4.2018

ISSN 0044-3913

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

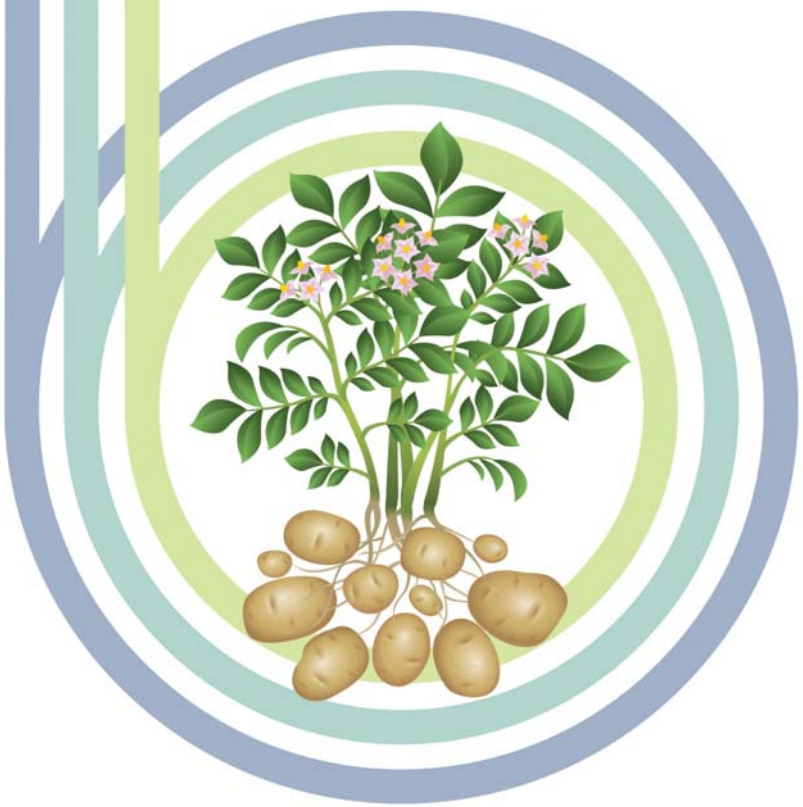
МЕТАМИЛ® МЦ, ВДГ

640 Г/КГ МАНКОЦЕБА + 80 Г/КГ МЕТАЛАКСИЛА

30 МИНУТ НА ПРОНИКНОВЕНИЕ

2 ДЕЙСТВУЮЩИХ ВЕЩЕСТВА

1 УБЕДИТЕЛЬНЫЙ АРГУМЕНТ ЗАЩИТЫ
ОТ ФИТОФТОРОЗА И АЛЬТЕРНАРИОЗА КАРТОФЕЛЯ



РЕКЛАМА

CVS
система управления вегетацией

КАРТОФЕЛЬ, БУДЬ ЗДОРОВ!

ФУНГИЦИД
для борьбы с болезнями картофеля

www.betaren.ru

ЩЕЛКОВО АГРОХИМ
российский аргумент защиты

Быстрый темп, двойной эффект!

Квикстеп®

клетодим, 130 г/л +
+ галоксифоп-Р-метил, 80 г/л

expectrum инновационные продукты

Оригинальный двухкомпонентный граминицид для применения на посевах сахарной свеклы, подсолнечника, рапса, сои, картофеля и льна

Содержит уникальное сочетание двух действующих веществ из разных химических классов. Эффективен против всего спектра однолетних и многолетних злаковых сорняков. Благодаря системной активности уничтожает их надземную часть и корневую систему. Обладает высокой скоростью действия. Применяется без ограничений по стадиям развития культуры. Благодаря гибким нормам расхода позволяет экономически обоснованно решать любые проблемы со злаковыми сорными растениями. Совместим в баковых смесях с противодвудольными гербицидами.

