышению почвенного плодородия [4, 5]. При этом вопросы обработки почвы всегда были и остаются предметом дискуссий и исследований. Многие ученые подчеркивали важность правильного определения глубины и приёма обработки почвы [6, 7].

В подзоне светло-каштановых почв Волгоградской области ранее проводили работы по изучению эффективности различных приемов основной обработки [8, 9]. Однако научно-технический прогресс не стоит на месте. Появляются новые инновационные рабочие органы и орудия, использовать которые можно только после специального изучения в полевых условиях на современных сортах.

Цель работы – определить влияние различных приёмов основной обработки почвы на урожайность ярового ячменя сортов Прерия и Волгоградский 08.

Исследования проводили на опытном поле Волгоградского государственного аграрного университета в Учебном научно-производственном центре «Горная Поляна» в 2015–2017 гг. в двухфакторном опыте, схема которого предусматривала изучение следующих вариантов:

приёмы основной обработки почвы (фактор А): вспашка плугом ПН-4-35 на глубину 0,20…0,22 м (контроль); чизельная обработка рабочими органами «РАНЧО» с рыхлением на глубину до 0,35 м и оборотом пласта на 0,15 м; чизельная обработка рабочими органами «РОПА» с рыхлением до 0,35 м; мелкая дисковая обработка бороной БДТ-3 на глубину 0,10…0,12 м;

сорта ярового ячменя (фактор В): Прерия; Волгоградский 08.

Рабочий орган «РАНЧО» представляет собой чизельный рабочий орган, при использовании которого рыхление почвы идёт от долота. Перемещаемый по стойке отвал позволяет устанавливать величину оборачиваемого слоя от 0,10 до 0,15 м, независимо от глубины рыхления.

Чизельный рабочий орган «РОПА» предназначен для ресурсосберегающей обработки почвы с полосным углублением. Основной технологический процесс при его работе сводится к рыхлению почвы от долота и плоскорежущего крыла. Перемещение подрезной лапы вдоль стойки рабочего органа позволяет настраивать орудие на глубину сплошного рыхления до 0,20 м, независимо от полосного углубления (до 0,40 м).

Повторность опыта трехкратная. Общая площадь посевных делянок первого порядка 580 м² (40 м × 14,5 м), второго – 288 м² (40 м × 7,2 м), учетная площадь – 160 м². Предшественник озимая пшеница.

Содержание гумуса в пахотном (0…0,3 м) слое светло-каштановой почвы опытного участка составляло 1,7…1,8 % с постепенным уменьшением вниз по профилю. По наличию основных элементов питания почва характеризовалась следующими показателями: щёлочногидролизуемый азот по Корнфильду – 14,2…16,8 мг/100 г почвы, подвижный фосфор и калий (по Мачигину) – 2,7…3,1 мг/100 г почвы и 41,0…42,5 мг/100 г почвы, pH_{KCl} – 7,2 ед.

Весной, по мере созревания почвы, обычно в первой декаде апреля, участок

1. Агрометеорологические условия в годы исследования

Показатель	Годы			Среднемноголетнее значение
	2015	2016	2017	
Осадки за год, мм	311,7	546,0	394,3	386,9
в том числе:				
невегетационные	183,7	305,7	169,0	195,4
вегетационные	128,0	240,3	208,7	191,5
ГТК за вегетацию ячменя	0,65	1,54	0,95	0,74

обрабатывали тяжелыми зубовыми боронами БЗТС-1,0. Затем проводили предпосевную обработку культиваторами КПС-4 со стрельчатыми лапами на глубину 6…8 см и посев сеялками СЗ-3,6 поперек основной обработки. Уборку ячменя осуществляли селекционным комбайном «Террион-Сампо SR 2010».

2. Влияние приёмов основной обработки на плотность почвы (среднее за 2015–2017 гг.), т/м³

Основная обработка почвы	Слой почвы, м	Осенью после обработки	Весной перед посевом	Перед уборкой
Вспашка плугом ПН-4-35 на глубину 0,20…0,22 м (контроль)	0…0,1	0,96	1,02	1,24
	0,1…0,2	1,01	1,07	1,29
	0,2…0,3	1,14	1,12	1,37
	0…0,3	1,04	1,07	1,30
Чизельная обработка рабочими органами «РАНЧО» с рыхлением до 0,35 м и оборотом пласта на 0,15 м	0…0,1	0,98	0,99	1,21
	0,1…0,2	1,05	1,01	1,20
	0,2…0,3	1,04	1,06	1,26
	0…0,3	1,02	1,02	1,22
Чизельная обработка рабочими органами «РОПА» с рыхлением до 0,35 м	0…0,1	0,96	1,00	1,12
	0,1…0,2	1,02	1,06	1,22
	0,2…0,3	1,02	1,09	1,27
	0…0,3	1,00	1,05	1,20
Мелкая дисковая обработка БДТ-3 на глубину 0,10…0,12 м	0…0,1	0,97	1,05	1,31
	0,1…0,2	1,12	1,12	1,39
	0,2…0,3	1,15	1,16	1,42
	0…0,3	1,08	1,11	1,37
$НСР_{05}$		0,02	0,03	0,02

Из минеральных удобрений применяли простой суперфосфат, который вносили при посеве в норме 10 кг/га д.в. Гербициды, фунгициды и инсектициды в опыте не использовали. Семена ячменя перед посевом обрабатывали комплексным протравителем Витавакс 200 ФФ.

В годы исследований погодные условия значительно отличались, в частности, по количеству атмосферных осадков. В 2015 г. сложились наименее благоприятные, в сравнении с другими годами исследований, агрометеорологические условия. Недостаток осадков составил 18 % относительно среднемноголетних показателей. В 2016 г. отмечено превышение осадков над нормой на 43 %. В 2017 г. количество осадков практически соответствовало среднемноголетним значениям, при этом значительное их количество пришлось на период вегетации ячменя (табл. 1).

После осенней обработки дисковой бороной БДТ-3 на глубину 0,10…0,12 м плотность пахотного слоя почвы была значительно выше, чем после вспашки и глубокого рыхления (табл. 2). Если говорить о верхней части пахотного слоя, то значительных различий в плотности почвы после разных приёмов основной обработки не наблюдали. Перед посевом ячменя весной она была в нормальном диапазоне во всех вариантах обработки. При этом после глубокого рыхления рабочими органами «РАНЧО» на глубину 0,35 м с оборотом пласта на 0,15 м плотность почвы была равна 1,02 т/м³, после безотвальной обработки ресурсосберегающим органом «РОПА» с рыхлением на 0,35 м – 1,05 т/м³, в варианте с отвальной вспашкой плугом ПН-4-35 – 1,07 т/м³. Самая высокая в опыте величина этого показателя отмечена после мелкой обработки дисковой бороной БДТ-3 – 1,11 т/м³.

3. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом ячменя, мм

Основная обработка почвы	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее
Отвальная вспашка ПН-4-35 (контроль)	109,7	155,1	146,4	137,1
Чизельная обработка «РАНЧО»	129,5	185,8	166,4	160,6
Чизельная обработка «РОПА»	117,2	196,3	153,2	155,5
Мелкая дисковая обработка БДТ-3	84,9	140,3	138,3	121,2
$НСР_{05}$	5,6	7,4	6,8	

Самый большой запас продуктивной влаги в метровом слое почвы в наших опытах отмечен после чизельного рыхления рабочими органами «РАНЧО» и «РОПА» – 160,6 и 155,5 мм соответственно. При вспашке плугом ко времени посева ячменя в почве аккумулировалось137,1 мм продуктивной влаги, а в варианте с минимальной обработкой БДТ-3 – 121,2 мм (табл. 3).

Важный показатель структуры урожая зерновых культур – продуктивная кустистость. Его величина очень зависит от погодных условий, поэтому в засушливом 2015 г. она была наименьшей, в сравнении с влажными 2016 и 2017 гг. Приёмы основной обработки почвы влияли на все элементы структуры урожая и биометрические показатели ячменя. Так, при аналогичных погодных условиях у сорта Волгоградский 08 наибольшую высоту растений (58…67 см) обеспечивала чизельная обработка рабочими органами «РАНЧО», а наименьшую (44…55 см) – мелкая обработка БДТ-3. В этих же вариантах были соответственно наибольшие (8,0…9,0 см и 19…22 зёрен) и наименьшие (4,5…7,0 см и 12…15 шт.) длина колоса и количество зерен в колосе (табл. 4).

У сорта ячменя Прерия наибольшее количество зерен в колосе в среднем за годы проведения эксперимента составило 17,8 шт. в варианте с чизельной обработкой почвы рабочими органами «РАНЧО» с рыхлением на 0,35 м и оборотом пласта на 0,15 м. При этом масса 1000 зерен в среднем находилась на уровне 49,3 г. При использовании рабочего органа «РОПА» число зерен в колосе составляло в среднем 17,2 шт. при массе 1000 зерен 48,8 г.

В 2017 г. оба сорта ячменя показали лучшие результат по числу зерен и массе 1000 зерен по вспашке ПН-4-35: Волгоградский 08 – 21 шт. и 46,3 г, Прерия – 18 шт. и 45,5 г. В засушливом 2015 г. самые низкие величины этих показателей отмечены в варианте с мелкой дисковой обработкой почвы, однако и во влажные годы они были незначительно больше.

4. Биометрические показатели роста и развития ярового ячменя в зависимости от приёмов обработки почвы (среднее за 2015–2017 гг.)

Основная обработка почвы (фактор А)	Высота растения, см	Длина колоса, см	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г
Прерия (фактор В)				
Вспашка ПН-4-35 (контроль)	56	6,8	16,5	45,5
Чизельная обработка «РАНЧО»	59	7,6	17,8	49,3
Чизельная обработка «РОПА»	57	7,3	17,2	48,8
Мелкая дисковая обработка БДТ-3	48	5,4	12,5	41,6
Волгоградский 08 (фактор В)				
Вспашка ПН-4-35 (контроль)	59	7,8	18,1	45,7
Чизельная обработка «РАНЧО»	62	8,5	20,5	49,5
Чизельная обработка «РОПА»	60	8,1	19,7	47,9
Мелкая дисковая обработка БДТ-3	50	5,7	13,5	42,1
$НСР_{05}$ А	1,4	0,4	0,5	0,4
$НСР_{05}$ В	1,8	0,7	0,9	0,6
$НСР_{05}$ АВ	1,6	0,5	0,8	0,5

5. Влияние приёмов основной обработки светло-каштановой почвы на урожайность ячменя сортов Прерия и Волгоградский 08, т/га

Основная обработка почвы (фактор А)	Сорт (фактор В)	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее
Вспашка (контроль)	Прерия	1,69	2,85	2,25	2,26
	Волгоградский 08	1,93	2,98	2,57	2,49
	среднее	1,81	2,92	2,41	2.38
Чизельная «РАНЧО»	Прерия	1,99	3,12	2,63	2,58
	Волгоградский 08	2,27	3,25	2,94	2,82
	среднее	2,13	3,18	2,78	2,70
Чизельная «РОПА»	Прерия	1,72	3,02	2,49	2,41
	Волгоградский 08	1,98	3,15	2,79	2,64
	среднее	1,85	3,08	2,64	2,52
Мелкая дисковая	Прерия	1,11	2,55	2,05	1,90
	Волгоградский 08	1,34	2,75	2,36	2,15
	среднее	1,22	2,65	2,20	2,02
Среднее	Прерия	1,63	2,88	2,35	2,29
	Волгоградский 08	1,88	3,03	2,66	2,52
	Среднее	1,75	2,95	2,50	2,40
$НСР_{05}$ А		0,06	0,12	0,10	
$НСР_{05}$ В		0,10	0,12	0,14	
$НСР_{05}$ АВ		0,09	0,10	0,12	

Самая высокая урожайность в относительно типичные по метеорологическим условиям годы отмечена в варианте с чизельной обработкой рабочими органами «РАНЧО» с рыхлением на глубину 0,35 м и оборотом пласта на 0,15 м (табл. 5). Такая ситуация объясняется тем, что чизельное рыхление с оборотом пласта в качестве основной обработки почвы позволило сформировать наибольший запас доступной влаги в почве и уменьшить засоренность посевов.

В варианте с чизельной обработкой рабочими органами «РОПА» с рыхлением на глубину 0,35 м без оборота пласта в среднем за 3 года исследований урожайность ячменя сорта Прерия была на 0,17 т/га, а сорта Волгоградский 08 на 0,18 т/га меньше, чем в вариантах с рабочими органами «РАНЧО» При этом в 2016 г. разница между ними была недостоверной.

Наименьшая в опыте урожайность отмечена в варианте с мелкой обработкой почвы БДТ-3 по причине уменьшения количества продуктивной влаги в корнеобитаемом слое и увеличении засоренности посевов.

Из двух сортов, изучаемых в опыте, во все годы исследований и во всех вариантах основной обработки почвы урожайность более современного сорта Волгоградский 08 была выше, чем у сорта Прерия, на 0,15…0,31 т/га.

Таким образом, приёмы основной обработки оказывают влияние на плотность почвы и содержание в ней влаги при возделывании ярового ячменя. По воздействию на биометрические показатели, структуру урожая и фактическую урожайность сортов ярового ячменя Прерия и Волгоградский 08 отмечено преимущество чизельной обработки почвы орудием с рабочими органами «РАНЧО» на глубину 0,35 м с оборотом верхнего слоя на 0,15 м. Максимальный в опыте сбор зерна ячменя в среднем за 3 года отмечен в этом варианте у сорта Волгоградский 08 (2,82 т/га), минимальный – в варианте с мелкой дисковой обработки у сорта Прерия (1,90 т/га).

В условиях светло-каштановых почв Волгоградской области при возделывании сортов ярового ячменя Прерия и Волгоградский 08 в качестве приема основной обработки почвы можно рекомендовать чизельную обработку орудием с рабочими органами «РАНЧО» с рыхлением на глубину 0,35 м и оборотом пласта на 0,15 м.

Литература.

1. Алещенко П. И., Петров Н. Ю., Пинашкин Ю. Н. Влияние условий вегетации на семенную продуктивность ярового ячменя // Известия Нижневолжского университетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2010. № 3 (19). С. 56–63.

2. Тихонов Н. И., Авдеев А. А. Современное состояние производства ячменя // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2015. № 1 (37). С. 61–66.

3. Инновационные способы обработки почв при возделывании ячменя / Ю. Н. Плескачёв, И. Б. Борисенко, В. Ю. Мисюряев и др. // Плодородие. 2012. № 6. С. 18–19.

4. Лапина В. В., Смолин Н. В., Мурашов А. В. Влияние глубины заделки семян на полевую всхожесть и урожайность ячменя // Аграрный научный журнал. 2015. № 6. С. 20–24.

5. Тихонов Н. И. Адаптивная технология возделывания ячменя в Волгоградской области. Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2007. 34 с.

6. Long-term variations in soil organic matter under different tillage intensities / G. Valboa, A. Lagomarsino, G. Brandi et al. // Soil and Tillage Research. 2015. Vol. 154. P. 126–135.

7. Nouwakpoa, S. K., Songb J., Gonzalez J. M. Soil structural stability assessment with the fluidized bed, aggregate stability, and rainfall simulation/on long-term tillage and crop rotation systems // Soil and Tillage Research. 2018. Vol. 178. P. 65–71.

8. Новые технологии обработки почвы / И. Б. Борисенко, Е. А. Иванцова, Ю. Н. Плескачёв и др. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2012. № 1. (23) С. 14–16.

9. Петров Н. Ю., Петрова Н. А. Влияние приемов агротехники на урожайность ярового ячменя в условиях Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2009. № 1 (13). С. 49–51.

Role of tillage techniques in the cultivation of spring barley

S. I. Voronov[1], V. P. Zvolinskiy[2,3], Yu. N. Pleskachev[1,3], N. I. Matveeva[2], R. S. Grabov[3]

[1]Federal research center "Nemchinovka", ul. Agrochemikov, 6, pos. Novoivanovskoye, Odintsovskii r-n, Moscowskaya obl., 143026, Russian Federation

[2]Pricaspian agricultural Federal scientific center, kvartal Severnyi, 8, s. Solenoe Zaymishche, Chernoyarskii r-n, Astrakhanskaya obl., 416251, Russian Federation

[3]Volgograd state agrarian university, prosp. Universitetskii, 26, Volgograd, 400002, Russian Federation

Abstract. *The purpose of the work was to determine the effect of various tillage methods on the yield of spring barley of Preriya and Volgogradskyi 08 varieties. The research was carried out in the Volgograd region on light chestnut soils in 2015-2017 in a two-factor experiment. The total area of plots of the first order was 580 m2 (40 m x 14.5 m), the total area of plots of the second order was 288 m2 (40 m × 7.2 m); the accounting area was 160 m2. Among the years of the research, one year was dry, with the HTC being 0.65. The soil density in the layer of 0–0.40 m in the variant with shallow disking was higher than in the other variants. The greatest amount of moisture in the soil before sowing barley was noted in the variants with chisel loosening by RANCHO working bodies to the depth of 0.35 m with the soil overturning at 0.15 m and with nonmoldboard treatment by ROPA resource-saving body to the depth of 0.35 m: 160.6 mm and 155.5 mm, respectively. The maximum yield of spring barley in the experiment was obtained in the variant with chisel loosening by RANCHO working bodies to the depth of 0.35 m with the soil overturning at 0.15 m. On average over three years it was 2.58 t/ha in Preriya variety, 2.82 t/ha in Volgogradskyi 08 variety. Minimum grain yield was obtained in the variant with shallow disking with BDT-3 to the depth of 0.10–0.12 m: 1.90 t/ha in Preriya variety, 2.15 t/ha in Volgogradskyi 08 variety.*

Keywords: *spring barley (Hordeum vulgare); yield; tillage techniques; chiseling.*

Author details: *S. I. Voronov, D. Sc. (Biol.), director (e-mail: vsi08@mail.ru); V. P. Zvolinskiy, member of the RAS, D. Sc. (Agr.), scientific supervisor, prof. (e-mail: vpzvol@mail.ru); Yu. N. Pleskachev, D. Sc. (Agr.), chief research fellow, prof. (e-mail: pleskachiov@yandex.ru); N. I. Matveeva, Cand. Sc. (Ped.), head of laboratory (e-mail: nizvolinsky@yandex.ru); R. S. Grabov, post graduate student (e-mail: rgrabov@yandex.ru).*

For citation: *Voronov SI, Zvolinskiy VP, Pleskachev YuN, et al. [Role of tillage techniques in the cultivation of spring barley]. Zemledelie. 2020;(2):24-6. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-20200-10206.*

doi: 10.24411/0044-3913-2020-10207
УДК 664.617:633.13:1 925.116

Адаптивный потенциал сортов ярового овса селекции Омского аграрного научного центра

П. Н. НИКОЛАЕВ[1], кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией (e-mail: nikolaevpetr@mail.ru)
О. А. ЮСОВА[1], кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией (e-mail: ksanajusva@rambler.ru)
Н. И. АНИСЬКОВ[2], доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник (e-mail: i.safonova@vir.nw.ru)
И. В. САФОНОВА[2], кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник (e-mail: i.safonova@vir.nw.ru)
[1]Омский аграрный научный центр, просп. Королева, 26, Омск, 644012, Российская Федерация
[2]Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н. И. Вавилова, ул. Большая Морская, 42-44, Санкт-Петербург, 190000, Российская Федерация

Цель исследования – определить перечень адаптивных к варьирующим условиям Западной Сибири сортов овса селекции Омского аграрного научного центра для распространения их в сельскохозяйственном производстве. Эксперименты выполняли в 2011–2017 гг. в южной лесостепи Омской области. Условия 2011 и 2014 гг. были засушливыми (ГТК = 0,90 и 0,92), 2015 г. – сухими и холодными (0,70), 2013 г. – достаточно увлажненными (0,99), 2016 и 2017 гг. – сухими и жаркими (0,99). Материал для исследований – сорта Иртыш 13, Иртыш 21, Тарский 2, Памяти Богачкова, Скакун, Факел, Иртыш 23, Орион (стандарт). Рассчитывали экологическую пластичность – по Д. И. Баранскому, гомеостатичность – по В. В. Хангильдину, интенсивность – по Р. А. Удачину, экологическую стабильность – по Н. А. Соболеву, показатель уровня стабильности сорта – по Э. Д. Неттевичу. Все сорта по перечисленным параметрам уступали либо были на уровне стандарта, за исключением интенсивности. Она у Памяти Богачкова, Иртыша 13, Тарского 2 и Факела была равна 85,7…92,5, против 73,2 у стандарта. В среднем за период исследований ни один сорт по урожайности не превысил стандарт. Сорта, внесенные в Госреестр в 1988 и 1991 гг., в засушливые (Скакун) и сухие (Иртыш 13) годы формировали урожайность на уровне стандарта (разница 0,2…0,3 т/га). Продуктивность Памяти Богачкова, Тарского 2 и Иртыша 21 (включенных в 2000–2003 гг.) также находилась на уровне стандарта. Новый сорт Факел по урожайности превосходил стандарт как в сухие (на 0,2…1,6 т/га.) годы, так и при достаточном увлажнении (на 0,5 т/га). Согласно ранговой оценке наибольшей адаптивностью характеризовался стандарт (∑рангов = 12), близок к нему был Тарский 2 (15), Скакун и Иртыш 21 (18). По результатам кластерного анализа в одну группу со стандартом вошли сорта Иртыш 13, Тарский 2 и Факел. Именно их следует считать наиболее адаптивными для условий Западной Сибири.

Ключевые слова: *яровой овес (Avena sativa), урожайность, адаптивность, стабильность, пластичность, гомеостатичность, ранг.*

Для цитирования: *Адаптивный потенциал сортов ярового овса селекции Омского аграрного научного центра / П. Н. Николаев, О. А. Юсова, Н. И. Аниськов и др. // Земледелие. 2020. № 2. С. 27–31. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10207.*

Яровой овес – одна из самых значимых и распространенных высокоурожайных зерновых культур. На сегодняшний день в России посевы культуры занимают немногим более 3,3 млн га, то есть четвертое место после пшеницы, ячменя и кукурузы на зерно [1]. Выращивание овса дает возможность предоставить животноводству необходимое количество концентрированных сочных и грубых кормов. При этом пищевое использование продуктов переработки его зерна в РФ за последние несколько лет увеличилось на 10 % и составляет 350…370 тыс. т [2].

В Омской области из скромного ассортимента зернофуражных культур овес занимает второе место после ячменя. Площадь его посевов в 2018 г. составляла 114 тыс. га. В области допущено к использованию шесть конкурентноспособных пленчатых сортов. Их потенциал продуктивности довольно высок – 5,5…6,0 т/га. Вместе с тем, в резко континентальных условиях региона сбор зерна в благоприятные годы составляет 40…45 %, а в экстремальные 15…25 % от возможного. Учитывая тот факт, что в регионе неблагоприятные метеоусловия наблюдают довольно часто, возделывание сортов с высокой адаптивностью [3, 4] будет способствовать формированию устойчивых урожаев зерна [5, 6]. Поэтому селекция должна быть направлена на уменьшение варьирование урожайности [7, 8].

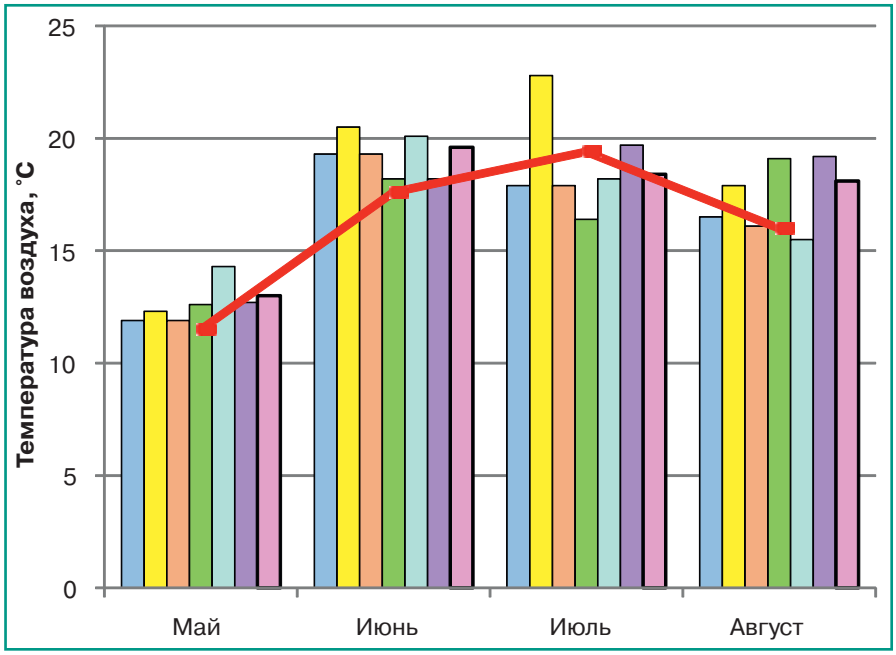


Рис. 1. *Температура воздуха в вегетационные периоды ярового овса: – 2011 г.; – 2012 г.; – 2013 г.; – 2014 г.; – 2015 г.; – 2016 г.; – 2017 г.; – среднемноголетняя.*

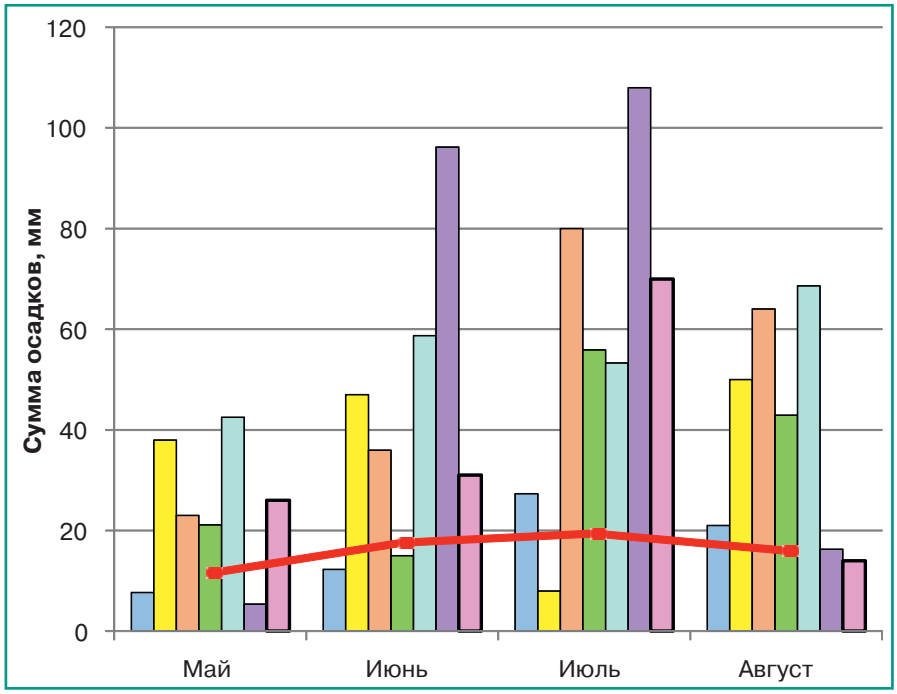


Рис. 2. *Количество осадков в вегетационные периоды ярового овса: – 2011 г.; – 2012 г.; – 2013 г.; – 2014 г.; – 2015 г.; – 2016 г.; – 2017 г.; – среднемноголетняя норма.*

Селекционерам необходима четкая, логично прогнозируемая и математически выраженная величина индивидуальной реакции сортов на окружающие условия, что на сегодня изучено недостаточно.

Цель исследования – определить перечень адаптивных к варьирующим условиям Западной Сибири сортов овса селекции Омского аграрного научного центра для распространения их в сельскохозяйственном производстве.

Эксперименты проводили в 2011–2017 гг. в ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» (южная лесостепь Западной Сибири) согласно методике ВИР по изучению коллекции ячменя и овса [9]. Почва опытного поля – среднемощная тяжелосуглинистая лугово-черноземная со следующими агрохимическими характеристиками: содержание гумуса (по Тюрину) – 6,72...6,81 %, подвижного фосфора – 100...119 мг/кг; обменного калия – 245...315 мг/кг почвы (по Смирнову), нитратного азота (по Кочергину) – 5,5 мг/кг, сумма поглощенных оснований – 31,90 мг-экв./100 г почвы, pH_{kcl} почвенного раствора – 6,5...6,8 ед. В составе катионов преобладает кальций (89,1 %), на магний приходится 11,0 % от общей емкости поглощения, натрия – менее 1 %.

Годы исследований характеризовались контрастными условиями. В 2011 и 2014 гг. они были засушливыми (ГТК = 0,90 и 0,92 соответственно), 2015 г. выдался сухим и холодным (ГТК = 0,70), 2013 г. – достаточно увлажненным (ГТК = 0,99). Зерновка в колосе образуется в третьей декаде июля и августе, поэтому метеоусловия этого периода оказывают непосредственное воздействие на урожайность. Согласно данным Омской ГМОС (рис. 1) температура мая и июня в течение всего периода исследований была значительно больше среднемноголетней (на 0,4...2,8 °С). Кроме того, превышение нормы наблюдали в июле 2012 г. (на 3,4 °С) и 2016 г. (на 0,3 °С), в августе 2011, 2012, 2014, 2016 и 2017 гг. (на 0,5...3,2 °С). Недостаточное увлажнение отмечали в мае и июне 2011 г. (70,0 и 68,3 % от среднемноголетнего количества соответственно), июне 2014 г. (83,3 % от нормы), июле 2012 г. (33,3 % от нормы). В 2016 г. засушливыми выдались май и август (49,1 и 97,8 % от среднемноголетнего количества). Недобор осадков в августе отмечен в 2017 г. (84,0 % от нормы). В остальные годы и периоды количество выпавших осадков в 2...3 раза превышало среднемноголетнее (рис. 2).

В качестве материала для исследований были выбраны 8 сортов ярового овса пленчатой формы (разновидность mutica, *A. sativa*) селекции ФГБНУ «ОмАНЦ» – Скакун (в Государственном реестре селекционных достижений РФ с 1988 г.), Иртыш 13 (1991 г.), Орион (1999 г., стандарт), Памяти Богачкова (2000 г.), Тарский 2 (2001 г.), Иртыш 21 (2003 г.), Факел (2018 г.), а также Иртыш 23 (снят с производства, но используется в селекционном процессе).

Рассчитывали следующие показатели адаптивности: экологическая пластичность (*О*) по Д. И. Баранскому [10]; гомеостатичность (*Hom*) – по В. В. Хангильдину [11]; реакция сортов на благоприятные условия выращивания – показатель интенсивности (*И*) – по Р. А. Удачину [12]; экологическая стабильность (St^2) – по Н. А. Соболеву [13]; показатель уровня стабильности сорта (*ПУСС*) – по Э. Д. Неттевичу [14].

Наиболее адаптивные сорта выделяли на основании суммы рангов по перечисленным характеристикам (1 ранг – более высокий).

Кластерный анализ проводили по методу Варда с помощью пакета STATISTICA 6 по следующим признакам: урожайность сортов с 2011 по 2017 гг., показатели стабильности – экологическая пластичность, гомеостатичность, интенсивность, экологическая стабильность, показатель уровня стабильности сорта [15].

Урожайность – важнейший показатель [16, 17] при оценке не только эффективности возделывания сорта, но и параметров экологической пластичности и стабильности сорта, поскольку позволяет судить об отзывчивости сорта на улучшение условий возделывания [18, 19]. Средняя по опыту урожайность сортов составила 4,1 т/га – от 3,7 до 4,2 т/га (табл. 1). Наибольший сбор зерна отмечен в 2015 и 2017 гг. – 5,4 и 5,3 т/га соответственно, при индексах условий среды I_j=+1,3 и +1,2. Самым низким он был в 2012 г. – 2,3 т/га при I_j = -1,7. Изменчивость урожайности всей исследуемой выборки значительна (C_V > 20 %).

В среднем за период исследований ни один сорт по урожайности

1. Выраженность и изменчивость урожайности сортов овса, т/га*

Сорт	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	X_i	C_V, %
Орион (St.)	4,3	2,5	4,2	4,0	5,5	3,1	5,1	4,1	25,5
Иртыш 13	3,7	2,2	3,9	3,6	5,7	3,0	4,9	3,9	30,0
Иртыш 21	4,1	2,4	4,3	4,2	5,4	3,0	5,9	4,2	29,3
Иртыш 23	4,0	2,4	4,6	3,8	3,7	2,5	5,2	3,7	27,3
Тарский 2	3,7	2,4	4,3	4,0	5,5	3,5	6,0	4,2	29,1
Памяти Богачкова	4,0	2,3	4,1	4,3	6,0	3,0	5,3	4,0	30,4
Скакун	4,1	2,2	3,8	4,3	5,0	2,8	4,5	3,8	25,8
Факел	3,5	2,3	4,7	2,7	5,9	4,7	5,3	4,2	32,5
X_j	4,0	2,3	4,4	3,9	5,4	3,2	5,3	4,1	–
I_j	-0,07	-1,7	+0,3	-0,2	+1,3	-0,9	+1,2	–	–
$НСР_{05}$	1,2	0,80	0,89	0,11	0,22	0,15	0,20	–	–
$S_{\bar{x}}$	–	–	–	–	–	–	–	00,1	0,8

** X_i – среднее по сорту, X_j – среднее по году, C_V – коэффициент вариации, I_j – индекс условий окружающей среды.*

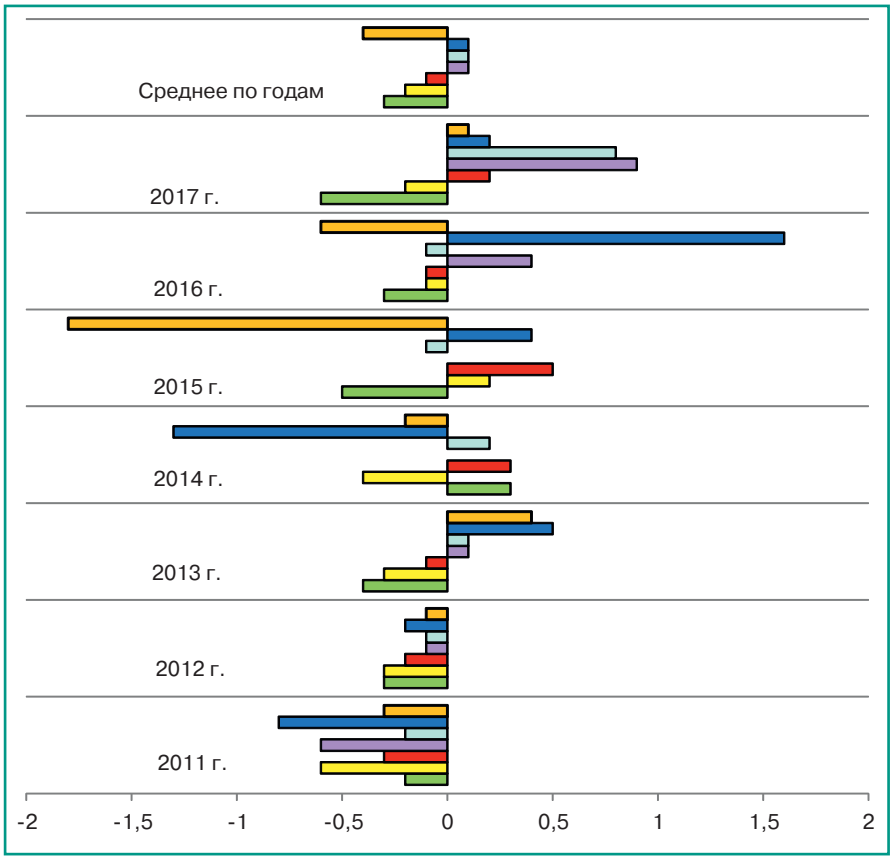


Рис. 3. *Отношения исследуемых сортов к стандарту по урожайности, т/га: — Иртыш 23; — Факел; — Иртыш 21; — Тарский 2; — Памяти Богачкова; — Иртыш 13; — Скакун.*

не превысил стандарт. Сбор зерна в значительной степени зависел как от метеоусловий периода вегетации, так и от года занесения сорта в Госреестр (рис. 3). Например, сорта, внесенные в Госреестр в 1988 и 1991 гг. формировали урожайность на уровне, либо незначительно превышая стандарт (на 0,2…0,3 т/га) в засушливые (Скакун) и сухие годы (Иртыш 13). Очевидно, что в указанный временной период селекцию вели, в основном, на засухоустойчивость, что отразилось на урожайности в среднем за период исследований, которая была на 0,1…0,2 т/га меньше, чем у стандарта. У сортов, включенных в Госреестр в более поздний период (2000–2003 гг.) – Памяти Богачкова, Тарский 2 и Иртыш 21, в контрастных по климатическим характеристикам периодах вегетации сбор зерна находился на уровне, либо незначительно превышали стандарт:

Памяти Богачкова и Иртыш 21 – на 0,2…0,3 …т/га в засушливом 2014 г.;

Памяти Богачкова – на 0,5 т/га в сухом и холодном 2015 г.;

Иртыш 21 и Тарский 2 – на 0,8…0,9 т/га в сухом и жарком 2017 г.;

Тарский 2 – на 0,6 т/га в сухом и жарком 2016 г.

На этом фоне положительно выделялся новый перспективный сорт Факел, который характеризовался прибавкой урожайности, по сравнению со стандартом, как в сухом и холодном 2015 г. (на 0,4 т/га), сухих и жарких 2016 и 2017 гг. (1,6 и 0,2 т/га соответственно), так и в условиях достаточного увлажнения 2013 г. (0,5 т/га).

Снятый с производства сорт Иртыш 23 отличался высоким сбором зерна только в условиях достаточного увлажнения 2013 г. – превышение над стандартом составило 0,4 т/га.

Для характеристики адаптивной способности сорта в математическом выражении в отечественной и зарубежной литературе предложен ряд методов, которые отличаются по степени сложности вычислений, информативности, объективности и разрешающей способности [19]. На первом этапе, для установления вклада генотипа и условий испытания, используют двухфактоный дисперсионный анализ (Б. А. Доспехов, Москва, 1985). Согласно результатам наших исследований, при формировании урожайности лимитирующими факторами были условия года (89,9 %), что подтверждает данные других авторов [20].

Один из первых способов оценки пластичности – метод, предложенный Д. И. Баранским [10]. При его использовании для расчета количественной величины экологической пластичности за основу взято следующее положение: изменение естественных условий вызывает варьирование размеров урожая, у одних сортов оно более сильное, у другие – нет. В связи с чем продуктивность первых будет изменяться сильнее. Очевидно, высокое варьирование признака – это результат повышенной пластичности сорта и наоборот. Пластичность (*О*) стандарта составляла 3,9. Все исследуемые сорта по величине этого показателя уступали стандарту, лишь Скакун находился на его уровне (*О* = 3,8).

При анализе по комплексному показателю, учитывающему одновременно уровень и стабильность сорта (*ПУСС*), урожайность стандартного сорта принимали за 100 %. У остальных исследуемых генотипов величина этого показателя была ниже – *ПУСС*=75,1…92,7 % (табл. 2). Самой высокой среди исследуемых сортов она была у сортов Тарский 2 и Иртыш 21 (*ПУСС*=92,7 и 91,8 % соответственно).

В. В. Хангильдин объединил стабильность продуктивности сорта с гомеостатичностью (*Hom*). Проявление низкого гомеостаза свидетельствует о сильной вариабельности урожаев при одних и тех же лимитирующих факторах [11]. В наших исследованиях гомеостатичность стандарта составляла 0,160 и ни один из исследуемых сортов его не превзошел.

2. Показатели стабильности и ранжирование сортов овса (2011–2017 гг.)

Сорт	Экологическая пластичность (*О*)		Гомеостатичность (*Hom*)		Интенсивность (*И*)		Экологическая стабильность (*St²*)		Показатель уровня стабильности сорта (*ПУСС*)		Сумма рангов
	X	ранг	*X*	ранг	*X*	ранг	*X*	Ранг	*X*, %	ранг	
Орион (St.)	3,9	1,0	0,160	1,0	73,2	7,0	0,93	1,0	100	2,0	12,0
Иртыш 13	3,4	4,0	0,131	6,0	89,7	2,0	0,91	3,0	78,0	6,0	21,0
Иртыш 21	3,4	4,0	0,143	3,0	83,3	4,0	0,91	3,0	91,8	4,0	18,0
Иртыш 23	3,5	3,0	0,133	5,0	75,7	6,0	0,92	2,0	75,1	9,0	25,0
Тарский 2	3,4	4,0	0,145	2,0	85,7	3,0	0,91	3,0	92,7	3,0	15,0
Памяти Богачкова	3,1	6,0	0,126	7,0	92,5	1,0	0,90	4,0	76,9	7,0	25,0
Скакун	3,8	2,0	0,145	2,0	73,7	8,0	0,93	1,0	84,3	5,0	18,0
Факел	3,1	6,0	0,118	8,0	85,7	3,0	0,89	5,0	75,7	8,0	30,0
$S_{\bar{x}}$	0,1	0,6	0,005	0,9	2,6	0,9	0,01	0,5	3,3	0,9	2,1

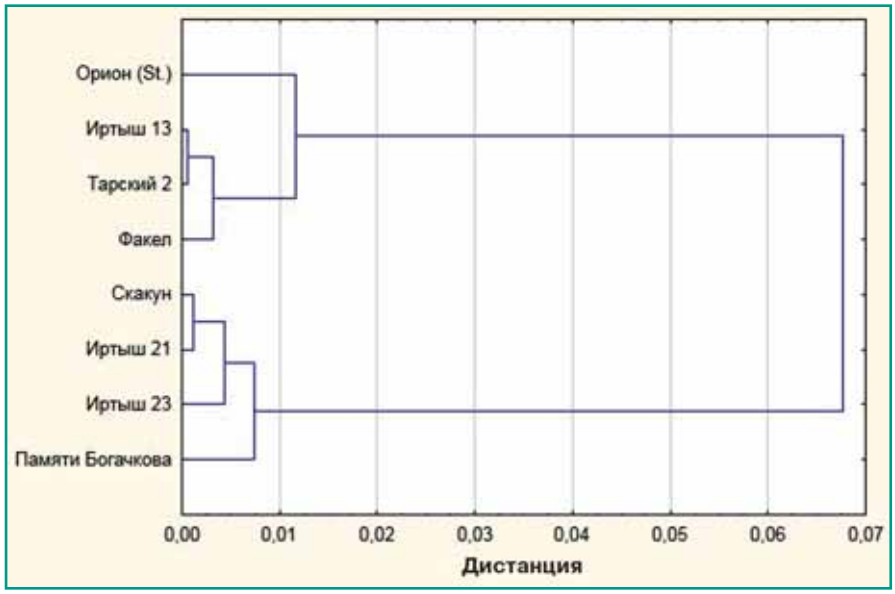


Рис. 4. *Распределение сортов овса по кластерам.*

Р. А. Удачин при выявлении адаптивных свойств, определял реакцию сорта на благоприятные условия через показатель интенсивности (*И*). Интенсивный сорт должен максимально использовать благоприятные агроэкологические факторы с целью увеличения урожайности [12]. По результатам проведенных расчетов, интенсивность стандарта составляла 73,2. На его уровне находились сорта Скакун, Орион, Иртыш 23: *И* = 73,2…75,7, что соответствует экстенсивному типу. По величине этого показателя стандарт превысили сорта Памяти Богачкова, Иртыш 13, Тарский 2, Факел: *И* = 85,7…92,5, что соответствует интенсивному типу.

Однин из факторов, определяющий адаптивность сорта, – стабильность его признаков [21]. Н. А. Соболев рассматривал экологическую стабильность по параметрам относительной стабильности признака (St^2), величина которого изменяется от 0 до 1 [13]. Чем больше величина показателя St^2, тем чаще сорт способен формировать высокую урожайность. Согласно результатам наших исследований, стабильность стандартного сорта Орион составляла 0,93. Ни один исследуемый сорт не превышал стандарт по величине этого показателя. Стабильностью на уровне стандарта характеризовались сорта Иртыш 23 и Скакун (St^2 = 0,93 и 0,92).

Используя разнообразные способы оценки сортов по параметрам экологической пластичности, для заключительной всесторонней оценки удобнее использовать их ранжирование по всем параметрам и оценку проводить по сумме рангов для каждого сорта. В наших исследованиях максимальной устойчивостью к контрастным условиям выращивания Западной Сибири характеризовался стандарт Орион (∑ рангов = 12). Наиболее близок к нему оказался сорт Тарский 2 (∑рангов = 15), далее следуют сорта Скакун и Иртыш 21 (∑ рангов = 18).

Учитывая противоречивость полученных данных, для окончательной оценки сортов по всем исследуемым параметрам, мы применили кластерный анализ. Согласно полученным данным, в одну группу со стандартом вошли сорта Иртыш 13, Тарский 2 и Факел (рис. 4). Очевидно, учитывая величины всех рассчитанных ранее показателей, именно их стоит считать наиболее адаптивной для контрастных условий Западной Сибири.