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

С нами расти легче

www.avgust.com

avgust crop protection

реклама

4.2018 МАЙ-ИЮНЬ

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

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

СОДЕРЖАНИЕ CONTENTS

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЛИ И СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ — **USE OF SOIL AND AGRICULTURE SYSTEMS**

О. В. Сидоренко, И. В. Ильина. Эффективное использование земельных ресурсов как основа импортозамещения в АПК 3

O. V. Sidorenko, I. V. Ilyina. Effective Use of Land Resources as a Basis for Import Substitution in the Agrarian and Industrial Complex

Л. И. Петрова, Ю. И. Митрофанов, Н. К. Первушина, В. Н. Лапушкина. Влияние удобрений и насыщения севооборотов зерновыми культурами на продуктивность осушаемой пашни 6

L. I. Petrova, Y. I. Mitrofanov, N. K. Pervushina, V. N. Lapushkina. Influence of Fertilizers and Saturation of Crop Rotations with Cereals on the Productivity of Drained Arable Land

ПОЛЕВОДСТВО И ЛУГОВОДСТВО — **FIELD CROPS**

В. И. Турусов, В. М. Гармашов. Эффективность различных приемов и систем основной обработки почвы в звене севооборота горох – озимая пшеница в условиях юго-востока ЦЧР 9

V. I. Turusov, V. M. Garmashov. Efficiency of Different Methods and Systems of Tillage in Crop Rotation Section “Pea – Winter Wheat” under Conditions of the Southeast of the Central Chernozem Zone

А. Н. Власенко, Н. Г. Власенко, О. В. Кулагин, П. И. Кудашкин. Влияние сорта и технологии на эффективность возделывания яровой пшеницы в лесостепи Приобья 15

A. N. Vlasenko, N. G. Vlasenko, O. V. Kulagin, P. I. Kudashkin. Influence of Variety and Technology on the Efficiency of Spring Wheat Cultivation in the Forest-Steppe of the Ob Region

А. Г. Васильчиков, А. С. Акулов. Управление вегетацией перспективных сортообразцов сои путем применения высокоэффективных инокулянтов 19

A. G. Vasil'chikov, A. S. Akulov. Management of Vegetation of Promising Soybean Samples by High-Effective Inoculants

А. Г. Гурин, И. М. Чадаев. Влияние бобовых предшественников на засорённость посевов озимой пшеницы 22

A. G. Gurin, I. M. Chadaev. Influence of Legume Forecrops on the Infestation of Winter Wheat Crops

З. И. Глазова. Перспектива применения листовых подкормок при выращивании чечевицы 24

Z. I. Glazova. Prospects of Foliar Applications at Lentil Growing

А. И. Ерохин, Н. Е. Павловская. Влияние совместного применения препаратов на растениях гороха 26

A. I. Erokhin, N. E. Pavlovskaya. Influence of Joint Application of Preparations on Pea Plants

Основан в 1939 г.

УЧРЕДИТЕЛИ:
Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии

ООО «Редакция журнала «Земледелие»

ИЗДАТЕЛЬ:
ООО «Редакция журнала «Земледелие»

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

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

КОНТАКТЫ:
Тел./факс: +7 916 241 63 43

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

АДРЕС ДЛЯ ОТПРАВКИ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:
101000, г. Москва, Моспочтампт, 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 04.05.18
Формат 60×90 1/8.
Печать офсетная.
Печ.л. 6,0+0,5 вкл.
Заказ

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

© “Земледелие”. 2018.

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

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

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

СОРТА И СЕМЕНА — GRADES AND SEEDS

С. В. Бобков, И.А. Бычков. Содержание фотосинтетических пигментов и активность ферментов окислительного стресса у диких образцов гороха 29
Е. В. Головина. Сравнительное исследование засухоустойчивости новых сортов сои различными методами 33
А. Н. Фесенко, А. В. Амелин, И. Н. Фесенко, О. В. Бирюкова, В. В. Заикин. Новый сорт гречихи Даша 36
Г. Е. Мартыненко. Интродукция генов инорайонных сортов в геном *Fagopyrum esculentum* Moench. 39
С. В. Бобков, В. И. Зотиков, О. В. Уварова. Оптимизация условий экстракции белков из плодов гречихи 42