Во вторую группу вошли сорта Скакун, Иртыш 21, Иртыш 23 и Памяти Богачкова.

Таким образом, согласно различным методам оценки, наиболее адаптивными к варьирующим агроэкологическим условиям южной лесостепи Западной Сибири среди сортов ярового овса селекции Омского АНЦ оказались Иртыш 13, Тарский 2 и Факел, вошедшие в одну группу со стандартным сортом Орион.

Литература.

1. Лоскутов И. Г. Овес (*Avena* L.). Распространенин, систематика, эволюция, и селекционная ценность: монография. СПб.: ГНЦ РФ ВИР, 2007. 336 с.

2. Баталова Г. А. Зернофуражные культуры России // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2013. Т. 171. С. 131–135.

3. Сурин Н. А., Зобова Н. В., Ляхова Н. Е. Генетический потенциал и селекционная значимость ячменя Сибири // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. № 2. С. 378–386.

4. Karsai M. L. Multivariate Analysis of Traits determining Adaptation in cultivated Barley // Plant Breeding. 2001. Vol. 120. No. (3). Pp. 217–222.

5. Sarkar B. Identifying Superior feed Barley Genotypes using gge biplot for diverse Environments in India // Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. 2014. No. 1 (74). С. 26–33.

6. Holland J. B., Bjornstad A., Frey K. J. Recurrent selection for broad Adaptation Affects Stability of Oat // Euphytica. 2002. Vol. 126. No. 2. Pp. 265–274.

7. Косяненко Л. П. Серые хлеба в Восточной Сибири. Красноярск: Красноярский ГАУ, 2008. С. 299.

8. Юсова О. А., Васюкевич С. В. Оценка коллекционных образцов овса по продуктивности и биохимическим показателям в условиях Южной Лесостепи Западной Сибири // Вестник Алтайского Государственного аграрного университета. 2014. №7. С. 33–39.

9. Лоскутов И. Г., Ковалева О. Н., Блинова Е. В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. СПб.: ВИР, 2012. 63 с.

10. Баранский Д. И. Экологическая пластичность и ее роль в процессе перерождения сортосмеси // Вид. селекц. від. Одес. крайов. с.-г. досл. ст. 1926. Вып. II. С. 81–91.

11. Хангильдин В. В., Асфондиярова Р. Р., Секатуева Л. И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю урожайности // Селекция и семеноводство. 1997. № 2. С. 3–6.

12. Удачин Р. А., Головоченко А. П. Методика оценки экологической пластичности сортов пшеницы // Селекция и семеноводство. 1990. № 5. С. 2–6.

13. Соболев Н. А. Проблема отбора и оценки селекционного материала. Киев: Наук. Думка, 1980. С. 100–106.

14. Неттевич Э. Д., Моргунов А.И., Максименко М.И. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность, урожайность и качество зерна // Вестн. с/х науки. 1985. № 1. С. 66–73.

15. Дюран Б. Кластерный анализ. М.: Статистика, 2012. 130 с.

16. Muslimov M. G., Taimazova N. S., Arnautova G. I. Comparative Characteristics of Productivity Elements among film and Huskless forms of Oat // International Journal of Ecology and Development. 2017. Vol. 32. No. 4. Pp. 130–137.

17. Gadisovich M. B., Kurkiev K. U., Muslimov M. G. Comparative Characteristics of Productivity Elements among film and Huskless forms of Oat // International Journal of Green Pharmacy. 2017. Vol. 11. No. 3. pp. 502–507.

18. Povilaitis V. Relationship between Spring Barley productivity and Growing management in Lithuania's Lowland // Acta Agriculturae scandinavica. Section b: Soil and Plant Science. 2018. Vol. 1. No. 68. Pp. 86–95.

19. Hill C.B., Li C.Genetic Architecture of Flowering Phenology in cereals and Opportunities for crop Improvement // Frontiers in Plant Science. 2016. No. 7. P. 1906.

20. Адаптивный потенциал сортов овса селекции Омского аграрного научного центра / П. Н. Николаев, О. А. Юсова, С. В. Васюкевич и др. // Вестник НГАУ. 2019. № 1 (50). С. 42–51. doi: 10.31677/2072-6724-2019-50-1-42-51.

21. Hincha D.K., Zuther E., Obel N. Fructans from Oat and rye: Composition and Effects on Membrane Stability during drying // Biochimica et Biophysica Acta (bba) – Biomembranes. 2007. Vol. 178. No. 6. Pp. 1611–1619.

Adaptive potential of spring oats varieties bred in Omsk Agricultural Scientific Center

P. N. Nikolaev[1], O. A. Yusova[1], N. I. Anis'kov[2], I. V. Safonova[2]
[1]Omsk Agrarian Scientific Center, prosp. Koroleva, 26, Omsk, 644012, Russian Federation
[2]N. I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Growing, ul. Bol'shaya Morskaya, 42-44, Sankt-Peterburg, 190000, Russian Federation

Abstract. *The purpose of the study was to determine the list of oats varieties adaptive to the varying conditions of Western Siberia bred in Omsk Agricultural Scientific Center for their distribution in agricultural production. The experiments were performed in 2011–2017 in the southern forest-steppe of the Omsk region. Weather conditions in 2011 and 2014 were dry (HTC was 0.90 and 0.92), in 2015 the weather was dry and cold (HTC was 0.70). The year 2013 was sufficiently moist (HTC was 0.99), 2016 and 2017 were dry and hot (HTC was 0.99). Irtysh 13, Irtysh 21, Tarsky 2, Pamyati Bogachkova, Skakun, Fakel, Irtysh 23, Orion (standard) varieties were the material for the research. We calculated ecological plasticity according to Baransky's method, homeostaticity – according to Khangildin's method, intensity – according to Udachin's method, ecological stability – according to Sobolev's method, an indicator of the variety's stability level – according to Nettevich's method. All varieties were inferior to the standard or were at its level in all of the listed parameters, except for intensity. It was 85.7–92.5 in Pamyati Bogachkova, Irtysh 13, Tarskyi 2, and Fakel varieties, against 73.2 for the standard. On average, during the research period, not a single variety exceeded the standard for yield. Varieties, included in the State Register in 1988 and 1991, in the drought (Skakun) and dry (Irtysh 13) years, formed yield at the standard level (the difference was 0.2–0.3 t/ha). The productivity of Pamyati Bogachkova, Tarsky 2, and Irtysh 21 (included in 2000–2003) was also at the standard level. Fakel, a new variety, exceeded the standard in the yield both in dry years (by 0.2–1.6 t/ha) and with sufficient moisture (by 0.5 t/ha). According to the rank assessment, the standard was characterized by the highest adaptability (the sum of ranks was 12), Tarsky 2 (15), Skakun and Irtysh 21 (18) were close to it. According to the results of cluster analysis, Irtysh 13, Tarsky 2, and Fakel varieties were included in the same group as the standard. They should be considered the most adaptive for the conditions of Western Siberia.*

Keywords: *spring oats (Avena sativa); productivity; adaptability; stability; plasticity; homeostaticity; rank.*

Author Details: *P. N. Nikolaev, Cand. Sc. (Agr.), head of laboratory (e-mail: nikolaevpetr@mail.ru); O. A. Yusova, Cand. Sc. (Agr.), head of laboratory; N. I. Anis'kov D. Sc. (Agr.), senior research fellow; I. V. Safonova, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow.*

For citation: *Nikolaev PN, Yusova OA, Anis'kov NI, et al. [Adaptive potential of spring oats varieties bred in Omsk Agricultural Scientific Center]. Zemledelie. 2020;(2):27-31. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10207.*

doi: 10.24411/0044-3913-2020-10208
УДК 633.16:631.527:631.526.32(527.1)

Новый перспективный сорт ярового ячменя Омский голозерный 4

О. А. ЮСОВА[1], кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией (e-mail: ksanajusva@rambler.ru)
П. Н. НИКОЛАЕВ[1], кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией (e-mail: nikolaevpetr@mail.ru)
Н. И. АНИСЬКОВ[2], доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник (e-mail: aniskov@vir.nw.ru)
И. В. САФОНОВА[2], кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник (e-mail: i.safonova@vir.nw.ru)
Я. Б. БЕНДИНА[1], кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник (e-mail: yana17.17@mail.ru)
[1]Омский аграрный научный центр, просп. Королева, 26, Омск, 644012, Российская Федерация
[2]Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н. И. Вавилова, ул. Большая Морская, 42-44, Санкт-Петербург, 190000, Российская Федерация

Цель исследования – агробиологическая характеристика нового перспективного сорта Омский голозерный 4 для более активного распространения его в производстве. Работу проводили в 2014–2019 гг. в питомнике конкурсного сортоиспытания в степной и южной лесостепной зонах Омской области. В южной лесостепи схема эксперимента предусматривала посев четвертой культурой после пара и по пару. Материал для исследования – новый сорт ячменя Омский голозерный 4. В качестве стандарта выступал сорт Омский голозерный 2. В выборке для расчета экологической адаптивности (по S. A. Eberhart и W. A. Russell), а также доли вклада факторов (по Б. А. Доспехову) в изменчивость основных показателей продуктивности и качества зерна использовали данные по 12 сортам ячменя. Омский голозерный 4 достоверно превосходил стандарт по урожайности, как в степной зоне (на 0,4 т/га), так и в южной лесостепи при посеве четвертой культурой после пара и по пару (на 0,2…1,0 т/га). Содержание крахмала в зерне нового сорта было достоверно больше, чем у стандарта, на 0,5 %, при улучшении условий выращивания оно возрастало (b_i>1). Масса 1000 зерен превышала величину этого показателя у стандарта на 0,4 г. По содержанию в зерне белка и сырого жира, массе 1000 зерен и урожайности Омский голозерный 4 относится к сортам экстенсивного типа (b_i<1), а по первым двум признакам – характеризуется стабильностью их проявления (σ_d^2 =<1).

Ключевые слова: *яровой ячмень (Hordeum vulgare L.), сорт, агробиологическая характеристика, урожайность, головневые заболевания, качество зерна, стабильность, пластичность.*

Для цитирования: *Новый перспективный сорт ярового ячменя Омский голозерный 4 / О. А. Юсова, П. Н. Николаев, Н. И. Аниськов и др. // Земледелие. 2020. № 2. С. 31–35. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10208.*

Ячмень – незаменимая по многообразному использованию зерновая культура. В Российской Федерации он распространен на Северном Кавказе, Урале, в Сибири, Центрально-Черноземной и Нечерноземной зонах [1].

Безусловно актуальное направление селекция этой культуры – создание сортов без цветковых чешуй (пленки) [2], которые пригодны для использования в пищевой промышленности и животноводстве [3, 4, 5].

На сегодняшний день сортимент ячменя представлен в основном пленчатыми двурядными и многорядными сортами, однако созданы оригинальные голозерные сорта, к положительным характеристикам которых относится более высокая протеиновая питательность и, как следствие, повышенная энергетическая ценность [6, 7]. Преимущества голозерных сортов ячменя перед пленчатыми очевидны в силу таких характеристик, как отсутствие балласта (пленки). На ее долю может приходиться до 15 % массы зерновки. Использование зерна голозерных сортов в продовольственной промышленности позволяет обойтись без трудоемкого удаления пленки и увеличивает выход крупы на 15…20 % [2, 4].

Согласно литературным данным, снижение пленчатости зерна способствует повышению содержания крахмала [8] и белка, а также уменьшению количества клетчатки и лигнина [9]. Голозерный ячмень распространен в Канаде, Японии, США, Швеции, в которых на его долю приходится 95 % посевов культуры, а также в Китае, Корее, Японии (до 50 %). В РФ его площади незначительны в силу малого числа голозерных сортов, урожайность которых в сочетании с

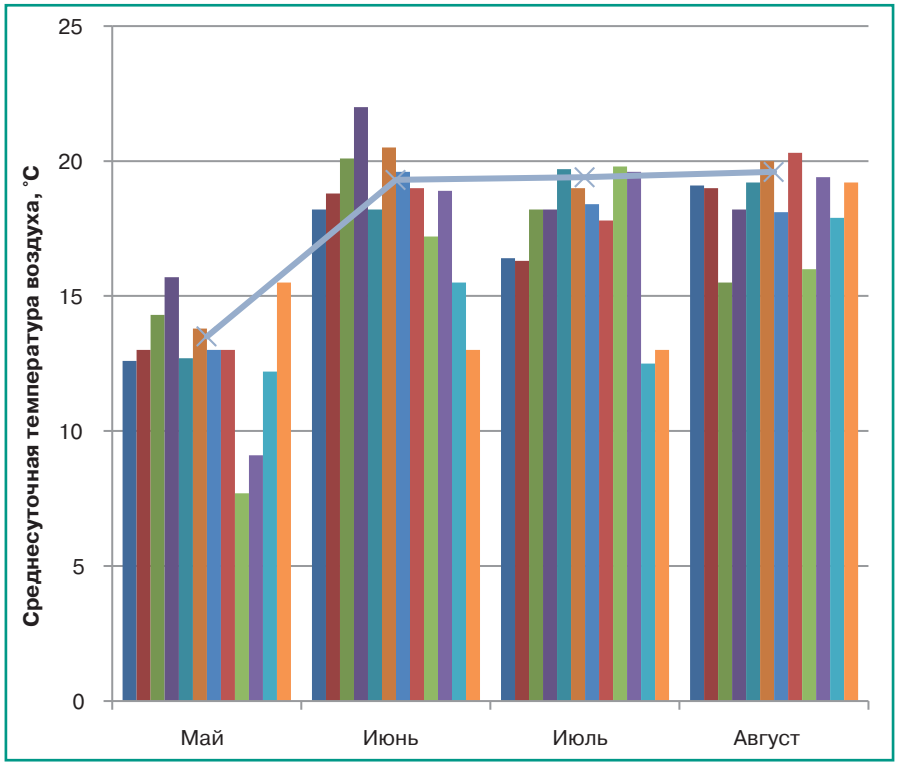


Рис. 1. *Среднесуточная температура воздуха вегетационных периодов ячменя согласно данным Омской ГМС: — южная лесостепь, 2014 г.; — степь, 2014 г.; — южная лесостепь, 2015 г.; — степь, 2015 г.; — южная лесостепь, 2016 г.; — степь, 2016 г.; — южная лесостепь, 2017 г.; — степь, 2017 г.; — южная лесостепь, 2018 г.; — степь, 2018 г.; — южная лесостепь, 2019 г.; — степь, 2019 г.; — среднемноголетние данные.*

устойчивостью к засухе, полеганию и болезням, а также высоким качеством зерна находилась бы на уровне лучших пленчатых генотипов [10, 11].

Сегодня в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ, включены 4 сорта голозерного ячменя: Омский голозерный 1 и Омский голозерный 2 (оригинатор ФГБНУ СибНИИСХ), Оскар (ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Красноярский научный центр СО РАН») и Нудум 95 (оригинатор Грязнов А.А.). В связи с изложенным, одна из первоочередных задач селекционеров – создание и распространение в производстве многорядных голозерных сортов ячменя широкого спектра использования, способных формировать высокий и качественный урожай зерна.

Цель исследования – агробиологическая характеристика нового перспективного многорядного голозерного сорта ячменя Омский голозерный 4 для его более активного распространения в производстве.

Исследования выполняли в питомниках конкурсного сортоиспытания (КСИ) в степной и южной лесостепной зонах Омской области в 2014–2019 гг.

Основная обработка почвы в обоих зонах включала послеуборочное лущение стерни и зяблевую вспашку. Обработка зяби состояла из закрытия влаги боронованием и последующей культивации на глубину 6…8 см. Посев осуществляли сеялкой СФК-7 на делянках площадью 10 м^2 в 4-х кратной повторности нормой 4 млн всхожих семян/га. Предшественник – мягкая яровая пшеница

В степной зоне срок посева – 15…16 мая. Почва опытного участка серая лесная, тяжелосуглинистого механического состава, мощность гумусового горизонта – 20…22 см. В пахотном горизонте содержание гумуса составляло 3,34 % [12], подвижного фосфора – 12 мг/100 г, обменного калия – 19,8 мг/100 г почвы [13], pH_{KCl} – 5,2 ед.

В южной лесостепной зоне посев проводил 20 мая четвертой культурой после пара и по пару. Почва экспериментального участка – среднемощная тяжелосуглинистая лугово-черноземная. Содержание гумуса [12] составляло 6,72…6,81 %, подвижного фосфора – 100…119 мг/кг, обменного калия – 245…315 мг/кг почвы [13], нитратного азота [14] – 5,5 мг/кг, сумма поглощенных оснований – 31,90 мг-экв./100 г почвы, pH_{KCl} – 6,5…6,8 ед.

Предмет исследований – новый сорт многорядного голозерного сорта ячменя Омский голозерный 4, включенный в Госреестр РФ в 2020 г. по Западно-Сибирскому региону (патент № 10851 от 31.01.2020 г.). В качестве стандарта выступал сорт Омский голозерный 2.

В выборке для расчета экологической адаптивности, а также доли

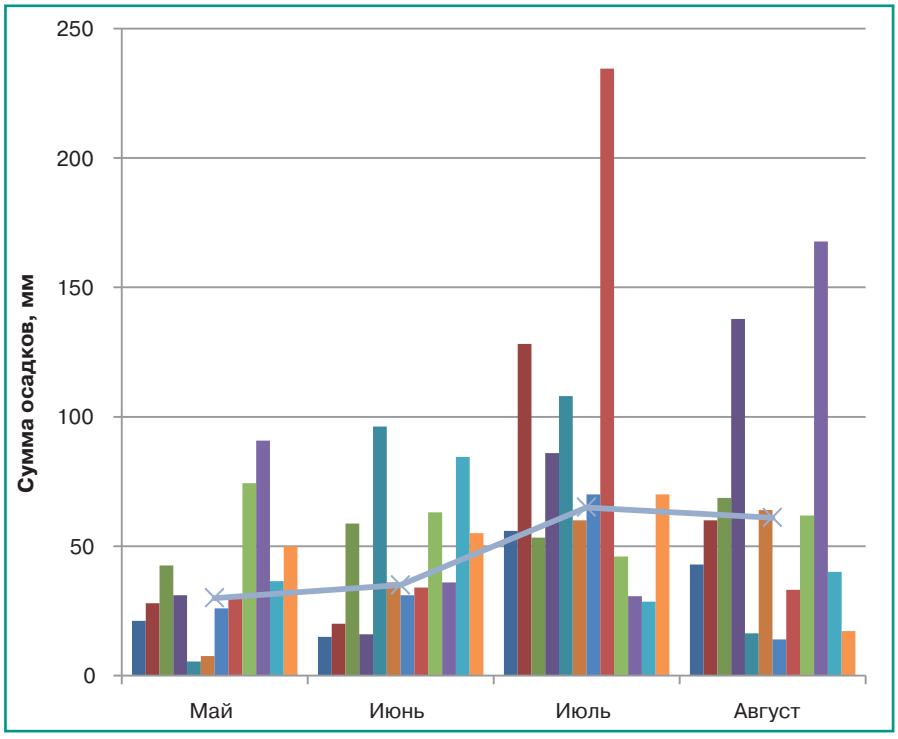


Рис. 2. *Сумма осадков вегетационных периодов ячменя согласно данным Омской ГМС: — южная лесостепь, 2014 г.; — степь, 2014 г.; — южная лесостепь, 2015 г.; — степь, 2015 г.; — южная лесостепь, 2016 г.; — степь, 2016 г.; — южная лесостепь, 2017 г.; — степь, 2017 г.; — южная лесостепь, 2018 г.; — степь, 2018 г.; — южная лесостепь, 2019 г.; — степь, 2019 г.; — среднемноголетние данные.*

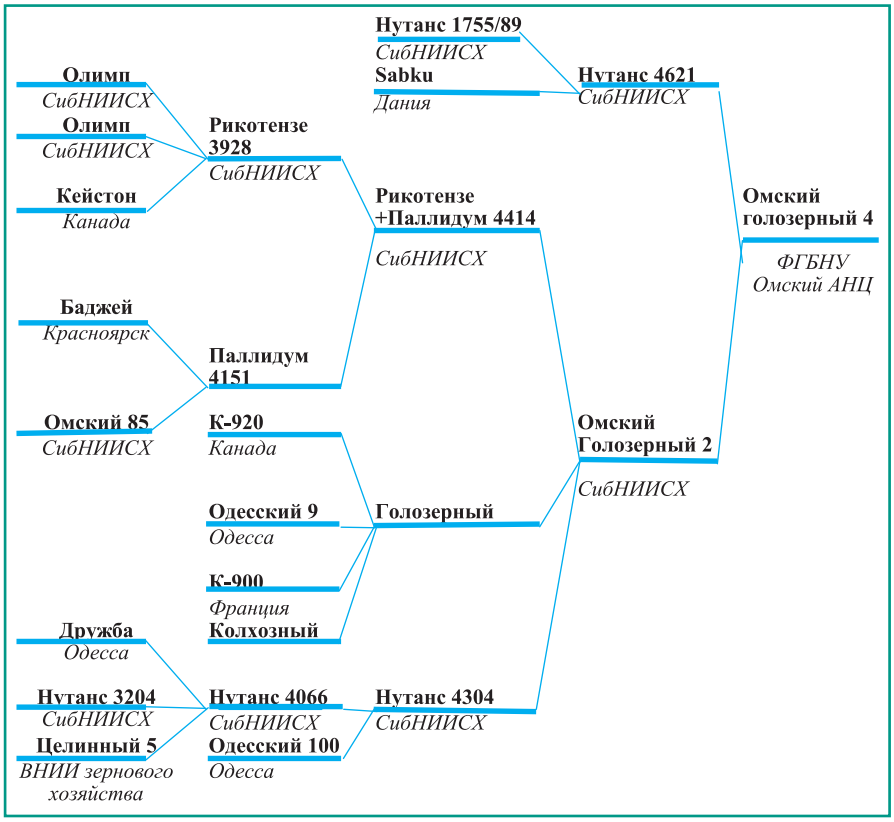


Рис. 3. *Родословная сорта ячменя ярового Омский голозерный 4.*

вклада факторов в изменчивость основных показателей продуктивности и качества зерна использовали данные 12 сортов ячменя (селекции Омского АНЦ), включенных в Госреестр РФ: Омский 91, Сибирский авангард, Саша, Омский 90, Омский 95, Омский 96, Омский 99, Омский 100, Подарок Сибири, Омский голозерный 1, Омский голозерный 2 и Омский голозерный 4.

Период исследований (2014–2019 гг.) характеризовался контрастными метеоусловиями (рис. 1, 2).

В 2015 г. температура воздуха в мае и июне в южной лесостепи превышала среднемноголетнюю на 2,2 °С, в степной зоне – на 0,8 °С. В 2016 г. май, июнь и август характеризовались соответственно пониженными (на 0,4…1,1 °С меньше нормы) и повышенными (на 0,3…1,2 °С больше нормы) температурами. В июле 2016 г. и июне 2017 г. в южной лесостепи температура была на 0,3 °С выше среднемноголетней, в степных условиях – на 0,3 °С ниже нормы. В июле 2018 г. теплую погоду наблюдали в обеих зонах – выше нормы соответственно на 0,4 °С и 0,2 °С. В 2019 г. только температура мая в степной зоне превышала среднемноголетнюю на 2 °С.

Период исследований характеризовался неравномерным распределением осадков в обеих зонах. Так, на фоне общего дефицита осадков в 2014 г., в июле в степи наблюдали переувлажнение – 197 % к среднемноголетней норме. В 2015 г. осадки ливневого характера в южной лесостепи отмечали в мае и июне (141,7 и 167,7 % к норме), в степной зоне – в июле и августе (132,7 и 225,9 % к среднемноголетнему количеству). В 2016 г. в южной лесостепи на фоне дефицита осадков мая и августа (18 и 26,7 % к норме) наблюдали избыточное увлажнение в июне и июле (148 и 166,2 %). В степной зоне май также характеризовался недостатком увлажнения (25 %), в остальные месяцы оно соответствовало норме. В 2017 г. отмечали дефицит осадков в августе в обеих зонах (22,9 и 33,2 % к норме) и их избыток в июле в степи (360,8 %). В 2018 г. наблюдали избыточное увлажнение в мае (247,7 и 302,7 %) и его недостаток в июле (70 и 30,7 %) в южной лесостепи и степи соответственно. Также избыток осадков отмечен в южной лесостепи в июне (180,3 %), в степи – в августе (274,9 % к норме). В 2019 г. отмечали осадки ливневого характера в степной зоне в мае (166,7 %), в степной и южной лесостепной – в июне (157,1 и 241,4 % к среднемноголетнему количеству); засушливые условия наблюдали в августе в обеих зонах (65,7 и 28,2 %) и июле в южной лесостепи (44 % к норме).

Средняя многолетняя величина ГТК (за период с температурой выше 10 °С) в районах исследований составляет 0,72, что позволяет охарактеризовать территорию проведения исследований, как засушливую. Достаточное увлажнение наблюдали в степной зоне в 2017 и 2018 гг. (ГТК = 1,05 и 1,07 соответственно). Условия сухого земледелия складывались в южной лесостепи в 2014 и 2017 гг. (ГТК = 0,65), в степи – в 2016 г. (ГТК = 0,68). Прочие периоды вегетации (в степной зоне в 2014 г., в южной лесостепи в 2017 и 2018 гг., в обеих зонах в 2015 и 2019 гг.) были засушливыми (ГТК = 0,79…0,93).

Агротехника возделывания ячменя – общепринятая для Западно-Сибирского региона [15, 16]. С использованием современных и традиционных методов оценивали устойчивость к головневым заболеваниям на искусственном фоне заражения по шкале ВИЗР, определяли содержание в зерне азота, сырого жира и крахмала [17]. Статистическую обработку выполняли методом двухфакторного дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (Москва, 1985), пластичность и стабильность исследуемых признаков рассчитывали по S. A. Eberhart, W. A. Russell [18].

Ячмень Омский голозерный 4 выведен в СибНИИСХ путем гибридизации сортов (Омский голозерный 2 × Нутанс 4621). Поскольку, согласно литературным данным, большое значение в селекции имеют как коллекция генетических ресурсов растений [19], так и местные формы [20, 21, 22], в качестве родительских форм выступал сортовой материал Федерального исследовательского центра «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова», а также полученные на его основе линии, адаптированные к местным экологическим условиям (рис. 3).

Создание сорта предусматривало следующие этапы:

2005 г. – гибридизация (Омский голозерный 2 × Нутанс 4621);

2006–2007 г. – размножение гибридов первого и второго поколений;

2008 г. – выделение методом индивидуального отбора 38 элитных высокопродуктивных растений (F_3);

2009 г. – полевые испытания элитных растений в селекционном питомнике первого года (СП-I);

1. Вклад факторов в изменчивость основных показателей продуктивности и качества зерна ячменя, %

Источник варьирования	Содержание в зерне			Масса 1000 зерен	Урожайность
	белка	крахмала	сырого жира		
Фактор А (годы)	92,7	52,5	62,3	76,6	62,5
Фактор В (сорта)	6,0	44,8	20,1	21,9	33,9
Взаимодействие (А × В)	1,3	2,7	17,6	1,5	3,6

2. Выраженность и изменчивость основных показателей качества зерна сорта Омский голозерный 4 (среднее за 2014–2019 гг.)

Сорт	Содержание в зерне						Масса 1000 зерен, г	
	белка, %		крахмала, %		сырого жира, %			
	lim	$\bar{x}$	lim	$\bar{x}$	lim	$\bar{x}$	lim	$\bar{x}$
Омский голозерный 2 (st.)	13,3...14,8	13,6	59,5...66,0	61,8	2,2...5,1	4,1	35,4...42,1	37,8
Омский голозерный 4	12,4...15,1	13,5	60,1...66,9	63,5*	2,7...5,0	3,9	34,6...45,6	38,2*
$S_{\bar{x}}$		0,50		1,3		0,3		0,8

** – различия достоверны при уровне значимости $p \le 0,05$.*

2010–2011 гг. – дальнейшие исследования 5 элитных линий в селекционном питомнике второго года (СП-II);

2012 г. – изучение лучших 3 линий в контрольном питомнике (КП);

2013–2016 гг. – изучение в питомнике конкурсного сортоиспытания (КСИ) самой урожайной линии (Целесте 4869);

В 2017 г. по итогам проведенных исследований созданный сорт получил наименование Омский голозерный 4 и был передан на ГСИ. В 2020 г. его включили в Госреестр РФ по Западно-Сибирскому (10) региону (патент №10851 от 31.01.2020 г.).

Новый перспективный сорт Омский голозерный 4 (разновидность целесте) относится к лесостепной экологической группе. Его положительные характеристики – среднеспелость, устойчивость к засухе и полеганию. При обмолоте до 20 % зерна может оставаться в пленке, не сросшейся с зерном. Отличительные особенности – среднерослость растений (69...87 см), прочная соломина; колос шестирядный, остистый, цилиндрической формы, средней длины, соломенно-желтый, рыхлый; ости длинные, зазубренные, грубые, глянцевитые, расположены параллельно колосу, в отдельные годы обладают антоциановой окраской, исчезающей при созревании; щетинка узкая, коротковолосистая; переход цветочной чешуи в ость постепенный, цветочная чешуя не срастается с зерновкой; зерно светло-желтого цвета, голое, полукруглое, средней крупности.

За годы испытания сорт Омский голозерный 4 на искусственном инфекционном фоне проявил практическую устойчивость к черной и пыльной головне (поражение 0...2 %), а также слабую восприимчивость к каменной головне (поражение 7,4...11,8 %).

На формирование белковости зерна (табл. 1) основное влияние оказывали условия выращивания (92,7 %). На содержание масла в зерне в наибольшей степени воздействовали условия года (62,3 %) при значительной доле влияния генотипа (20,1 %) и взаимодействия факторов генотип×среда (17,6 %). Значительный вклад в общую фенотипическую изменчивость содержания крахмала, массы 1000 зерен и урожайности вносил генотип (44,8 %, 21,9 % и 33,9 % соответственно) при основной доле влияния условий выращивания (52,5 %, 76,6 % и 62,5 %), что согласуется с результатами других исследователей [23].

В среднем за годы наблюдений содержание белка в зерне нового сорта составляло 13,6 % (12,4...15,1 %), что находится на уровне стандарта Омский голозерный 2 (табл. 2). По крахмалистости зерна Омский голозерный 4 достоверно превосходил стандарт на 1,7 %. Его масса 1000 зерен в среднем составила 37,8 г, что выше, чем у Омского голозерного 2, на 0,4 г.

Самую высокую урожайность сорт Омский голозерный 4 сформировал в южной лесостепи. Наибольшей она была при посеве ячменя по пару (5,4 т/га). В среднем за период исследований он превзошел стандарт, как в степной зоне (на 0,4 т/га), так и в зоне южной лесостепи: при посеве четвертой культурой после пара – на 0,2 т/га, по пару – на 1,0 т/га (табл. 3).

3. Выраженность и изменчивость урожайности сорта Омский голозерный 4 (среднее за 2014–2019 гг.), т/га

Сорт	Зона южной лесостепи				Степная зона	
	посев четвертой культурой после пара		посев по пару			
	lim	$\bar{x}$	lim	$\bar{x}$	lim	$\bar{x}$
Омский голозерный 2 (st.)	1,8...4,1	3,3	2,9...5,8	4,4	2,4...3,0	2,7
Омский голозерный 4	2,2...4,6	3,5	4,0...6,8	5,4	3,0...3,2	3,1
$НСР_{05}$		0,2		0,2		0,1

Пластичность сорта (b_i) приобретает особую значимость для повышения устойчивости производства зернофуражного зерна при происходящих глобальных изменениях климата. Величина этого показателя адаптивности по признаку содержание крахмала у нового сорта была больше 1 (табл. 4), то есть при улучшении условий выращивания крахмалистость его зерна возрастает. По признакам содержание в зерне белка, жира, масса 1000 зерен и урожайность коэффициент регрессии был меньше 1, следовательно, они мало зависят от условий выращивания.

S. A. Eberhart и W. A. Russell использовали также дополнительный параметр, который определяет степень изменчивости исследуемых сортов по отклонению от линии регрессии – варианту стабильности (σ^2_d) [18]. При ее снижении сокращается различие между теоретическими и практическими показателями, что означает более высокую устойчивость исследуемого признака. Согласно по-

4. Адаптивность основных показателей продуктивности и качества зерна сорта ячменя Омский голозерный 4 (2014–2019 гг.)*

Сорт	Белок		Крахмал		Сырой жир		Масса 1000 зерен		Урожайность	
	b_i	σ^2_d	b_i	σ^2_d	b_i	σ^2_d	b_i	σ^2_d	b_i	σ^2_d
Омский 91	1,14	0,50	0,39	2,10	1,27	0,12	1,59	3,58	1,19	0,47
Сибирский авангард	1,41	0,78	1,58	7,18	0,61	0,15	0,87	5,42	1,38	0,69
Саша	1,08	0,28	0,51	3,48	0,34	0,31	1,20	6,01	1,00	0,13
Омский 90	0,79	1,87	1,18	3,36	0,93	0,08	1,22	7,43	0,96	0,41
Омский 95	1,10	0,29	0,96	2,35	1,71	0,49	0,78	5,86	1,03	0,73
Омский 96	1,23	0,91	1,19	0,57	1,54	0,26	2,24	9,16	1,15	0,20
Омский 99	0,67	0,49	0,74	1,91	0,86	0,09	0,14	13,73	0,69	0,06
Омский 100	1,11	0,27	0,58	4,71	0,63	0,22	2,10	11,84	0,86	0,29
Подарок Сибири	0,92	0,37	1,12	5,01	0,90	0,18	1,37	10,24	1,21	0,03
Омский голозерный 1	0,88	0,40	1,33	2,11	1,05	0,12	0,93	10,21	1,31	0,11
Омский голозерный 2	0,69	0,67	1,35	4,15	1,31	0,75	0,10	7,86	0,78	0,17
Омский голозерный 4	0,97	0,36	1,08	1,16	0,85	0,44	0,33	27,37	0,45	1,66

** b_i – коэффициент регрессии (пластичность), σ^2_d – варианса стабильности.*

лученным данным, новый сорт характеризовался высокой стабильностью (σ_d^2<1) по содержанию в зерне белка и сырого жира.

Таким образом, в Омском аграрном научном центре создан новый перспективный голозерный сорт Омский голозерный 4, характеризующийся практической устойчивостью к черной и пыльной головне (поражение 0…2 %) и слабой восприимчивостью к каменной головне (поражение 7,4…11,8 %).

Он достоверно превосходил стандарт по урожайности, как в степной зоне (на 0,4 т/га), так и в зоне южной лесостепи (при посеве четвертой культурой после пара – на 0,2 т/га, по пару – на 1,0 т/га). В среднем за период исследований отмечали достоверное преимущество сорта Омский голозерный 4 над стандартом по содержанию в зерне крахмала (+0,5 %), при улучшении условий выращивания величина этого показателя будет возрастать (b_i>1). Кроме того, масса 1000 зерен у нового сорта была выше, чем у стандарта, на 0,4 г. По количеству белка и сырого жира в зерне, массе 1000 зерен и урожайности Омский голозерный 4 относится к сортам экстенсивного типа (b_i<1).

Новый сорт Омский голозерный 4 отличался высокой стабильностью (σ_d^2=<1) по содержанию в зерне белка и сырого жира.

Литература.

1. Кузина Е. В., Давлетшин Т. К., Силищев Н. Н. Эффективность биопрепарата Елена при выращивании ярового ячменя // Сельскохозяйственная биология. 2010. № 4. С. 100–104.

2. Грязнов А. А. Безостые и голозерные сорта как диверсификаторы сортового разнообразия культуры ячменя // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. 2014. № 70. С. 186–192.

3. Губанова В. М., Губанов М. В. Изучение голозерных сортообразцов по продуктивности, биохимическому составу и физическими свойствами семян в северной лесостепи Тюменской области // Национальная Ассоциация Ученых. 2015. Т. 3-7. № 8. С. 56–58.

4. Грязнов А. А. Особенности селекционной работы с голозерным ячменем // Известия высших учебных заведений. Уральский регион. 2017. № 2. С. 103–109.

5. Цандекова О. Л., Неверова О. А. Особенности голозерного ячменя в оценке продуктивности и качества зерна (обзор) // Зерновое хозяйство России. 2017. Т. 5. № 53. С. 12–15.

6. Оценка продуктивности и адаптивных свойств сортов ярового ячменя в условиях Сибирского Прииртышья / П. В. Поползухин, П. Н. Николаев, Н. И. Аниськов и др. // Земледелие. 2018. №. 3. С. 40–43. doi:10.24411/0044-3913-2018-10309.

7. Николаев П. Н., Юсова О. А., Поползухин П. В. Оценка адаптивного потенциала сортов ярового ячменя селекции ФГБНУ «Омский АНЦ» // Земледелие. 2019. № 1. С. 30–35. doi: 10.24411/0044-3913-2019-10110.

8. Качество и биохимия зерна ячменя / Е. П. Зинкевич, С. Б. Гридина, Г. Б. Лёвкина и др. // Вестник ВСГУТУ. 2014. Т. 4. № 49. С. 40–44.

9. Заушинцена А. В., Чернова Е. В. Формирование продуктивности у голозерного ячменя // Агро XXI. 2008. № 10-12. С. 23–25.

10. Долженко Д. О., Кривобочек И. И., Бобаченко В. И. Создание нового исходного материала для селекции голозерного ячменя // Нива Поволжья. 2009. № 3. С. 27–31.

11. Сурин Н. А. Адаптивный потенциал сортов зерновых культур сибирской селекции и пути его совершенствования (пшеница, ячмень, овес). Новосибирск: ИЦ ГНУ СибНСХБ Россельхозакадемии, 2011. С. 10–20.

12. Тюрин И. В. Курс почвоведения для лесных ВТУЗов. М.-Л.: Гос. изд-во колх. и совх. лит., 1933. 311 с.

13. Агрохимия / под ред. П. М. Смирнов, Э. А. Муравин 2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1984. 304 с.

14. Кочергин А. Е. Итоги изучения удобрений в Западной Сибири // Действие удобрений на урожай и его качество: Сб. науч. тр. М., 1965. С. 127–135.

15. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под общ. ред. М. А. Федина. М.: Агропромиздат, 1985. 263 с.

16. Лоскутов И. Г., Ковалева О. Н., Блинова Е. В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. Спб.: Гос. науч. учреждение Всероссийский науч.-исслед. ин-т растениеводства им. Н.И. Вавилова, 2012. 63 с.

17. Плешков Б. В. Практикум по биохимии растений. М.: «Колос», 1985. 256 с.

18. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing vaties // Ctop. Sci. 1966. Vol. 6. No. 1. Pp. 36–40.

19. Prikaziuk Y. G. Specific Features of wild Barley (*Hordeum spontaneum* C.Koch) Varieties distribution connection with species origin Problem // Eastern european Scientific Journal. 2013. No. 5. Pp. 20–21. doi: 10.12851/EESJ201310ART05.

20. Клыков А. Г., Моисеенко Л. М., Муругова Г. А. Оценка адаптивности сортообразцов ярового ячменя по продуктивности в Приморском крае // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 2. С. 27–29.

21. Du J. B., Yuan S., Chen Y. E. Comparative expression Analysis of dehydrins between two Barley varieties, wild Barley and tibetan hulless Barley associated with different stress resistance // Acta Physiologiae Plantarum. 2011. Vol. 33. No. 2. Pp. 567–574. doi: 10.1007/s11738-010-0580-0.

22. Nevo E. Evolution of wild Barley at «Evolution Canyon»: Adaptation, speciation, pre-agricultural collection, and Barley improvement // Israel Journal of Plant Sciences. 2015. Vol. 62. No. 1-2. Pp. 22–32. doi: 10.1080/07929978.2014.940783.

23. Донцова А. А., Филиппов Е. Г., Донцов Д. П. Особенности наследования массы 1000 зерен гибридами F1 и F2 ярового ячменя // Молодежь и наука. 2014. № 2. С. 3.

New promising variety of spring barley Omskii Golozernyi 4

O. A. Yusova[1], P. N. Nikolaev[1], N. I. Anis'kov[2], I. V. Safonova[2], Ya. B. Bendina[1]

[1]Omsk Agrarian Scientific Center, prosp. Koroleva, 26, Omsk, 644012, Russian Federation

[2]Federal Research Center the Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), ul. Bol'shaya Morskaya, 42-44, Sankt-Peterburg, 190000, Russian Federation

Abstract. *The purpose of the study was the agrobiological characteristic of a new promising variety 'Omskii Golozernyi 4' for its more active distribution in production. The work was carried out in 2014–2019 in the nursery of competitive variety testing in the steppe and southern forest-steppe zones of the Omsk region. In the southern forest-steppe, the experimental design involved seeding as the fourth crop after fallow and directly after fallow. The new barley variety 'Omskii Golozernyi 4' was the material for the research. Omskii Golozernyi 2 variety was a standard. In the sample, data for 12 varieties of barley were used for the calculation of environmental adaptability (according to S. A. Eberhart and W. A. Russell), as well as the share of the factors' contribution (according to B. A. Dospekhov) to the variability of the main indicators of productivity and grain quality. Omskii Golozernyi 4 significantly exceeded the standard in the yield, both in the steppe zone (by 0.4 t/ha) and in the southern forest-steppe when it was sown as the fourth crop after fallow and directly after fallow (by 0.2–1.0 t/ha). The starch content in the grain of the new variety was significantly higher than that of the standard, by 0.5 %, while the cultivation conditions improved, it increased (bi was more than 1). The weight of 1000 grains exceeded the value of this indicator in the standard by 0.4 g. According to the protein and raw fat content in the grain, the weight of 1000 grains and the yield, Omskii Golozernyi 4 belongs to the varieties of the extensive type (bi is less than 1), and according to the first two signs it is characterized by the stability of their manifestation (square sigma(d) is equal or less than 1).*

Keywords: *spring barley (Hordeum vulgare L.); variety; agrobiological characteristic; productivity; smut diseases; grain quality; stability; plasticity.*

Author Details: *O. A. Yusova, Cand. Sc. (Agr.), head of laboratory (e-mail: ksanajusva@rambler.ru); P. N. Nikolaev, Cand. Sc. (Agr.), head of laboratory (e-mail: nikolaevpetr@mail.ru); N. I. Anis'kov, D. Sc. (Agr.), senior research fellow (e-mail: i.safonova@vir.nw.ru); I. V. Safonova, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow (e-mail: i.safonova@vir.nw.ru); Ya. B. Bendina, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow (e-mail: yana17.17@mail.ru).*

For citation: *Yusova OA, Nikolaev PN, Anis'kov NI, et al. [New promising variety of spring barley Omskii Golozernyi 4]. Zemledelie. 2020;(2):31-5. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10208.*

doi: 10.24411/0044-3913-2020-10209
УДК 633. 34:632.954:541.144.7(470.31)

Влияние гербицидов Дуал Голд, Зенкор и Фабиан на фотосинтетическую деятельность посевов сои в условиях Центрального Нечерноземья

В. К. ХРАМОЙ[1], доктор сельскохозяйственных наук, зав. кафедрой (e-mail: v.hramoy@yandex.ru)
Т. Д. СИХАРУЛИДЗЕ[1], кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
О. В. РАХИМОВА[1], кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Е. В. ГУРЕЕВА[2], кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
[1]Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127550, Российская Федерация
[2]Институт семеноводства и агротехнологий – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», ул. Парковая, 1, с. Подвязье, Рязанский р-н, Рязанская обл., 390502, Российская Федерация

Исследования проводили с целью изучения влияния почвенных гербицидов Дуал Голд, Зенкор и повсходового гербицида Фабиан в отдельности и совместно на засорённость посевов и фотосинтетическую деятельность скороспелого сорта сои Магева. Работа выполнена в условиях Центрального района Нечерноземной зоны в 2011–2013 гг. Почва дерново-подзолистая супесчаная содержание гумуса (по Тюрину) – 1,1...1,2 %, подвижного калия и фосфора (по Кирсанову) – 71...80 и 228...252 мг/кг почвы соответственно, $pH_{сол}$ – 5,6...5,8. Схема опыта включала 6 вариантов: без гербицидов (контроль); Дуал Голд, КЭ (960 г/л) – 1,5 л/га; Зенкор, СП (700 г/кг) – 1,0 кг/га; Фабиан, ВДГ (450 +150 г/кг) – 100 г/га; Дуал Голд, КЭ + Фабиан, ВДГ – 1,2 л/га + 80 г/га; Зенкор, СП + Фабиан, ВДГ – 0,8 кг/га + 80 г/га. Опыт заложен методом рендомизированных повторений в 4-х кратной повторности. Площадь делянки 25 м². Наибольшее влияние на фотосинтетическую деятельность посевов сои оказали гербициды Дуал Голд и Зенкор. Благодаря эффективному угнетению сорняков они увеличивали, по сравнению с контролем (без гербицидов), площадь листьев в 1,5...2,1 раза, фотосинтетический потенциал – в 1,5...1,6 раза, чистая продуктивность фотосинтеза – в 1,2...1,3 раза, накопление биомассы – в 2,3 раза. Наименьшую эффективность демонстрировал Фабиан: фотосинтетический потенциал увеличился, по сравнению с контролем, на 12,5 %, накопления сухого вещества – на 72,4 %. Совместное применение довсходовых препаратов Дуал Голд и Зенкор с повсходовым гербицидом Фабиан хотя и обеспечивало более длительное угнетение сорняков и увеличение площади листьев, но не повышало накопление сухого вещества, по сравнению с применением одних довсходовых гербицидов, из-за снижения чистой продуктивности фотосинтеза.