S. V. Bobkov, I. A. Bychkov. Contents of Photosynthetic Pigments and Activity of Oxidative Stress Enzymes in Wild Pea 29
E. V. Golovina. Comparative Study of Drought Resistance of New Soybean Varieties by Different Methods 33
A. N. Fesenko, A. V. Amelin, I. N. Fesenko, O. V. Birukova, V. V. Zaikin. New variety of buckwheat ‘Dasha’ 36
G. E. Martynenko. Introduction of Genes of Varieties from Other Regions into Genome of *Fagopyrum esculentum* 39
S. V. Bobkov, V. I. Zotikov, O. V. Uvarova. Optimization of Protein Extraction from Buckwheat Seeds 42

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ — PLANT PROTECTION

З. Р. Цуканова, Е. В. Латынцева, А. А. Молошонок, Е. В. Кирсанова, П. В. Варнавский. Комплексная защита яровой пшеницы сорта Дарья в питомниках первичного семеноводства 45

Z. R. Tsukanova, E. V. Latynceva, A. A. Moloshonok, E. V. Kirsanova, P. V. Varnavskij. Integrated Protection of Spring Wheat ‘Darya’ in Nurseries of Primary Seed Production 45

Уважаемые читатели!

В 2018 г. наш журнал будет, как и прежде, выходить 8 раз в год, в первый и второй месяцы каждого квартала. Наш подписной индекс в каталоге Роспечати 70329. Возможна подписка через редакцию как на бумажную, так и электронную версию журнала.

Напоминаем авторам, что формирование планов и подготовка номеров начинается заблаговременно. Редакция заключает договоры с научными организациями и учебными учреждениями на издательские услуги по публикации статей. Заявки на 2018 г. принимаются по электронной почте jurzemledelie@yandex.ru

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10401
УДК 631.5

Эффективное использование земельных ресурсов как основа импортозамещения в АПК

О. В. СИДОРЕНКО,
доктор экономических наук,
зав. кафедрой (e-mail: sov1974@mail.ru)
И. В. ИЛЬИНА, кандидат экономических наук, доцент
(e-mail: ktv3744@mail.ru)
Орловский государственный аграрный университет имени
Н. В. Парахина, ул. Генерала Родина, 69, Орёл, 302019, Российская Федерация

Повышение эффективности использования земельных ресурсов – одно из важнейших стратегических направлений устойчивого социально-экономического развития АПК России и обеспечения продовольственной безопасности страны. Однако этот важнейший ресурс отечественного агропотенциала в силу ряда причин используется недостаточно полно и рационально. В этой связи весьма актуальны вопросы оценочного мониторинга состояния земельного фонда, в том числе пашни, залежей, многолетних насаждений, сенокосов и пастбищ, изучения особенностей оборота сельскохозяйственных угодий по регионам Российской Федерации. В организациях АПК Орловской области показатели степени вовлеченности земельных ресурсов в производственную деятельность достаточно стабильны. Оценочные стоимостные критерии эффективности использования земли указывают на рост производства и реализации продукции в хозяйствах всех категорий. В 2016 г., по сравнению с 2012 г., стоимость произведенной продукции в расчете на 100 га посевной площади в сельскохозяйственных организациях увеличилась на 82,2 %, крестьянских (фермерских) хозяйствах – на 94,3 %. При этом динамика натуральных показателей производства продукции животноводства в организациях Орловской области различна. В целом по региону объем валового надоя молока в расчете на 100 га сельскохозяйственных угодий сократился со 128,3 ц в 2012 г. до 94,0 ц в 2016 г., что не позволяет констатировать факт повышения эффективности использования земельных ресурсов. В целях реализации стратегии по импортозамещению сельскохозяйственной продукции и продовольствия необходимо включение в действенный оборот всего земельного потенциала.