Ключевые слова: *соя (Glycin max. L.), гербициды, биомасса, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза.*

Для цитирования: *Влияние гербицидов Дуал Голд, Зенкор и Фабиан на фотосинтетическую деятельность посевов сои в условиях Центрального Нечерноземья / В. К. Храмой, Т. Д. Сихарулидзе, О. В. Рахимова и др. // Земледелие. 2020. №2. С. 36–38. doi:10.24411/0044-3913-2020-10209.*

Соя – теплолюбивая культура. При этом продолжительность периода вегетации самых скороспелых ее сортов в условиях Центрального района Нечерноземной зоны составляет 90 дн. и более [1]. Для устойчивого вызревания даже их приходится высевать в среднеранние сроки, когда температурный режим ниже требований биологии этой культуры, что приводит к увеличению длительности периода посев–всходы, замедлению роста растений на начальном этапе вегетации, и, как следствие, к сильному засорению посевов. Поэтому в условиях Нечерноземной зоны невозможны высокие урожаи сои без применения гербицидов [2]. Выбор гербицида зависит от сортовых особенностей культуры, природно-климатических условий и видов сорных растений, наиболее распространённых в конкретном регионе.

В литературе имеются сведения о влияние на засоренность посевов и урожайность сои традиционных гербицидов Пульсар, Лазурит, Фроньтие оптима, Гезагард, Комманд, Галакси, Базагран, Лонтрал, полученные в условиях Дальнего Востока и южных регионов России на таких среднеспелых и позднеспелых сортах, как Соната, Лидия, Гармония, ВНИИМК 9186 [3, 4, 5]. В связи с расширением посевов культуры в Нечерноземной зоне возникла необходимость в изучении эффективности традиционных и новых гербицидов на скороспелых сортах. К особенностям природно-климатических условий Нечерноземной зоны с одной стороны можно отнести пониженные температуры воздуха в начале вегетационного периода, способствующие сильному засорению посевов на этом этапе, с другой стороны, повышенное количество осадков во второй половине вегетации (июль–август), вызывающее вторую волну сорняков. В связи с этим применяемые гербициды должны обладать пролонгированным действием.

Цель исследований – изучить влияние почвенных гербицидов Дуал Голд и Зенкор и повсходового гербицида Фабиан на засорённость посевов и фотосинтетическую деятельность сои в условиях Центрального района Нечерноземной зоны.

Работу проводили на опытном поле Калужского филиала РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева в 2011–2013 гг. Определяли количество и массу сорняков, площадь листьев и накопление сухого вещества посевами сои, рассчитывали фотосинтетической потенциал и чистую продуктивность фотосинтеза. Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, содержание гумуса (по Тюрину) – 1,1...1,2 %, подвижного калия и фосфора (по Кирсанову) – 71...80 и 228...252 мг/кг почвы соответственно, $pH_{сол}$ (ГОСТ 26483-85) – 5,6...5,8.

Схема опыта включала 6 вариантов: без гербицидов (контроль); Дуал Голд, КЭ (960 г/л) – 1,5 л/га; Зенкор, СП (700 г/кг) – 1,0 кг/га; Фабиан, ВДГ (450 +150 г/кг) – 100 г/га; Дуал Голд, КЭ + Фабиан, ВДГ – 1,2 л/га + 80 г/га; Зенкор, СП + Фабиан, ВДГ – 0,8 кг/га + 80 г/га.

Опыт заложен методом рендомизированных повторений в 4-х кратной повторности. Площадь делянки 25 м².

1. Влияние гербицидов на количество и сухую массу сорняков в посевах сои (среднее 2011–2013 гг.)

Вариант	Количество сорняков, шт./м²		Сухая масса сорняков, г/м²	
	цветение	налив семян	цветение	налив семян
Без обработки (контроль)	231±48,0	280±21,3	174±51,0	296±45,2
Дуал Голд	74±26,0	37±23,0	47±24,2	74±38,2
Зенкор	46±5,9	55±20,4	48±33,6	202±65,3
Фабиан	136±28,0	82±19,4	99±48,0	216±52,0
Дуал Голд + Фабиан	62±25,2	32±7,5	41±16,0	67±34,0
Зенкор + Фабиан	72±24,5	34±3,7	35±18,4	96±40,8

Технология подготовки почвы традиционная для зоны. Предшественник овёс. После его уборки осуществляли зяблевую вспашку на глубину 19...20 см, весной – ранневесеннее боронование, внесение калийных удобрений (60 кг/га д.в.) общим фоном, предпосевную культивацию на глубину 6...8 см. Семена перед посевом инокулировали заводским штаммом ризобий А-636 и высевали 5...8 мая (в зависимости от года исследований). Опыты проводили на скороспелом сорте сои Магева («Рязанский НИИСХ»): период вегетации – 83...99 дн., необходимая сумма активных температур от посева до уборки – 1680...1780 °С, высота растений – 58...76 см, прикрепления нижнего боба – 15...16 см, содержание сырого белка в семенах – 41,2 %, жира – 18,3 %. Стабильно созревает на семена, пригоден к их уборке без десикации [6]. Норма высева 600 тыс. шт./га всхожих семян. Гербициды вносили согласно схеме опыта: Зенкор и Дуал Голд – через 2 дня после посева (без заделки в почву), Фабиан – в фазе 2...3 листьев у сои (через 20 дн. после всходов).

Метеоусловия в период исследований были не вполне благоприятными для сои. В 2011 г. на фоне повышенных температур воздуха осадков выпало на 26 % меньше нормы (290 мм). В 2012 г. при повышенном количестве осадков наблюдали резкие колебания температуры воздуха. В период стеблевания и налива семян температура воздуха опускалась ниже 11°С, что критично для сои. В 2013 г. за май–июль осадков выпало в 3 раза больше нормы (215 мм), вследствие чего произошло переувлажнение почвы. Температура воздуха в июне была на 2,1 °С выше нормы (16,2 °С), а в июле в отдельные дни опускалась ниже 12 °С.

В полевом опыте использовали общепринятые методы [7]. Учет сорняков проводили в фазах цветения и налива семян. Площадь листьев определяли методом «высечек», фотосинтетический потенциал (ФСП) и чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) – расчетным методом по А. А. Ничипорович [8].

На дерново-подзолистой супесчаной почве с низким содержанием гумуса и без применения азотных удобрений развитие сои и сорняков в начале вегетации было замедленным, поэтому сплошного затенения растений сои сорными растениями не отмечали. Это можно рассматривать как один из аргументов в пользу отказа от применения азотных удобрений под бобовые культуры при органической системе земледелия. В дальнейшем в контроле наблюдали постоянное увеличение количества и сухой массы сорняков: в фазе цветения в среднем за 3 года до 231 шт./м² и 174 г/м², в фазе налива бобов – соответственно до 280 шт./м² и 296 г/м² (табл.1).

2. Высота растений, площадь листьев и фотосинтетический потенциал посевов сои (среднее за 2011–2013 гг.)

Вариант	Высота растений, см		Площадь листьев, тыс. м²/раст.		Фотосинтетический потенциал, тыс. м² дн./га
	цветение	налив семян	цветение	налив семян	входы-налив семян
Без обработки (контроль)	24,6	48,0	7,6	7,7	534
Дуал Голд	26,3	54,9	12,5	16,5	846
Зенкор	25,6	50,0	11,5	15,5	792
Фабиан	21,6	49,9	9,1	12,2	601
Дуал Голд + Фабиан	26,1	56,6	11,9	18,7	865
Зенкор+ Фабиан	24,6	54,0	11,7	19,3	869
$НСР_{05}$	5,56	6,79	3,3	5,6	

Гербициды имели разную эффективность. В начале вегетации лучше всего подавляли развитие сорняков Зенкор и Дуал Голд – сухая масса сорняков в вариантах с этими препаратами была в 3,6...3,7 раза меньше, чем в контроле. При этом Дуал Голд обладал более длительным периодом действия, чем Зенкор, и в фазе налива семян сухая масса сорняков в варианте с его применением была в 2,7 раза меньше, чем при использовании Зенкора, и в 4,0 раза меньше, чем в контроле. Наиболее эффективным было совместное применение довсходового гербицида Дуал Голд и повсходового гербицида Фабиан. Сухая масса сорняков в фазе цветения в этом варианте была достоверно меньше, чем в контроле, в 4,2 раза, в фазе налива семян – в 4,4 раза. Наименьшую эффективность имел повсходовый гербицид Фабиан, который снижал массу сорняков, по сравнению с контролем, соответственно в 1,8 и в 1,4 раза [9, 10].

Соя характеризуется медленным ростом в начале вегетации. Высота растений в фазе цветения составила 20,6...26,1 см, в фазе налива семян – 48,0...56,6 см. К фазе цветения сорняки не оказывали существенного влияния на высоту растений сои, так как не было её сплошного затенения. В фазе налива семян наблюдали достоверное (НСР = 6,79) увеличение высоты растений в вариантах с Дуал Голд и Дуал Голд + Фабиан, по сравнению с контролем, на 6,9 и 8,6 см соответственно (табл. 2).

Наибольшая площадь листьев в посевах сои отмечена в фазе налива семян. При использовании гербицидов она была в 1,6...2,5 раз больше, чем в контроле. Следует отметить, что в варианте без применения химических средств борьбы с сорной растительностью прироста площади листьев после фазы цветения практически не наблюдали, в то время как при их использовании она увеличилась на 32...65 %. Наибольшей эффективностью отличался Дуал Голд, а наименьшей – Фабиан. Совместное применение гербицидов Дуал Голд и Зенкор с Фабианом оказывало большее воздействие, чем их самостоятельное применение.

Фотосинтетический потенциал посевов изменялся пропорционально площади листьев. Применение Зенкора и Дуал Голд увеличивали его, по сравнению с контролем, на 48,3 и 58,4 % соответственно. При совместном применении довсходовых гербицидов с повсходовым препаратом Фабиан обеспечивали повышение ФСП на 62,7 %. Наименьшее воздействие на его увеличиние оказывал Фабиан – 12,5 %.

Накопление биомассы в начале вегетации проходило очень медленно. К фазе цветения за 52 дня посевы накопили 27,7...31,7 % сухого вещества от максимальной его величины в опыте, только в контроле накопление составило 44,2 %. Суточный прирост сухого вещества за этот период в вариантах с гербицидами составил 16,3...23,1 кг/га, в контроле – 13,8 кг/га. В период образования и налива бобов интенсивность накопления сухого вещества увеличилась до 53,0...75,4 кг/га и 24,6 кг/га соответственно.

Наибольшее накопление сухого вещества растениями сои наблюдали в вариантах Зенкор + Фабиан, Дуал Голд и Зенкор – 38,6...38,0 ц/га, что в

3. Максимальное накопление биомассы и чистая продуктивность фотосинтеза (2011 – 2013 гг.)

Вариант	Накопление биомассы (сухое вещество), ц/га				Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м² в сутки
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	в среднем	в среднем за 2011–2013 гг.
Без обработки (контроль)	12,5	14,9	21,4	16,3	3,0
Дуал голд	37,9	40,1	36,8	38,3	4,5
Зенкор	38,2	42,1	33,8	38,0	4,8
Фабиан	20,1	34,7	32,7	28,1	4,7
Дуал Голд + Фабиан	37,1	37,3	36,2	36,8	4,3
Зенкор+ Фабиан	35,2	44,3	36,4	38,6	4,4
$НСР_{05}$	5,1	4,9	5,7	7,5	

2,4 раза больше, чем в контроле. При использовании сочетания Дуал Голд + Фабиан отмечена тенденция снижения величины этого показателя, по сравнению с лучшими вариантами, хотя количество и масса сорняков в этом варианте были минимальными в опыте. Вероятно, это связано с угнетением растений сои при совместном применении указанных гербицидов. Наименее эффективным оказался гербицид Фабиан – накопление сухого вещества в этом варианте было достоверно выше (в 1,8 раза), чем в контроле, но ниже (в 1,4 раза), чем в лучших вариантах (табл. 3).

Применение гербицидов обеспечивало увеличение чистой продуктивности фотосинтеза посевов сои. В нашем опыте ЧПФ в контроле составила 3,0 г/м² в сутки, при внесении химических средств борьбы с сорной растительностью – 4,3...4,8 г/м² в сутки. Наиболее высокой она была в варианте с Зенкором (4,8 г/м²), при использовании Дуал Голд, Дуал Голд + Фабиан и Зенкор + Фабиан ЧПФ отчетливо снижалась.

Таким образом, в результате проведённых исследований установлено, что наибольшее влияние на фотосинтетическую деятельность посевов сои сорта Магева оказывают препараты Дуал Голд и Зенкор. Благодаря эффективному угнетению сорняков они обеспечивают увеличение площади листьев, по сравнению с контролем (без гербицидов), в 1,5...2,1 раза, ФСП – в 1,5...1,6 раза, ЧПФ – в 1,2...1,3 раза, накопление биомассы – в 2,3 раза. Наименьшей эффективностью отличался Фабиан: прибавка к контролю ФСП составила 12,5 %, накопления сухого вещества – 72,4 %.

Совместное применение довсходовых гербицидов Дуал Голд и Зенкор с повсходовым гербицидом Фабиан, хотя и способствовало более длительному угнетению сорняков и увеличению площади листьев, но не обеспечивало роста накопления сухого вещества, по сравнению с применением одних довсходовых гербицидов, из-за снижения чистой продуктивности фотосинтеза.

Литература.

1. Сихарулидзе Т. Д., Храмой В. К. Влияние температурного режима на продолжительность вегетационного периода и урожайность сои в условиях центрального Нечерноземья // Известия ТСХА. 2017. Вып. 4. С. 32–40.

2. Инновационная технология возделывания сои в хозяйствах Центрального района Нечерноземной зоны: библиотечка «в помощь консультанту» (методическое пособие) / Е. В. Гуреева, М. П. Гуреева, Т. А. Фомина и др. // Москва: ФГУ «Российский центр сельскохозяйственного консультирования», 2008. 34 с.

3. Коломийцев Ф. Б., Синеговская В. Т., Филимонов А. А. Эффективность средств защиты растений в посевах сои в Амурской области // Земледелие 2010. № 3. С. 38–39.

4. Валеева З. Б., Даулетов Б. С. Защита сои от сорняков в дельте Волги // Земледелие. 2013. № 7. С. 44–46.

5. Мороховец В. Н., Басай З. В., Мороховец Т. В. Гербицид Лазурит для защиты посевов сои // Земледелие. 2013. № 5. С. 35–36.

6. Гуреева Е. В., Ушакова Е. Ю. Магева – универсальный сорт сои // Вестник РАСХН. 2011. № 6. С. 43–45.

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

8. Ничипирович А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах: методы и задачи учета в связи с формированием урожаев. М.: АНСССР, 1961. 135 с.

9. В. З. Веневцев, Е. В. Гуреева, В. К. Храмой и др. Эффективность гербицидов в посевах сои в условиях Центрального района Нечерноземной зоны // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2015. № 4. С. 56–57.

10. Храмой В. К., Сихарулидзе Т. Д. Засорённость посевов и урожайность семян сои в условиях Калужской области при использовании гербицидов // Плодородие 2015. № 4. С. 18–21.

Influence of Dual Gold, Sencor and Fabian herbicides on the photosynthetic activity of soybean crops under conditions of the Central non-Black Soil Zone

V. K. Khramoy[1], T. D. Sikharulidze[1], O. V. Rakhimova[1], E. V. Gureeva[2]

[1]Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ul. Timiryazevskaya, 49, Moskva, 127550, Russian Federation
[2]Institute of Seed-Growing and Agrotechnology, Federal Scientific Agricultural Engineering Center of All-Russian Mechanization Institute, ul. Parkovaya, 1, s. Podvyaz'e, Ryazanskii r-n, Ryazanskaya obl., 390502, Russian Federation

Abstract. *The studies aimed at examination of the influence of Dual Gold, Sencor soil herbicides and Fabian post-emergence herbicide separately and together on the crops' infestation and the photosynthetic activity of Mageva fast-ripening soybean variety. This work was carried out under conditions of the Central region of the non-Black Soil Zone in 2011–2013. The soil was sod-podzolic sandy loam, the humus content (according to Tyurin) was 1.1–1.2%, the content of mobile potassium and phosphorus (according to Kirsanov) was 71–80 and 228–252 mg/kg, respectively, pH(salt) was 5.6–5.8 units. The experimental design included six options: without herbicides (control); Dual Gold EC (960 g/L), 1.5 L/ha; Sencor WP (700 g/kg), 1.0 kg/ha; Fabian WDG (450 +150 g/kg), 100 g/ha; Dual Gold EC + Fabian WDG, 1.2 L/ha + 80 g/ha; Sencor WP + Fabian WDG, 0.8 kg/ha + 80 g/ha. The test was laid down by the method of randomized repetitions and it was repeated 4 times. The plot area was 25 m2. Dual Gold and Sencor herbicides had the greatest influence on the photosynthetic activity of soybean crops. Due to the effective inhibition of weeds, they increased, compared to the control (without herbicides), the leaf area – 1.5–2.1 times, the photosynthetic potential – 1.5–1.6 times, the net productivity of photosynthesis – 1.2–1.3 times, biomass accumulation – 2.3 times. Fabian showed the least efficiency: photosynthetic potential increased, compared with the control, by 12.5%, accumulation of dry matter grew by 72.4%. The combined use of Dual Gold and Sencor pre-emergence preparations with Fabian post-emergence herbicide provided longer suppression of weeds and an increase in leaf area but did not increase the accumulation of dry matter, compared with the use of pre-emergence herbicides alone, due to a decrease in the net productivity of photosynthesis.*

Keywords: *soybean (Glycin max. L.); herbicides; biomass; photosynthetic potential; net photosynthesis productivity.*

Author Details: *V. K. Khramoy, D. Sc. (Agr.), head of department (e-mail: v.hramoy@yandex.ru); T. D. Sikharulidze, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.; O. V. Rakhimova, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.; E. V. Gureeva, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow.*

For citation: *Khramoy VK, Sikharulidze TD, Rakhimova OV, et al. [Influence of Dual Gold, Sencor and Fabian herbicides on the photosynthetic activity of soybean crops under conditions of the Central non-Black Soil Zone]. Zemledelijeë. 2020;(2):36-8. Russian. doi:10.24411/0044-3913-2020-10209.*

doi: 10.24411/0044-3913-2020-10210
УДК 633.15:581.93

Зональные особенности сегетального компонента агрофитоценозов кукурузы восточной части Уральского региона

А. Э. ПАНФИЛОВ[1], доктор сельскохозяйственных наук, профессор (e-mail: al_panfilov@mail.ru)
Н. И. КАЗАКОВА[1], кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: kni1711@yandex.ru)
И. Н. ЦЫМБАЛЕНКО[2], кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник (e-mail: kniish@ketovo.zaural.ru)
[1]Южно-Уральский государственный аграрный университет, ул. Гагарина, 13, Троицк, Челябинская обл., 457100, Российская Федерация
[2]Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, ул. Белинского, 112 а, Екатеринбург, 620142, Российская Федерация

Резюме. *В 2019 г. проведено экспедиционно-маршрутное исследование с целью выявления зональных закономерностей формирования видовой и групповой структуры сорного компонента в посевах кукурузы в восточной части Уральского региона для обоснования зональных систем защиты растений. Сбор материала осуществляли в производственных посевах в семнадцати географических пунктах: 3 – в лесолуговой зоне, 1 – в горно-лесной, 5 – в северной лесостепной, по 4 пункта – в южной лесостепной и степной зонах. Учетные площадки по 0,25 м² закладывали в двенадцатикратной повторности на засоренных и чистых от сорняков фонах. Ядро сегетальной флоры агрофитоценозов кукурузы составляют 16 ботанических видов, принадлежащих к трем агробиологическим группам: многолетние корнеотпрысковые, малолетние однодольные и малолетние двудольные сорняки. Соотношение агробиологических групп в различных зонах обусловлено характером увлажнения. Сравнительно стабильна по зонам (от 22 до 24 %) доля многолетних сорняков. В лесолуговой и горно-лесной зонах более половины фитомассы приходится на малолетние двудольные виды; в степной происходит их вытеснение злаковыми растениями. Максимальное разнообразие (38 видов) наблюдали в лесолуговой и горно-лесной зонах, в которых азональные сорняки дополнены многолетними и малолетними двудольными мезофитами. При продвижении с северо-запада на юго-восток региона происходит обеднение состава сегетальных сообществ в результате уменьшения числа представленных ботанических видов, родов и семейств, а также замещение части мезофитных видов ксероморфными. На фоне ботанического обеднения сегетального компонента сохраняется его агробиологическое разнообразие, что требует разработки и применения эффективных схем длительного контроля засоренности, дифференцированных для различных почвенно-климатических зон. По мере аридизации климата отмечено уменьшение надземной сегетальной фитомассы (с 346 г/м² сухого вещества в лесолуговой и горно-лесной зонах до 165 г/м² – в степной). Однако наибольшую вредоносность сорняков для культуры наблюдали в засушливой части региона на фоне острой конкуренции за ресурсы влаги.*

Ключевые слова: *кукуруза (Zea mais L.), Уральский регион, почвенно-климатические зоны, засоренность, видовой состав, ботаническое и агробиологическое разнообразие, вредоносность.*

Для цитирования: *Панфилов А. Э., Казакова Н. И., Цымбаленко И. Н. Зональные особенности сегетального компонента агрофитоценозов кукурузы восточной части Уральского региона // Земледелие. 2020. № 2. С. 39–43. doi:10.24411/0044-3913-2020-10210.*

Сегетальная растительность в посевах сельскохозяйственных культур Урала представлена более чем 100 видами [1], при этом в агрофитоценозах различных культур присутствуют как общераспространенные, так и специфические виды [2]. По мнению Ю. Я. Спиридонова [3], наиболее вредоносны сорняки в посевах пропашных культур. В посевах кукурузы их вредоносность составляет 40 % и более [4, 5, 6] и возрастает при продвижении культуры с юга на север. Это вызвано рядом обстоятельств. Во-первых, уменьшается продолжительность периода от схода снега до начала посева кукурузы [7]. В результате бóльшая часть сорняков всходит и прорастает после посева, что резко снижает эффективность предпосевной обработки почвы в регулировании их численности. Во-вторых, адаптированные к условиям региона раннеспелые гибриды отличаются сравнительно низкой облиственностью и малым габитусом растения, что существенно снижает проективное покрытие и приводит к увеличению продолжительности гербакритического периода [8]. В-третьих, пониженный температурный фон в начале вегетации замедляет стартовый рост культурных растений и дополнительно снижает конкурентоспособность кукурузы, по сравнению с сорняками.

Исследования, проведенные на территории лесостепи Зауралья, позволяют выделить несколько аспектов вредоносности сорняков в отношении культуры. Серьезный ущерб наносит конкуренция за ресурсы влаги. На засоренных фонах суммарное водопотребление кукурузы увеличивается на 5…7 %, а коэффициент эвапотранспирации на единицу урожая повышается в 3…4 раза [9]. Этот фактор становится более значимым в южных, засушливых зонах. В северной части региона на первый план выходит конкуренция за элементы минерального питания. Она связана с тем, что сорные растения выносят большее количество макроэлементов, чем культура: злаковые сорняки в 1,5…2,0 раза, двудольные – в 2,0…2,5 раза [10]. При этом в засоренных посевах на долю сорняков приходится 75…80 % общего выноса азота, фосфора и калия всеми компонентами агроценозов.

Будучи культурой фотосинтетической группы С4, кукуруза чувствительна не только к интенсивности, но и к спектральному составу солнечной радиации [11]. По данным Н. И. Казаковой с соавторами [12] в чистых от сорняков посевах паренхима листьев кукурузы содержит от 0,17 до 0,32 % хлорофилла, в то время как в засоренных – 0,10 до 0,19 %. Кроме того, максимум его содержания в листьях сорняков наступает значительно раньше, чем у кукурузы. Это создаёт конкуренцию за ресурсы света, несмотря на то, что этот фактор на Урале не относится к числу лимитирующих урожайность сельскохозяйственных культур. Конкуренция обостряется тем, что сорняки, особенно просовидные, способны изменять спектральный состав света в неблагоприятном для кукурузы направлении, поглощая фотоны с высокой энергией и излучая длинноволновые кванты [13]. Это приводит не только к снижению урожайности, но и замедляет развитие культуры. Вообще, на дефицит любого из факторов жизнедеятельности кукуруза реагирует, прежде всего, задержкой развития, а затем угнетением продукционного процесса. Поэтому в условиях конкуренции с сорняками она в большей степени теряет зерновую, чем силосную продуктивность, а при выращивании на силос наблюдается снижение энергетической ценности сырья [14].

Сегетальная растительность в посевах кукурузы представлена в основном

1. Таксономическое разнообразие сегетальной растительности Уральского региона

Почвенно-климатическая зона	Количество, шт.	
	видов	семейств
Лесолуговая и горно-лесная	37	18
Северная лесостепная	23	14
Южная лесостепная	20	13
Степная	17	10

тремя основными биологическими группами: многолетними двудольными, малолетними двудольными и малолетними однодольными. Последняя группа создаёт, как правило, наибольшую плотность сегетального стеблестоя, а по вредоносности сопоставима с первой. Виды второй группы, будучи слабыми конкурентами [15], составляют маргинальную часть сорного компонента и сравнительно легко подавляются в процессе ухода за растениями. Кроме того, спорадически могут встречаться многолетние однодольные виды, включая пырей ползучий, а также споровые сорняки (хвощ полевой), однако они привязаны к незначительной части ландшафтов и не относятся к типичным для посевов кукурузы. По данным Г. Р. Хасановой и др. [16, 17], подавляющая часть видов, составляющих эти группы на Урале, относится к трем союзам – Scleranthion annui, Caucalidion lappulae, Lactucion tataricae. Соотношение групп нестабильно и существенно изменяется в зависимости от климатических, почвенных, гидротермических условий и истории полей. Изменениям подвержен и видовой состав отдельных групп сорняков: при продвижении с севера на юг увеличивается доля ксерофитных видов [17, 18]. Ю. Я. Спиридоновым [3] отмечена миграция сорных видов в широтном направлении, при этом чаще происходит движение с юга на север, чем в обратном направлении. Таким образом, структура сорного компонента агрофитоценозов приобретает зональный характер, что требует географического подхода к ее изучению.

Актуальность проблемы обусловлена тем, что групповой и видовой состав сорняков определяют подходы к системе защиты культур от этих биотических стрессоров.

Цель исследований – выявить закономерности формирования видовой и групповой структуры сорного компонента в посевах кукурузы в восточной части Уральского региона для обоснования зональных систем защиты растений.

Экспедиционно-маршрутные исследования проводили в 2019 г. на территории пяти почвенно-климатических зон Южного и Среднего Урала (степная, южная и северная лесостепная, лесолуговая, или подтаежная, а также горно-лесная) в административных границах Челябинской, Свердловской и Курганской областей, а также Республики Башкортостан (Башкирское Зауралье).

Методы исследования – экспедиционно-маршрутный и количественно-весовой. Сбор материала осуществляли в производственных посевах кукурузы в 17 географических пунктах, равномерно охватывающих обследуемую территорию: 3 пункта в лесолуговой зоне, 1 – в горно-лесной, 5 – в северной лесостепной, по 4 пункта – в южной лесостепной и степной зонах.

На учетных площадках по 0,25 м^2, выделенных в двенадцатикратной повторности на засоренных и чистых от сорняков фонах, определяли видовой состав, число и общую надземную биомассу сегетальных растений и культуры. Одновременно проводили отбор средних образцов для определения влажности растительного материала гравиметрическим методом. Результаты измерений использовали для расчета абсолютно сухой массы компонентов агрофитоценоза. Статистический анализ проводили методами вариативного и дисперсионного анализов.

Зональность восточной (Зауральской) части региона обусловлена не только широтным, но и меридиональным распределением ресурсов тепла и влаги, что связанно с влиянием Уральского хребта. В результате в административных границах Свердловской и Челябинской областей территориальное изменение климата происходит в направлении с северо-запада на юго-восток с положительным градиентом ресурсов тепла и отрицательным влаги, тогда как в Курганской области и Республике Башкортостан аналогичные тенденции наблюдают в основном с севера на юг. Особенности климата пяти зон, в которых сегодня высевают кукурузу, можно кратко охарактеризовать через гидротермический коэффициент, средние многолетние величины которого в горно-лесной зоне составляют 1,2...1,7, в лесолуговой – 1,2...1,5, в северной лесостепи – 1,0...1,1, в южной лесостепи – 0,9...1,0, в степной зоне – 0,8...0,9. Необходимо отметить, что в горно-лесной зоне посевы кукурузы размещают только на территории Челябинской области, в районах с наиболее мягким климатом, сходным по основным параметрам с гидротермическими условиями лесолуговой зоны.

В ходе исследований обнаружено обеднение видового состава сорняков при продвижении с севера на юг с 37 до 17 видов (табл. 1). Однако отмеченное разнообразие не воспроизводилось в каждом конкретном пункте. При обследовании посевов в отдельных пунктах в лесолуговой и горно-лесной зонах насчитывали от 18 до 24 сегетальных видов, в северной лесостепи – от 13 до 16, в южной лесостепи – от 10 до 12, в степной зоне – от 7 до 11 видов. В отношении ботанических семейств, включавших сорные виды, наибольшим разнообразием также отличалась северо-западная часть региона при закономерном снижении их числа по мере увеличения засушливости климата.

В каждой из зон обнаружены как многолетние, так и малолетние сорняки. Четыре вида многолетних сорных растений (бодяк обыкновенный (*Cirsium vulgare* (Savi) Ten.), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), молочай лозный (*Euphorbia virgata* W. K.), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.)) и семь малолетних (аистник цикутолистный (*Erodium cicutarium* (L.) L'Her.), горец вьюнковый (*Fallopia convolvulus* (L.) A. Love.), ежовник обыкновенный (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.), овсюг (*Avena fatua* L.), просо сорное (*Panicum miliaceum subsp. ruderale* (Kitag.) Tzvel.), щетинник зеленый (*Setaria viridis* (L.) Beauv), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.)) выявлены во всех четырех зонах (азональные виды). Кроме того, еще пять малолетних видов: марь белая (*Chenopodium album* L.), дымянка лекарственная (*Fumaria officinalis* L.), лебеда татарская (*Atriplex tatarica* L.), паслен черный (*Solanum nigrum* L.), конопля сорная (*Cannabis ruderalis* L.) наблюдали в трех зонах, за исключением степной. К азональным видам относятся все выявленные корнеотпрысковые и малолетние однодольные сорняки. Поэтому все зональные виды представлены исключительно двудольными сорняками. Исключение составляет хвощ полевой, типичный для влажного севера региона.

Наибольшее разнообразие зональных сегетальных растений характерно для лесолуговой и горно-лесной зон, в которых обнаружено четыре корневищных (горец земноводный (*Persicaria amphibia* (L.) Delarbre), хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.), мята полевая (*Mentha arvensis* L.), яснотка белая (*Lamium album* L.)) и 9 видов малолетней группы (бурачник лекарственный (*Borago officinalis* L.), василек синий (*Centaurea cyanus* L.), гулявник Лозеля (*Sisymbrium Loeselii* L.), звездчатка средняя (*Stellaria media* (L.) Vill.), фиалка полевая (*Viola arvensis* Murray), пикульник ладанниковый (*Galeopsis ladanum* L.), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), редька дикая (*Raphanus raphanistrum* L.), трех-

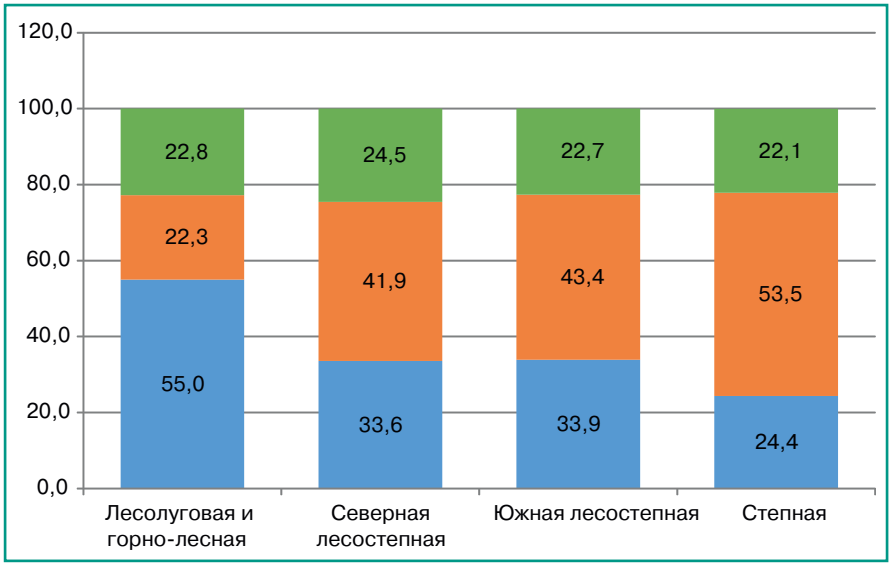


Рис. 1. *Структура сегетальной фитомассы в различных почвенно-климатических зонах восточной части Уральского региона : — малолетние двудольные; — малолетние однодольные; — многолетние.*

реберник непахучий (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.)). Отметим, что три из них (подмаренник цепкий, редька дикая и трехреберник непахучий) встречаются и в других зонах, но в посевах кукурузы выявлены лишь на северо-западе региона.

Из трех многолетних видов, обнаруженных в северной лесостепи: полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* (L.) Webb ex F.H.Wigg.), чина клубненосная (*Lathyrus tuberosus* L.), к типичным для зоны может быть отнесен лишь последний. Два других в ходе исследований наблюдали единично и лишь в одном из агрофитоценозов, на переуплотненном участке почвы. Малолетних зональных видов здесь не выявлено.

В южной лесостепи в качестве зонального можно отметить только звездчатку злаковую (*Stellaria graminea* L.). Для степной зоны характерны четыре ксерофитных вида (качим метельчатый (*Gypsophila paniculata* L.), солянка иберийская (*Salsola iberica* (Sennen&Pau) Botsch.)), мелколепестник канадский (*Erigeron canadensis* L.), щирица белая (*Amaranthus albus* L.)), три из которых образуют габитус в форме перекати-поля. Таким образом, наибольшее количество зональных видов установлено в зонах, контрастных по ресурсам влаги.

Неопределенное положение в отношении зональной принадлежности занимают виды, встречающиеся в каких-либо двух из четырех зон: льнянка обыкновенная (*Linaria vulgaris* Mill.), смолевка обыкновенная (*Silene vulgaris* (Moench) Garcke), горец почечуйный (*Persicaria maculosa* Gray.), гречиха татарская (*Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn.), пикульник зябра (*Galeopsis speciosa* Mill.), ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.), горец шероховатый (*Persicaria lapathifolia* (L.)), неслия метельчатая (*Neslia paniculata* (L.) Desv.), пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.).

Пространственная аридизация климата при продвижении с северо-запада на юго-восток в ряде случаев сопровождается заменой малолетних видов в пределах отдельных семейств. В семействе Астровые наблюдается смена таких видов, как василек синий – трехреберник непахучий – мелколепестник канадский, в семействе Амарантовых – щирица запрокинутая – щирица белая, Маревых – лебеда татарская – марь белая – солянка иберийская, Гвоздичных – звездчатка средняя – смолевка обыкновенная – звездчатка злаковая – качим метельчатый. Возможно, что с этим отчасти связано поддержание таксономического разнообразия в отношении ботанических семейств.

Зональная специфика заключается в соотношении трех хозяйственно значимых групп в общей сегетальной фитомассе (рис. 1). Сравнительно стабильна по зонам (от 22 до 24 %) доля многолетних сорняков. Это связано с их принадлежностью к экологической группе K-стратегов, отличающихся долголетием и низкой мобильностью популяций [19, 20, 21]. Две другие группы – взаимно замещающие в экологических нишах в зависимости от характера увлажнения.

В лесолуговой и горно-лесной зонах более половины фитомассы приходится на малолетние двудольные сорняки; в степной происходит вытеснение этих видов злаковыми растениями. В лесостепи контрастных различий по вкладу однодольных и двудольных видов не выявлено.

В сильной зависимости от характера увлажнения находится и структура засоренности внутри перечисленных групп. В группе многолетних сорняков при продвижении с северо-запада на юго-восток наблюдаются следующие тенденции (рис. 2): увеличение доли бодяка полевого, обладающего мощной и наиболее глубокой корневой системой, а также молочая лозного, имеющего выраженные ксероморфные черты; снижение вклада вьюнка полевого и прочих многолетних видов (хвоща полевого, горца земноводного яснотки полевой, мяты полевой, чины клубненосной) – в южной лесостепи и степи эти виды вообще не встреча-

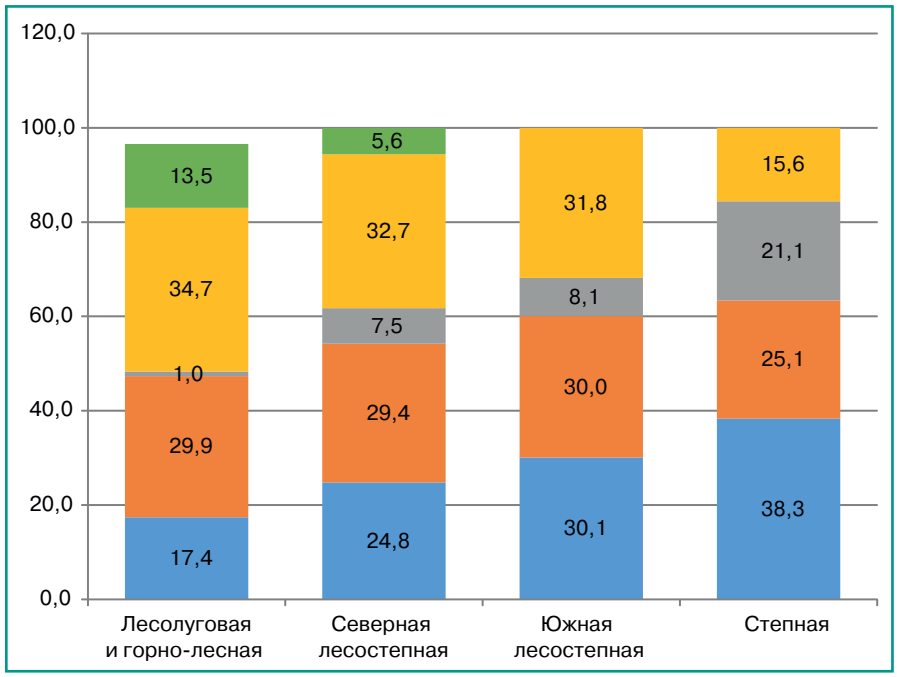


Рис. 2. *Структура биомассы многолетних сегетальных видов: — бодяк обыкновенный; — осот полевой; — молочай лозный; — вьюнок полевой; — прочие.*

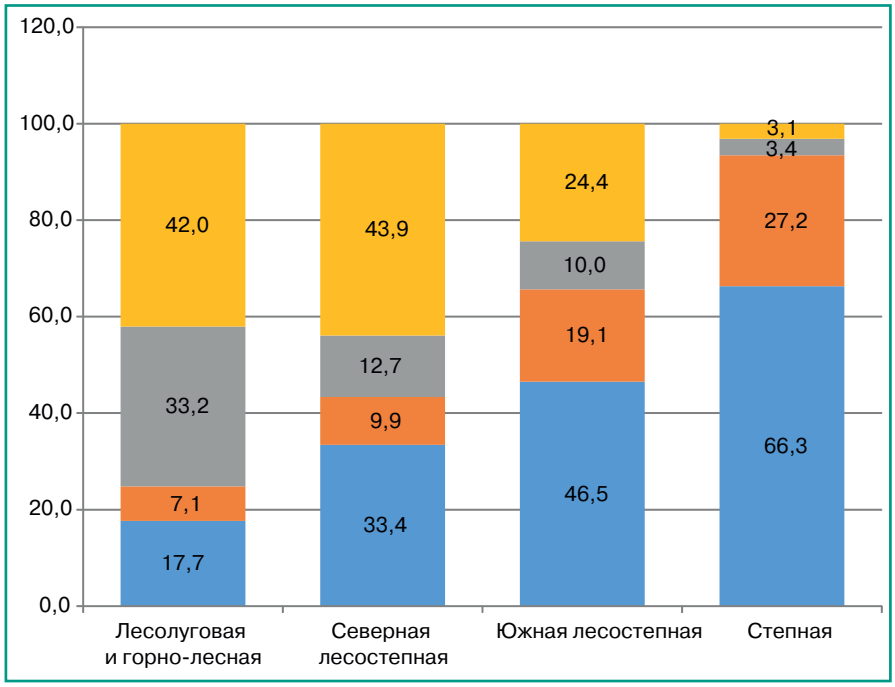


Рис. 3. *Структура биомассы малолетних однодольных сегетальных видов: ■ – просо сорное; ■ – щетинник зеленый; ■ – овсюг; ■ – ежовник обыкновенный.*

ются. Участие осота полевого в формировании сегетальной фитомассы постоянно.

Изменение состава в пользу ксероморфных видов наблюдается и в группе однодольных сорняков (рис. 3). Достаточно выражена тенденция к снижению фитомассы овсюга. Его нишу занимают так называемые «просовидные» сорняки, однако и их состав непостоянен. По мере обострения дефицита влаги происходит вытеснение ежовника обыкновенного просом сорным и щетинником зеленым. Последний вид на северо-западе региона практически не участвует в формировании сегетальной фитомассы.

Малолетние двудольные виды, выступая в основном r-стратегами, не образуют столь стабильных сообществ, и общая тенденция в изменении их состава отмечена как смена видов с разной реакцией на увлажнение внутри семейств. Во многом сходные закономерности формирования видового состава сорняков в посевах пропашных культур и его трансформации в связи с гидротермическими градиентами описаны для западной части Южного Урала в границах Республики Башкортостан [22, 23].

Таким образом, видовое разнообразие (как общее, так и внутригрупповое) воспроизводит условия для сохранения высокой вредоносности сорняков в отношении кукурузы во всех почвенно-климатических зонах региона.

Как показали более ранние исследования, продуктивность кукурузы в Зауралье находится в более тесной корреляции с массовыми, чем с количественными параметрами засоренности [24]. Сухая надземная фитомасса сорняков имеет выраженную тенденцию к снижению с северо-запада на юго-восток региона, формируя максимум в лесолуговой и горно-лесной зонах (табл. 2). В аридных условиях степи она уменьшается более чем в 2 раза. Однако лимитирующее влияние дефицита влаги касается и культуры, поэтому в качестве одного из показателей вредоносности сорняков использована их доля в общей фитомассе агроценоза. По величине этого показателя две контрастные зоны достаточно близки. Сравнительно узкое соотношение сегетальной и культурной фитомассы отмечено на северо-востоке, где в условиях 2019 г. ресурсы влаги не лимитировали продукционный процесс кукурузы, что связано с дефицитом тепла в начале вегетации. Как следствие, медленный стартовый рост растений культуры отрицательно сказался на ее конкурентоспособности. Наименее вредоносны сорняки в лесостепной зоне, на фоне более благоприятного баланса тепла и влаги. Как показывает величина индекса урожайности, максимальный ущерб культуре от засоренности в нашем исследовании наблюдали в степной зоне. Следовательно, ведущая роль в конкурентных отношениях кукурузы и сорняков принадлежит фактору увлажнения.

В результате проведенных исследований установлено, что ядро сегетальной флоры агрофитоценозов кукурузы в восточной части Уральского региона составляют 16 ботанических видов, в том или ином соотношении встречающихся во всех почвенно-климатических зонах и принадлежащих к трем агробиологическим группам: многолетние корнеотпрысковые, малолетние однодольные (по 4 вида в каждой группе) и малолетние двудольные сорняки (8 видов). Соотношение агробиологических групп в различных зонах обусловлено характером увлажнения. Достаточно стабильна по зонам (от 22 до 24 %) доля многолетних сорняков. Две другие группы – взаимно замещающие: в лесолуговой и горно-лесной зонах более половины фитомассы приходится на малолетние двудольные сорняки; в степной зоне происходит их вытеснение злаковыми растениями. В лесостепи контрастных различий по вкладу однодольных и двудольных видов не выявлено.