Ключевые слова: *эффективное использование, земельные ресурсы, сельскохозяйственное производство, импортозамещение, экономическая оценка.*

Для цитирования: *Сидоренко О. В., Ильина И. В. Эффективное использование земельных ресурсов как основа импортозамещения в АПК // Земледелие. 2018. № 4. С. 3-5. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10401.*

Земля по-прежнему остается одним из основных факторов производства, приносящих доход в результате рационального использования. Поскольку этот ресурс ограничен, то потеря или загрязнение каждого гектара земельного фонда – это экономический ущерб. Решение проблемы продовольственного обеспечения также неразрывно связано с вопросами землепользования. В этой связи среди ученых-аграриев идут дискуссии по проблемам оборота сельскохозяйственных угодий и повышения эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения [1]. Обсуждаются также причины нарушения устойчивости сельскохозяйственного землепользования [2, 3, 4], отсутствие полноценной законодательной базы в части правового регулирования земель как природного ресурса и национального объекта, несовершенство объемов и структуры земельных платежей; отсутствие механизма процесса исключения из обработки малопродуктивных земель [5, 6].

С позиций изложенного весьма своевременными представляются задачи по выявлению особенностей оборота сельскохозяйственных угодий, оценке состояния и эффективности использования земельных ресурсов в разрезе регионов Российской Федерации.

Земельный фонд хозяйствующих субъектов Орловской области, занимающихся сельскохозяйственным производством, составляет 2109,7 тыс. га (табл. 1). Преобладающая категория в его составе – земли сельскохозяйственного назначения (1997,7 тыс. га), на которые приходится 94,7 %. За последние 5 лет в

1. Земельный фонд землепользователей Орловской области, тыс. га

Показатель	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2016 г. в % к 2012 г.
Общая площадь	2106,6	2105,5	2107,9	2109,8	2109,7	101,5
в том числе сельскохозяйственные угодья	1994,6	1993,4	1995,9	1997,7	1997,7	101,6
из них:						
пашня	1551,0	1550,3	1551,7	1553,3	1553,2	101,4
залежь	53,9	53,9	54,1	54,1	54,1	103,7
многолетние насаждения	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	100,0
сенокосы	52,0	52,0	51,8	51,8	51,9	99,8
пастбища	313,4	312,9	314,0	314,2	314,2	102,6

2. Использование сельскохозяйственных угодий сельскохозяйственными организациями Орловской области

Показатель	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2016 г. в % к 2012 г.
Общая земельная площадь, тыс. га	1210,2	1138,7	1167,6	1148,7	1222,7	101,0
в том числе сельскохозяйственные угодья	1172,0	1110,0	1140,4	1126,0	1200,1	102,4
из них:						
пашня	1107,9	1022,8	1063,1	1055,5	1119,8	101,1
залежь	1,9	7,9	7,3	7,3	6,7	356,0
многолетние насаждения	2,2	2,6	2,0	2,8	3,2	143,8
сенокосы	19,9	34,1	15,3	16,4	20,1	100,8
пастбища	40,0	42,7	52,6	44,0	50,4	125,7
Фактически не использовались, тыс. га	28,3	30,3	20,1	17,9	15,0	52,9
Доля, %: сельскохозяйственных угодий в общей земельной площади	96,8	97,5	97,7	98,0	98,2	–
неиспользуемых сельскохозяйственных угодий	2,4	2,7	1,8	1,6	1,2	–
неиспользуемой пашни	2,1	2,1	1,0	0,8	0,2	–

3. Показатели степени вовлеченности земельных ресурсов в производственную деятельность сельскохозяйственных организаций Орловской области

Показатель	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Коэффициент земельного использования, %	96,8	97,5	97,7	98,0	98,1
Коэффициент распаханности, %	94,5	92,1	93,2	93,7	93,3
Доля залежи в площади сельскохозяйственных угодий, %	0,16	0,71	0,64	0,65	0,56

сельскохозяйственный оборот введено 3,1 тыс. га сельхозугодий, из них 2,2 тыс. га пашни.