Наибольшее видовое разнообразие (38 видов) наблюдали в лесолуговой и горно-лесной зонах, в которых основные (азональные) сорняки дополняют многолетние и малолетние двудольные мезофиты. При продвижении с северо-запада на юго-восток региона (от лесолуговой и горно-лесной к степной зоне) происходит обеднение состава сегетальных сообществ в результате уменьшения числа представленных ботанических видов, родов и семейств. Одновременно часть мезофитных видов замещают ксероморфные, в том числе в пределах одних и тех же ботанических семейств. В результате на фоне ботанического обеднения сегетального компонента сохраняется его агробиологическое разнообразие, что требует разработки и применения эффективных схем длительного контроля засоренности, дифференцированных для различных почвенно-климатических зон.

По мере пространственной (зональной) аридизации климата происходит уменьшение надземной сегетальной фитомассы (с 346 г/м^2 сухого вещества в лесолуговой и горно-лесной зонах до 165 г/м^2 – в степной), однако

2. Параметры вредоносности сорняков в отношении кукурузы

Зона	Надземная масса сорняков, г/м^2	Доля сорняков в общей фитомассе, %	Индекс урожайности*
Лесолуговая и горно-лесная	346±41	61,1±3,2	3,77±0,12
Северная лесостепная	285±34	56,6±2,3	3,69±0,09
Южная лесостепная	226±37	58,8±2,6	4,52±0,14
Степная	165±28	64,7±3,7	5,33±0,17

** отношение урожайности кукурузы на чистом от сорняков фоне к урожайности в контроле*

наибольшая вредоносность сорняков для культуры отмечена в засушливой части региона на фоне острой конкуренции за ресурсы влаги.

Литература.

1. Интегрированная защита растений от болезней, вредителей и сорняков в современных технологиях выращивания зерновых культур / К. В. Галактионов, С. Д. Гилев, В. В. Немченко и др. // Научные основы систем земледелия Курганской области: рекомендации / РАСХН. Курганский НИИСХ. Курган: ИПП «Зауралье», 2001. С. 111–149.

2. Хасанова Г. Р., Ямалов С. М., Корчев В. В. Флористический состав сегетальных сообществ Республики Башкортостан // Вестник БГАУ. 2014. № 2. С. 34–41.

3. Спиридонов Ю. Я. Методические основы изучения сорных растений // Агрохимия. 2007. № 3. С. 68–77.

4. Handbuch Mais: Anbau – Verwertung – Futterung/ J. Zscheishcler, M.C. Estler, F. Gross u. a. Frankfurt (Mein): DLG-Verlag; München: BLV-Verlagsgesellschaft; Münster-Hiltrup: Landwirtschafts-Verlag; Wien: Österreichischer Agrarverlag; Bern: Verbandsdruckerei, 1984. 253 s.

5. Несторенко С. Н., Говоруха О. Н. Биологические особенности и вредоносность сорняков в посевах кукурузы // Вестник Луганского национального университета им. Т. Шевченко. 2018. № 1 (12). С. 15–19.

6. Макаева А. З., Оказова З. П. Эколого-географическое прогнозирование флористического состава сорняков посевов кукурузы лесостепной зоны Чеченской республики // Успехи современной науки. 2017. Том 1. № 8. С. 116–119.

7. Панфилов А. Э., Казакова Н. И. Эффективность использования атмосферных факторов при различных сроках посева кукурузы в лесостепи Зауралья // Кукуруза и сорго. 2010. № 3. С. 7–10.

8. Казакова Н. И. Органогенез и продукционный процесс кукурузы в Зауралье. Челябинск: ЧГАА, 2015. 132 с.

9. Корыстин Е. С. Выбор гербицидов для контроля малолетних однодольных сорняков в посевах кукурузы и оптимальные сроки их применения в северной лесостепи Зауралья. Автореф. на соиск. степ. канд. с.-х. наук. Курган: КГСХА, 2006. 18 с.

10. Панфилов А. Э., Корыстин Е. С. Потребление минеральных элементов посевами кукурузы при различной засоренности // Вестник Челябинского агроинженерного университета. 2006. Т. 48. С. 23.

11. Derieux M. Breeding maize for earlines: importance, development, prospects // Maize breeding and maize production. Euromaize 88. Belgrade: Eucarpia, 1988. Pp. 35–46.

12. Синицына О. Б., Казакова Н. И. Влияние засоренности посевов на фотосинтетическую активность кукурузы в северной лесостепи Зауралья // Аграрная наука – основа инновационного развития АПК: Материалы Международной научно-практической конференции: в 2 томах / Министерство сельского хозяйства РФ, ФГОУ ВПО Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т. С. Мальцева. Курган: КГСХА, 2011. С. 329–333.

13. Олдрич С., Нафцигер Э. Технология и культура. Факторы, влияющие на урожайность кукурузы // Зерно. 2007. № 2. С. 12–16.

14. Современное кормопроизводство Урала / Н. Н. Зезин, А. Э. Панфилов, А. Е. Нагибин и др. Екатеринбург: УрФАНИЦ УрО РАН, 2018. 265 с.

15. Нужная Н. А. Особенности формирования и развития сорного компонента полевого фитоценоза // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 7. С. 55–57.

16. Хасанова Г. Р., Корчев В. В. Пространственные закономерности распределения сегетальной растительности на Южном Урале // Актуальные проблемы экологии и сохранения биоразнообразия России и сопредельных стран: сб. науч. тр. Владикавказ: Северо-Осетинский государственный университет им. К. Л. Хетагурова, 2014. С. 29–33.

17. Хасанова Г. Р., Ямалов С. М., Лебедева М. В. Сегетальная растительность Южного Урала: союз Scleranthion annui (Kruseman et Vlieger 1939) Sissingh in Westhoff et al. 1946 // Растительность России. 2018. № 34. С. 120–137.

18. Стецов Г. Я. Эволюционно-экологические особенности сорных растений и совершенствование мер борьбы с ними в агроэкосистемах полевых культур юга Западной Сибири: Автореф. на соиск. степ. докт. с-х наук. Барнаул: Алтайский ГАУ, 2007. 32 с.

19. Чулкина В. А., Торопова Е. Ю., Стецов Г. Я. Эпифитотиология (экологические основы защиты растений). Новосибирск: Новосиб. гос. аграр. университет, 1998. 198 с.

20. Экологическая классификация вредных организмов и ее практическое использование / В. А. Чулкина, Е. Ю. Торопова, Г. Я. Стецов и др. // Сельскохозяйственная биология. 2008. Т. 43. № 5. С. 11–17.

21. Бочкарев Д. В. Хронологическая трансформация сорной флоры при различном уровне антропогенного воздействия // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. 2013. № 6. С. 22–26.

22. Хасанова Г. Р., Ямалов С. М., Лебедева М. В. Основные сорные виды посевов Республики Башкортостан: положение на градиентах среды и агробиологические группы // Самарский научный вестник. 2018. Т. 7. № 4 (25). С. 134–138.

23. Хасанова Г. Р., Ямалов С. М., Лебедева М. В. Особенности распространения основных сорных видов посевов Республики Башкортостан // Известия Уфимского научного центра РАН. 2019. № 1. С. 52–57.

24. Взаимодействие гербицидов кросс-спектра и междурядных обработок в комбинированных схемах контроля засоренности кукурузы / А. Э. Панфилов, И. Н. Цымбаленко, Н. И. Казакова и др. // АПК России. 2017. Т. 24. № 2. С. 295–302.

Zonal features of the segetal component of corn agrophytocenoses in the Eastern part of the Ural region

A. E. Panfilov[1], N. I. Kazakova[1], I. N. Tsymbalenko[2]

[1]South Ural State Agrarian University, ul. Gagarina, 13, Troitsk, Chelyabinskaya obl., 457100, Russian Federation

[2]Ural Federal Agrarian Scientific Center, Ural branch, Russian Academy of Sciences,ul. Belinskogo, 112 a, Ekaterinburg, 620142, Russian Federation

Abstract. *In 2019 an expeditionary route study was conducted to identify zonal patterns for formation of the species and group structure of the weed component in corn crops in the eastern part of the Ural region. The material was collected in industrial crops in seventeen geographical points: 3 were in the forest-meadow zone, 1 was in the mountain-forest zone, 5 were in the northern forest-steppe zone, and 4 points were in the southern forest-steppe and steppe zones. Accounting areas of 0.25 m2 were established twelve times on weeded and weed-free grounds. The segetal flora core of corn agrophytocenoses consists of 16 botanical species belonging to three agrobiological groups: perennial soboliferous, non-perennial monocotyledonous and non-perennial dicotyledonous weeds. The ratio of agrobiological groups in different zones is determined by moisture nature. The percentage of perennial weeds was relatively stable in zones (from 22 to 24%). In the forest-meadow and mountain-forest zones, more than half of the phytomass was non-perennial dicotyledonous weeds, in the steppe zone these species were replaced by cereal plants. The maximum diversity of species (38 species) was observed in the forest-meadow and mountain-forest zones where the azonal weeds were accompanied by perennial and non-perennial dicotyledonous mesophytes. When moving from the north-west to the south-east of the region, a significant pauperization of the composition of segetal vegetation was observed due to the decreasing number of botanical species, genera and families, with mesophytic species being replaced by xeromorphic ones. Along with the botanical depletion of the segetal component, its agrobiological diversity preserved, which requires the development and application of effective schemes for the long-term weed control for different soil and climatic zones. Along with climate aridization, the aboveground segetal phytomass was decreased (from 346 g/m2 of dry matter in the forest-meadow and mountain-forest zones to 165 g/m2 in the steppe zone). However, the greatest weediness of crops was observed in the arid part of the region along with intense competition for moisture resources.*

Keywords: *maize (Zea mays L.); Ural Region; soil-climatic zones; infestation; species composition; botanical and agrobiological diversity; harmfulness.*

Author Details: *A. E. Panfilov, D. Sc. (Agr.), prof. (e-mail: al_panfilov@mail.ru); N. I. Kazakova, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: kni1711@yandex.ru); I. N. Tsymbalenko, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow (e-mail: kniish@ketovo.zaural.ru).*

For citation: *Panfilov AE, Kazakova NI, Tsymbalenko IN. [Zonal features of the segetal component of corn agrophytocenoses in the Eastern part of the Ural region]. Zemledelije. 2020;34(1):39-43. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10210.*

doi: 10.24411/0044-3913-2020-10211
УДК 633.31/.37:631.53.01: 58.071

Перспектива использования бактериальных препаратов против семенной инфекции нута*

Е. В. КУЗИНА, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник (e-mail: biolab316@yandex.ru)
Г. Ф. РАФИКОВА, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
Е. А. СТОЛЯРОВА, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
С. Р. МУХАМАТДЬЯРОВА, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
О. Н. ЛОГИНОВ, доктор биологических наук, главный научный сотрудник
Уфимский институт биологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН, просп. Октября, 69, Уфа, 450054, Российская Федерация

Цель исследований – проанализировать эффективность использования биологических препаратов, полученных на основе бактериальных штаммов, против семенной инфекции нута, сформировавшейся в условиях Республики Башкортостан. В работе использовали семена сорта Приво 1 урожаев 2016–2017 гг. Объектами исследований служили штаммы Pseudomonas koreensis ИБ-4 (ВКМ В-2830D) и Paenibacillus ehimensis IB 739 (ВКМ В-2680D). Провели фитоэкспертизу 15 партий семян нута местной репродукции. Анализ зараженности проводили в чашках Петри с агаризованными средами. Идентификацию грибов осуществляли по форме органов споруляции с использованием определительных ключей, бактериальных штаммов – на основании анализа нуклеотидных последовательностей генов 16S рРНК. В вегетационном опыте в качестве биологических препаратов для обработки семян применяли водные суспензии штаммов ризобактерий. На семенах нута преобладали представители родов Penicillium (56,3 %) и Aspergillus (31,7 %), в меньшей степени присутствовали Mucor (20,5 %), Alternaria (18,8 %), Cladosporium (12,1 %). Заражение грибами рода Fusarium (8,4 %) незначительно превышало экономический порог вредоносности. Среди бактериальных штаммов, обнаруженных на семенах, преобладали микроорганизмы родов Bacillus и Paenibacillus (Bacillus atrophaeus, B. pumilus, B. siamensis, B. velezensis, Paenibacillus jamilae, P. peoriae). В опытах in vitro штаммы P. koreensis ИБ-4 и P. ehimensis IB 739 подавляли развитие грибной и бактериальной флоры, присутствующей на семенах. Их использование для предпосевной бактеризации семян способствовало увеличению длины побегов на 13,2…19,2 %, корней – на 9,8…19,6 %. В результате применения биопрепаратов развитие корневой гнили на растениях уменьшалась, по сравнению с контролем, в 1,5 раза, гибель проростков снижалась на 8,0…12,0 %.

Ключевые слова: *нут (Cicer arietinum L.), семенная инфекция, ризобактерии, антагонизм, стимуляция роста.*

Для цитирования: *Оценка перспективы использования бактериальных препаратов против семенной инфекции нута / Е. В. Кузина, Г. Ф. Рафикова, Е. А. Столярова и др. // Земледелие. 2020. № 2. С. 44–47. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10211.*

Один из факторов, обеспечивающих формирование высоких урожаев – использование качественного семенного материала. Высокая степень зараженности семян становится причиной их низкой всхожести, гибели проростков или растений на более поздних стадиях развития, а также служит источником постоянного возобновления инфицирования окружающей среды [1].

Нут бараний (*Cicer arietinum* L.) для Республики Башкортостан относительно новая культура, поэтому изучение комплекса возбудителей болезней, которые преобладают на семенах местной репродукции, актуальная задача, в первую очередь, как основа рекомендаций сельхозпроизводителям по подбору эффективных протравителей.

Популярность нута обусловлена тем, что он обладает самой высокой питательной ценностью среди всех зернобобовых культур и содержит значительное количество незаменимых аминокислот, макро- и микроэлементов, а также витаминов и ненасыщенных жирных кислот [2]. Для Республики Башкортостан наиболее перспективен сорт нута Приво 1 [3].

Комплекс семенной инфекции, представленный на семенах нута, отличается как в разных странах возделывания культуры, так и в пределах одного государства. Его формирование зависит от сорта, метеоусловий вегетационного периода, условий уборки и хранения и др. [4]. Несмотря на повсеместное распространение, бактериальные болезни менее губительны для зернобобовых, чем грибные инфекции, которые приводят к загниванию корневой системы, увяданию, развитию аскохитоза и серой гнили [5, 6, 7]. При анализе посевов нута, пораженных корневыми гнилями, наиболее часто выявляют представителей рода *Fusarium* [5, 8], при этом на семенном материале преобладают факультативные паразиты рода *Alternaria* и возбудители плесневения *Cladosporium, Penicillium, Mucor, Aspergillus, Rhizopus* [8, 9, 10].

Во время предпосевной подготовки семена традиционно обеззараживают с использованием химических пестицидов. Например, против фузариозных корневых гнилей и увядания применяют фунгициды на основе тебуконазола, ТМТД, бензимедазола и др. [11, 12]. Также до посева обязательно проводят инокуляцию семян биологическими препаратами на основе штаммов специфичных для нута клубеньковых бактерий, которая оказывает положительное влияние на формирование симбиотического аппарата растения, значительно увеличивая его продуктивность [13, 14]. При этом химическое протравливание и инокуляцию ризобиями обязательно разносят по времени, чтобы влияние пестицида на полезные бактерии было минимальным. В качестве альтернативы химическим протравителям при подготовке семян используют биологические агенты, относящиеся к арбускулярно-микоризным грибам [15], цианобактериям [16], ростстимулирующим ризобактериям [17, 18, 19]. Полезные микроорганизмы подавляют развитие фитопатогенов, положительно влияют на формирование бобово-ризобиального симбиоза и продуктивность нута. Современная концепция защиты растений отдает предпочтение стратегии сдерживания возбудителей болезней путем использования биологических агентов.

Цель исследования – проанализировать эффективность биологических препаратов на основе бактериальных штаммов против семенной инфекции нута, сформировавшейся в условиях Республики Башкортостан.

Объектами исследований служили штаммы *Pseudomonas koreensis* ИБ-4 (ВКМ В-2830D), *Paenibacillus ehimensis* IB 739 (ВКМ В-2680D), проявляющие антагонизм к фитопатогенным грибам, обладающие нитрогеназной и ростстимулирующей активностью [20, 21], штамм клубеньковых бактерий *Mezorhizobium ciceri* 527 (предоставлен ФГБНУ ВНИИСХМ) и семена нута сорта Приво 1 урожаев 2016–2017 гг.

Метеоусловия лет исследований по гидротермическому режиму были относительно благоприятными для выращивания нута. Начало вегетационного периода 2016 г. ознаменовалось теплой погодой, дожди прошли в середине мая. Температура июня не отличалась от среднемноголетней, а суммарное количество осадков составило 145 % от

* *Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России № 075-00326-19-00 по теме № АААА-А18-118022190100-9 с использованием оборудования РЦКП «Агидель» (Уфа, Россия).*

1. Анализ грибной инфекции семян нута (среднее за 2016–2017 гг.)

Количество семян в образце, на которых были обнаружны микромицеты рода, %					
Penicillium	*Aspergillus*	*Mucor*	*Alternaria*	*Cladosporium*	*Fusarium*
56,3	31,7	20,5	18,8	12,1	8,4

нормы. В июле и августе установилась жаркая погода. В июле средняя температура превысила среднемноголетнюю на 2,5 °С, в августе – на 4,2 °С, почти весь август не было дождей.

Гидротермические условия вегетационного периода 2017 г. отличались от среднемноголетних пониженными температурами и повышенным количеством осадков. Температура воздуха в июне была незначительно ниже среднемноголетней (на 2,1 °С), но осадков выпало на 40 % больше нормы. Середина и конец лета были также прохладнее и дождливее, чем обычно. Температура июля была меньше среднемноголетней на 1,1 °С, августа – на 2,8 °С. Наибольшее количество осадков выпало во второй и третьей декадах июля.

Проводили фитоэкспертизу 15 партий семян нута местной репродукции (Республика Башкортостан, Зауральская и Предуральская степи). Из каждой партии отбирали четыре рабочие пробы по 50 семян. Для анализа семена поверхностно дезинфицировали 96 %-ным раствором этанола в течение 1…2 мин, промывали стерильной водой, просушивали между слоями стерильной фильтровальной бумаги и затем раскладывали в чашки Петри на агаризованную среду Чапека или картофельно-глюкозный агар, а также на те же среды, но с добавлением молочной кислоты (4 см^3 кислоты на 1000 см^3 среды). Чашки инкубировали в термостате при температуре 25 °С. Идентификацию грибов осуществляли по форме органов споруляции под микроскопом с использованием определительных ключей, названия уточняли в базе данных Index Fungorum. Идентификацию бактериальных штаммов, изолированных с семян, проводили на основании анализа нуклеотидных последовательностей генов 16S рРНК.

Наличие у штаммов *P. koreensis* ИБ-4, *P. ehimensis* IB 739, *M. ciceri* 527 антагонистической активности в отношении бактериальных изолятов оценивали методом перпендикулярных штрихов, в отношении фитопатогенных грибов – методом точечного высева бактерий поверх агара, предварительно засеянного микромицетом [22]. Эксперименты проводили в пятикратной повторности. В качестве тест-культур для определения антигрибной активности использовали мицелиальные грибы из коллекций ВКМ и Уфимского Института биологии УФИЦ РАН.

В вегетационном опыте в качестве биологических препаратов для обработки семян нута использовали водные суспензии штаммов ризобактерий *P. koreensis* ИБ-4, *P. ehimensis* IB 739 и *M. ciceri* 527. Эксперимент проводили при комнатной температуре в условиях естественной освещенности. Растения выращивали в биологических пробирках с питательным раствором в стерильных для корневой системы условиях [23] в течение 35 суток. Оценивали размерные показатели растений и количество образовавшихся клубеньков. В каждом варианте опыта выращивали по 25 растений. Достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента (t-тест).

При проведении исследований на семенах нута установили значительное преобладание представителей родов *Penicillium* и *Aspergillus* (табл. 1, рис. 1).

Доминировали следующие виды: *Aspergillus flavus* Link, *A. glaucus* (L.) Link, *A. niger* Tiegh., *A. ochraceus* G. Wilh, *Penicillium aurantiogriseum* Dierckx, *P. brevicompactum* Dierckx, *P. chrysogenum* Thom, *P. expansum* Link, *P. lanosum* Westling, *Talaromyces purpureogenus* Samson, N. Yilmaz, Houbraken, Spierenb., Seifert, Peterson, Varga & Frisvad, *T. variabilis* (Sopp) Samson, N. Yilmaz, Frisvad & Seifert. Опасные для нута патогены, относящиеся к роду *Fusarium*, колонизировали в среднем восемь семян из ста, то есть наблюдали незначительное превышение экономического порога вредоносности (ЭПВ=5 %).

В целом видовой состав комплекса микромицетов на семенах нута, выращенного в Республике Башкортостан, мало отличается от обнаруженного на семенах, собранных в условиях Западной Сибири или Европейской территории России [6, 8]. При этом установлены значительные различия по доминирующим видам. Основное заспорение семенного материала башкирской репродукции связано с грибами родов *Penicillium* и *Aspergillus*, в то время как другие исследователи отмечали, что чаще остальных на семенах нута присутствовали мукоровые грибы [8], а численность аспергиллов была незначительной [6].

При этом, очевидно, что проводить сравнительный анализ имеющихся литературных данных достаточно сложно, так как результаты во многом зависят от гидротермических условий, при которых собирали и хранили исследуемый семенной материал [6].

Среди бактериальных штаммов, обнаруженных на семенах нута, преобладали спорообразующие нефитопатогенные микроорганизмы родов *Bacillus* и *Paenibacillus*. На

Рис. 1. *Колонии микромицетов на семенах нута в чашках Петри (6-е сутки роста на среде Чапека).*

Рис. 2. *Колонии бактерий на семенах нута в чашках Петри (6-е сутки роста на среде Чапека).*

2. Антагонистическая активность штаммов бактерий, выделенных с семян нута*

Штамм	Возбудители корневых гнилей (*Fusarium* spp.)	Плесневые грибы (*Aspergillus* spp., *Penicillium* spp.)	*M. ciceri* 527
Bacillus siamensis АНТ 1	+	–	–
B. pumilus АНТ 2	+	–	–
B. atrophaeus АНТ 9	+	+	–
B. atrophaeus АНТ 10	+	–	–
B. velezensis АНТ 16	+	+	+
Paenibacillus peoriae АНТ 13	+	+	–
P. jamilae АНТ 14	+	+	–

** «+» – наличие антагонистической активности, «–» – отсутствие антагонистической активности.*

питательных средах и непосредственно на семенах образовывались преимущественно непрозрачные, морщинистые, крупные колонии с волнистыми краями белого и желтого цветов (рис. 2).

3. Антагонистическая активность штаммов бактерий, составляющих основу биологических препаратов, по отношению к грибным и бактериальным изолятам с семян нута*

Штамм микроорганизма	*P. koreensis* ИБ-4	*P. ehimensis* IB 739	*M. ciceri* 527
Возбудители фузариозной корневой гнили	Диаметр зоны подавления роста грибов вокруг колонии штамма, мм		
Fusarium avenaceum ВКМ 132	19,0±2,3	9,8±1,1	нп
F. culmorum ВКМ 844	32,0±2,5	23,1±2,0	нп
F. gibbosum ВКМ 848	18,0±2,2	8,3±2,2	нп
*F. moniliforme***	13,0±1,2	5,1±0,9	нп
F. oxysporum ВКМ 137	10,4±2,1	9,6±0,8	нп
F. semitectum ВКМ 1938	14,2±1,1	4,4±0,2	нп
F. solani ВКМ 142	9,0±0,5	5,8±0,2	нп
Бактерии, выделенные с семян	Чувствительность штаммов		
Bacillus siamensis АНТ 1	+	+	нп
B. pumilus АНТ 2	+	+	нп
B. atrophaeus АНТ 9	+	+	нп
B. atrophaeus АНТ 10	+	+	нп
B. velezensis АНТ 16	+	+	нп
Paenibacillus peoriae АНТ 13	–	+	нп
P. jamilae АНТ 14	–	+	нп

** «нп» – нет подавления роста; «+» – микроорганизм чувствителен к антибиотическому веществу, синтезируемому штаммом-продуцентом, «–» – микроорганизм устойчив к антибиотическому веществу, синтезируемому штаммом-продуцентом;*
***местный изолят, хранится в коллекции Уфимского Института биологии УФИЦ РАН.*

4. Влияние обработки семян бактериальными препаратами на морфофизиологические показатели растений нута

Вариант	Длина побега, см	Длина корня, см	Количество клубеньков, шт./растение	Не проросшие семена, погибшие проростки, %
527 (контроль)	23,4±2,2	15,3±1,1	6,5±0,7	20,0
527 + ИБ-4	26,5±1,8	18,3±1,0*	9,3±1,2*	8,0
527 + IB 739	27,9±2,1*	16,8±0,8	9,1±1,7*	12,0

** различия с контролем статистически значимы при $p \leq 0,05$.*

У некоторых выделенных с семян штаммов бактерий обнаруживали значительную антагонистическую активность (табл. 2). В опытах *in vitro* они подавляли рост основных видов микромицетов, колонизирующих семена нута. Штамм *B. velezensis* АНТ 16 оказался активным также в отношении специфичного для нута штамма клубеньковых бактерий *M. ciceri* 527. При этом общеизвестно, что антагонистическая активность достаточно распространенное свойство бактерий, в том числе бацилл [24], возникшее вследствие длительных конкурентных взаимоотношений между микроорганизмами, находящимися в одном биоценозе.

Изучение штаммов ризобактерий *P. koreensis* ИБ-4 и *P. ehimensis* IB 739 *in vitro* показало, что они подавляют развитие широкого спектра фитопатогенов рода *Fusarium*, а также присутствующую на семенах бактериальную флору (табл. 3). Активным в отношении всех исследуемых микроорганизмов был только штамм *P. ehimensis* IB 739. Однако его антибиотическая активность к микромицетам была ниже, чем у *P. koreensis* ИБ-4. У штамма клубеньковых бактерий *M. ciceri* 527 антибиотической активности не выявили.

Согласно данным, полученным в вегетационном опыте, оба бактериальных биопрепарата (на основе штаммов ИБ-4 и IB 739) способствовали увеличению длины побега и корня растений нута (на 13,2…19,2 и 9,8…19,6 % соответственно), стимулировали клубенькообразование, а также на 8,0…12,0 % снижали гибель проростков под влиянием фитопатогенных микроорганизмов (табл. 4, рис. 3). В вариантах с применением биопрепаратов на основе штаммов-антагонистов развитие корневой гнили на растениях в конце эксперимента было ниже в 1,5 раза.

Таким образом, комплекс микромицетов на семенах нута, выращенных в условиях Зауральской и Предуральской

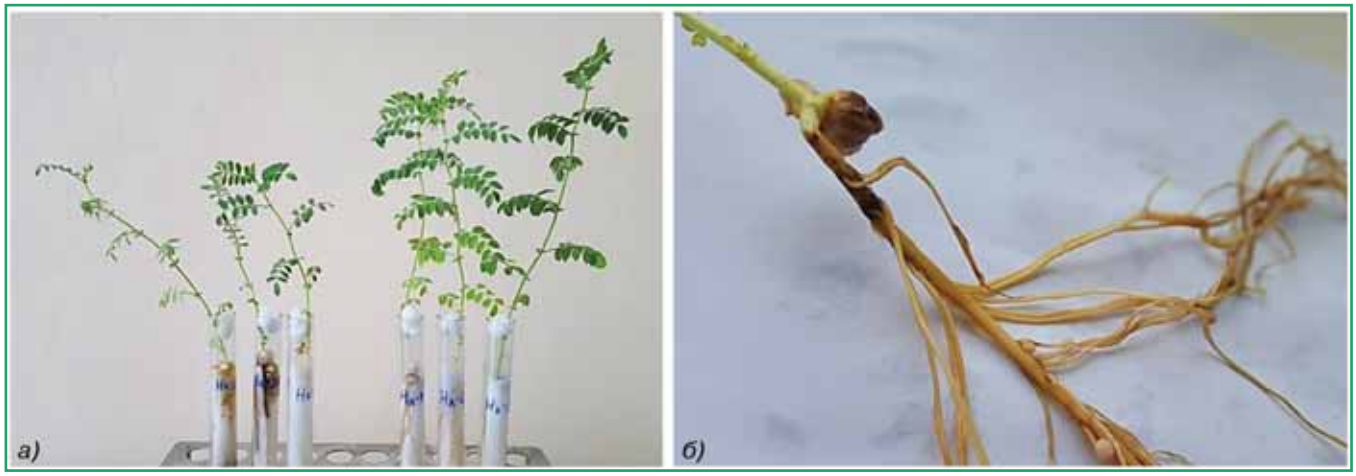


Рис. 3. *Выращивание растений нута в стерильных для корневой системы условиях при инокуляции бактериальными препаратами: а) слева — контроль, справа — обработка штаммом бактерий Pseudomonas koreensis ИБ-4; б) растение нута, пораженное корневой гнилью.*

степи Республики Башкортостан, в основном представлен грибами родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Alternaria*, *Cladosporium*. Заспоренность этими видами микромицетов находится в интервале 12,1…56,3 %. Колонизация семян опасными для нута патогенами, относящимися к роду *Fusarium*, незначительно превышает ЭПВ и составляет 8,4 %. В то же время присутствие большого количества сапротрофов и слабых паразитов растений свидетельствует о необходимости проведения предпосевной обработки семян.

При умеренном уровне инфицирования посевного материала обработка биопрепаратами на основе штаммов бактерий *Pseudomonas koreensis* ИБ-4 и *Paenibacillus ehimensis* IB 739 не только способствует снижению гибели семян и заболеваний проростков (на 8,0…12,0 %), но и стимулирует нодуляцию (в 1,4 раза) и рост растений (на 13,2…19,2 %).

Литература.

1. Говоров Д. Н., Живых А. В., Щетинин П. Б. Все высеваемые семена должны быть обеззаражены // Защита и карантин растений. 2016. № 8. С. 6–8.
2. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review / A. K. Jukanti, P. M. Gaur, C. L. L. Gowda et al. // British Journal of Nutrition. 2012. Vol. 108. Pp. 11–26. doi: 10.1017/S0007114512000797.
3. Давлетов Ф. А., Гайнуллина К. П. Видовой состав зернобобовых культур в условиях Предуральской степи Республики Башкортостан // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 6 (74). С. 33–36.
4. Зависимость развития грибной инфекции зерновых культур от сезонной динамики климатических факторов / Т. К. Шешегова, Л. М. Щеклеина, И. Н. Щенникова и др. // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 4. С. 58–61.
5. Kyryk M., Taranukho Y., Dyachenko O. Видова різноманітність збудників фузаріозної кореневої гнилі нуту // Науковий вісник НУБіП України. Серія: Біологія, біотехнологія, екологія. 2013. № 193. С. 69–74.
6. Ашмарина Л. Ф., Ермохина А. И., Галактионова Т. А. Структура комплекса микромицетов семян кормовых культур в условиях лесостепи Западной Сибири // Вестник НГАУ. 2018. № 3 (48). С. 44–52. doi: 10.31677/2072-6724-2018-48-3-44-52.
7. Management options for minimizing the damage by ascochyta blight (*Ascochyta rabiei*) in chickpea (*Cicer arietinum* L.) / Y. T. Gan, K. H. M. Siddique, W. J. MacLeod et al. // Field Crops Research. 2006. Vol. 97. No. 2-3. Pp. 121–134. doi: 10.1016/j.fcr.2005.10.002.
8. Будынков Н. И., Михалева С. Н. Болезни нута на юге Европейской территории России. Семенная инфекция // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 7. С. 31–35. doi: 10.24411/0235-2451-2018-10707.
9. Warude S. N., Mane S. S., Giri G. K. Detection of seed borne myco-flora associated with chickpea // International Journal of Pure & Applied Bioscience. 2016. Vol. 4. No. 4. Pp. 309–315. doi: 10.18782/2320-7051.2354.
10. Kumar N. Food seed health of chickpea (*Cicer arietinum* L.) at Panchgaon, Gurgaon, India // Advances in Crop Science and Technology. 2016. Vol. 4. P. 229. doi: 10.4172/2329-8863.1000229.
11. Рахманов Ж. Х. Основные болезни нута в богарных условиях Узбекистана и меры борьбы с ними // Вестник защиты растений. 2016. № 4. С. 94–96.
12. Nikam P. S., Jagtap P. S., Sontakke P. L. Management of chickpea wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. ciceri // African Journal of Agricultural Research. 2007. Vol. 2. No. 12. Pp. 692–697.
13. Попова Е. В., Нецветаев В. П., Правдин В. Г. Влияние предпосевной инокуляции семян бактериальными препаратами на продуктивность сортов нута (*Cicer arietinum* L.) // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2014. № 23 (194). С. 55–59.
14. Symbiotic effectiveness of elite Rhizobia strains nodulating desi type chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties / A. Funga, C. O. Ojiewo, L. Turoop et al. // Journal of Plant Sciences. 2016. Vol. 4. No. 4. Pp. 88–94. doi: 10.11648/j.jps.20160404.15.
15. Использование штамма Mesorhizobium ciceri 2 для повышения эффективности симбиотических систем нута / Б. Р. Умаров, Х. Т. Ядгаров, М. Ф. Абзалов и др. // Биотехнология. Теория и практика. 2015. № 1. С. 64–70. doi: 10.11134/btp.1.2015.7.
16. Дидович С. В., Горгулько Т. В., Алексеенко О. П. Потенциал растительно-микробного взаимодействия в агроценозах бобовых культур // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 4 (66). С. 229–231.
17. Kumari S., Khanna V. Effect of antagonistic Rhizobacteria coinoculated with Mesorhizobium ciceris on control of fusarium wilt in chickpea (*Cicer arietinum* L.) // African Journal of Microbiology Research. 2014. Vol. 8. No. 12. Pp. 1255–1265. doi: 10.5897/AJMR2013.6481.
18. Effect of indigenous Mesorhizobium spp. and plant growth promoting rhizobacteria on yields and nutrients uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under sustainable agriculture / J. P. Verma, J. Yadav, K. N. Tiwari et al. // Ecological Engineering. 2013. Vol. 51. Pp. 282–286. doi: 10.1016/j.ecoleng.2012.12.022.
19. Wani P. A., Khan M. S. Bacillus species enhance growth parameters of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in chromium stressed soils // Food and Chemical Toxicology. 2010. Vol. 48. No. 11. Pp. 3262–3267. doi: 10.1016/j.fct.2010.08.035.
20. Новый штамм бактерий Pseudomonas koreensis ИБ-4 как перспективный агент биологического контроля фитопатогенов / Г. Ф. Рафикова, Т. Ю. Коршунова, Л. Ф. Миннебаев и др. // Микробиология. 2016. Т. 85. № 3. С. 317–326. doi: 10.7868/S0026365616030137.
21. Мелентьев А. И., Усанов Н. Г., Логинов О. Н. Штамм бактерий Bacillus sp. для получения препарата против грибных возбудителей болезней злаковых культур // А.с. 1743019 СССР. Заявл. 03.10.89; опубл. 22.02.92.
22. Четвериков С. П., Логинов О. Н. Новые метаболиты Azotobacter vinelandii, обладающие антигрибной активностью // Микробиология. 2009. Т. 78. № 4. С. 479–483.
23. Тильба В. А., Бегун С. А., Садовская Е. В. Способ первичного отбора эффективных штаммов клубеньковых бактерий сои // А.с. 1482942 СССР. Заявл. 04.03.87; опубл. 30.05.89. Бюл. № 20.
24. Мелентьев А. И. Аэробные спорообразующие бактерии Bacillus Cohn в агроэкосистемах. М.: Наука, 2007. 147 с.

The prospect of using bacterial preparations against seed chickpea infection

E. V. Kuzina, G. F. Rafikova, E. A. Stolyarova, S. R. Mukhamatd'yarova, O. N. Loginov
Ufa Institute of Biology, Ufa Federal Research Center, Russian Academy of Sciences, prosp. Oktyabrya, 69, Ufa, 450054, Russian Federation

Abstract. *The purpose of the research was to analyze the efficiency of application of biological preparations obtained on the basis of bacterial strains against seed infection of chickpea formed under conditions of the Republic of Bashkortostan. In this work, we used seeds of Privo 1 variety, grown in 2016–2017. The objects of study were strains of Pseudomonas koreensis IB-4 (VKM V-2830D) and Paenibacillus ehimensis IB 739 (VKM V-2680D). We carried out a phyto-examination of 15 lots of chickpea seeds of local reproduction. Infection analysis was performed in Petri dishes with agar media. Fungi were identified by the shape of sporulation organs using identification keys, bacterial strains were identified based on the analysis of nucleotide sequences of 16S rRNA genes. In the vegetation experiment, aqueous suspensions of rhizobacteria strains were used as biological preparations for seed treatment. Representatives of the genera Penicillium (56.3%) and Aspergillus (31.7%) predominated on chickpea seeds, and Mucor (20.5%), Alternaria (18.8%), and Cladosporium (12.1%) were less present. Infection with fungi of the genus Fusarium (8.4%) slightly exceeded the economic threshold of harmfulness. Among the bacterial strains found on the seeds, the microorganisms of the genera Bacillus and Paenibacillus (Bacillus atrophaeus, B. pumilus, B. siamensis, B. velezensis, Paenibacillus jamilae, P. peoriae) prevailed. In in vitro experiments, P. koreensis IB-4 and P. ehimensis IB 739 strains inhibited the development of fungal and bacterial flora present on seeds. Their use for presowing bacterization of seeds contributed to an increase in shoot length by 13.2–19.2%, root length – by 9.8–19.6%. As a result of the use of biological preparations, the development of root rot on plants decreased, compared with the control, 1.5 times, the death of seedlings decreased by 8.0–12.0%.*

Keywords: *chickpea (Cicer arietinum L.); seed infection; rhizobacteria; antagonism; growth stimulation.*

Author Details: *E. V. Kuzina, Cand. Sc. (Biol.), senior research fellow (e-mail: biolab316@yandex.ru); G. F. Rafikova, Cand. Sc. (Biol.), senior research fellow; E. A. Stolyarova, Cand. Sc. (Biol.), senior research fellow; S. R. Mukhamatd'yarova, Cand. Sc. (Biol.), senior research fellow; O. N. Loginov, D. Sc. (Biol.), chief research fellow.*

For citation: *Kuzina EV, Rafikova GF, Stolyarova EA, et al. [The prospect of using bacterial preparations against seed chickpea infection]. Zemledelie. 2020;(2):44-7. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10211.*

ДИВИДЕНД® СУПРИМ. Кущение зерновых еще не было столь продуктивным!

Каждый сельскохозяйственный сезон несет множество погодных и фитосанитарных рисков. Неблагоприятные условия негативно влияют на развитие культурных растений, препятствуя формированию высоких и качественных урожаев. Как результат, рентабельность растениеводческого бизнеса снижается до минимальных отметок. Чтобы нейтрализовать потенциальные риски, аграриям необходимо использовать новейшие технологические решения. Одним из таких решений является препарат для защиты семян зерновых колосовых культур ДИВИДЕНД® СУПРИМ.

Проблем много, решение — одно

Начнем с того, что ДИВИДЕНД® СУПРИМ не оказывает ни малейшего ретардантного действия на посевы. Полученные из обработанных этим препаратом семян растения развиваются в оптимальном режиме, формируют больше побегов кущения, чем после обработки триазольными продуктами, что позволяет реализовать потенциал генетики сорта. Характерно, что данный препарат позволяет играть сроками сева. Например, на ранних сроках, когда сев идет в холодную, не прогретую солнцем почву, крайне велика вероятность поражения проростков питиозной корневой гнилью. Но ДИВИДЕНД® СУПРИМ справляется с возбудителем этого заболевания на отлично! В случае с более поздними сроками мы вновь возвращаемся к вопросу почвенной засухи. В этой ситуации «жесткий» препарат, угнетающий развитие растений, доведет их состояние до критического. Но не ДИВИДЕНД® СУПРИМ! Напомним: у него полностью отсутствует ретардантный эффект, что позволяет проводить сев даже в условиях дефицита влаги.

Об эффективности применения данного продукта свидетельствуют многочисленные опыты. В качестве примера приведем один из них.

В исследованиях участвовали три схемы предпосевной обработки семян пшеницы. Первый вариант — ДИВИДЕНД® ЭКСТРИМ. Здесь коэффициент кущения составил 1,1, а количество побегов кущения — 387 шт/м^2. Третий вариант — хозяйственный, коэффициент кущения составил 1,02, а количество побегов кущения — 320 шт/м^2. Вариант номер два — ДИВИДЕНД® СУПРИМ: коэффициент кущения достиг отметки 1,3, а количество побегов кущения — 457 шт/м^2. Именно этот вариант продемонстрировал наивысшую урожайность зерна!

Таким образом, применение препарата ДИВИДЕНД® СУПРИМ позволяет снизить норму высева до 3,5–4 млн шт. семян (на 35–40 %), что дает растениям возможность получить достаточное количество влаги и питания, а также увеличить кущение в 1,5–2 раза! Благодаря кущению формируется продуктивный стеблестой и высокая урожайность. Собственник бизнеса получает снижение себестоимости производимой продукции и рост общей рентабельности!

Мощная защита против патогенов

А теперь обратимся к главной функции препарата: защитной. «Мягок в отношении культурных растений, но безжалостен к вредоносным организмам» — именно так можно описать действие ДИВИДЕНД® СУПРИМ.

Нужно понимать, что наиболее уязвимый, критически важный период развития зерновых культур приходится на фазы проростков, всходов и кущения. Если в это время не обеспечить пшенице надежную защиту от широчайшего спектра патогенов и вредителей, все дальнейшие попытки вывести посевы на высокий уровень продуктивности окажутся бессмысленными. Ведь мы потеряем «фундамент», основу будущего урожая.

Таким образом, первый элемент предпосевной защиты пшеницы — фунгицидный. В препарате ДИВИДЕНД® СУПРИМ за него отвечают дифеноконазол и мефеноксам. Поскольку эти действующие вещества относятся к разным химическим классам, препарат гарантирует комплексную надежную защиту проростков и всходов от семенной, почвенной и аэрогенной инфекции.

В списке наиболее вредоносных заболеваний яровых зерновых значатся альтернариоз, виды головни, гельминтоспориозная, питиозная корневые гнили — то есть все экономически значимые заболевания, которые приводят к отставанию растений в росте, гибели продуктивных стеблей, изреживанию посевов. Список негативных последствий обширен, но результат один: снижение урожайности до 11–28 %. ДИВИДЕНД® СУПРИМ прекрасно справляется с контролем всех перечисленных выше заболеваний.

Враг не пройдет!

Еще одно направление защиты связано с использованием инсектицидных препаратов. На момент всходов пшенице угрожают злаковые мухи, тли, цикадки и злаковые блошки — переносчики вирусов. С каждым годом все больше российских предприятий осваивает ресурсосберегающие технологии. Действительно, это очень выгодно в экономическом плане, однако у каждой медали есть и обратная сторона, в данном случае — большое количество насекомых-вредителей, сохраняющихся в почве. Если не подавлять их еще на самом раннем этапе, можно потерять весомую часть урожая.

Яркий пример — ситуация со внутристеблевыми мухами. Они способны уничтожить до 80 % молодых растений. Оградить посевы от столь опасного вредителя может лишь качественная обработка семян.

И вновь на помощь приходит ДИВИДЕНД® СУПРИМ! В дозировке 2,5 литра препарат надежно защищает культуру от всех вредители всходов.

Резюмируя вышесказанное, получим сочетание впечатляющих характеристик препарата ДИВИДЕНД® СУПРИМ:

- эффективное кущение пшеницы даже в условиях лимита влаги;
- получение дружных всходов при любых сроках сева;
- полное отсутствие ретардантного эффекта, что позволяет проводить сев в условиях засухи;
- отличный контроль почвенных и наземных насекомых-вредителей;
- высокая эффективность против патогенной микрофлоры, включая возбудителей питиозных корневых гнилей;
- высокая технологичность и максимальная сохранность действующих веществ на семени (технология «Формула М»);
- готовый продукт, избавляющий от необходимости смешивать инсектицидные и фунгицидные компоненты.

click n°seed
BY EURALIS

Ваше поле особенное,
Наши рекомендации уникальны

- **Полная диагностика** вашего поля
- **Рекомендации гибридов** на основе климатических данных и технологического профиля гибридов Евралис
- **Результаты демо-испытаний в регионе,** взятые из базы данных Евралис
- **Индивидуальный расчет** густоты посева

www.clicknseed.com

www.euralis.ru

EURALIS
Creating seeds and trust

С нами расти легче.
С нами растут защищенные площади

Компания «Август» обеспечивает тысячи земледельцев во многих странах препаратами для комплексной защиты практически всех сельскохозяйственных культур в любых регионах и почвенно-климатических условиях.

Площадь посевов, защищенных препаратами «Августа» в России в 2019 году

44 млн га

в пересчете на однократную обработку

С нами расти легче. С нами растет страна.

avgust 30 лет

avgust.com

ISSN 0044-3913. Земледелие. 2020. № 2.1 - 48. Индекс 70329.