В организациях АПК Орловской области неиспользуемые земли сельскохозяйственного назначения в 2016 г. занимали всего 1,2 %, их площадь, по сравнению с 2012 г., сократилась в 2 раза (табл. 2). Доля неиспользуемой пашни в 2016 г. составила 0,2 %, сокращение, соответственно, в 8,4 раза. Все остальные земли заняты в сельскохозяйственном обороте.

4. Использование пашни различными категориями землепользователей в Орловской области, тыс. га

Показатель	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2016 г. в % к 2012 г.
Все землепользователи						
Пашня	1551,0	1550,3	1551,7	1553,3	1553,2	101,4
Чистые пары	155,3	165,4	153,5	115,6	99.6	64,1
Неиспользуемая пашня	296,6	261,8	289,7	225,1	183,0	61,7
Сельскохозяйственные организации						
Пашня	1107,9	1022,8	1063,1	1055,5	1119,8	101,1
Чистые пары	29,5	37,8	29,1	20,0	21,3	72,0
Неиспользуемая пашня	265,8	162,1	237,6	126,0	180,0	67,8

Показатели степени вовлеченности земельных ресурсов в производственную деятельность сельскохозяйственных организаций Орловской области за анализируемый период времени достаточно стабильны. Исключение – доля залежей в площади сельскохозяйственных угодий. Величина этого показателя в 2016 г. составила 0,56 %, что на 0,09 % ниже, чем в предшествующий период (табл. 3).

В 2012 г. площадь неиспользуемой пашни во всех категориях хозяйств составляла 296,6 тыс. га, в 2016 г. – 183 тыс. га, то есть сократилась на 38,3 %. По сельскохозяйственным организациям за исследуемый период она снизилась на 85,7 тыс. га, но в 2016 г. не используемая пашня оставалась только в этой категорией хозяйств (табл. 4).

Ученые отмечают, что сокращение пахотных земель ограничивает возможности импортозамещения [7]. Согласно агрономическим нормам, доля незасянной площади (чистые пары) должна составлять не более 5-8 % от общей площади пашни [8]. Исследования показали, что в хозяйствах девяти районов Орловской области посевами занято 100 % площади пашни, а в остальных агронормы не выполняются.

Урожайность сельскохозяйственных культур в 2016 г., по сравнению с 2012 г., увеличилась. Производство зерна на 100 га пашни возросло на 41,0 % (табл. 5). Установлен рост объема производства мяса. При этом, нельзя не отметить, что производство молока в расчете на 100 га сельхозугодий в 2016 г. сократилось, по сравнению с 2012 г., на 26,7 %.

5. Динамика натуральных показателей эффективности использования земельных ресурсов в сельскохозяйственных организациях Орловской области

Показатель	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2016 г. в % к 2012 г.
Урожайность, ц/га:						
зерновых культур	27,5	33,4	42,8	29,1	33,7	122,5
картофеля	241,9	253,7	243,1	286,5	275,5	113,9
сахарной свеклы	394,5	415,5	322,4	323,2	381,0	96,6
Произведено зерна на 100 га пашни, ц	1334,0	1742,2	2085,1	1657,0	1879,0	140,9
Произведено на 100 га сельскохозяйственных угодий, ц:						
молока	128,3	113,8	99,9	100,7	94,0	73,3
мяса КРС	7,7	9,1	8,6	8,7	8,1	105,7

Экономическая оценка земель позволяет определить степень влияния качества почвы на получение соответствующего дохода, при этом используются такие важные показатели, как валовая продукция, чистый доход, прибыль [9].

Оценочные показатели эффективности использования земли указывают на рост производства продукции в сельскохозяйственных организациях Орловской области. Например, в 2016 г. стоимость реализованной продукции в расчете на 100 га сельскохозяйственных угодий увеличилась, в сравнении с 2012 г., на 62,9 % (табл. 6).

Положительным результатом можно считать и то, что затраты, а также объем производства продукции в расчете на 100 га сельхозугодий растут одинаковыми темпами. При этом основная составляющая издержек производства – материально-денежные затраты, растут гораздо быстрее, чем издержки на оплату труда, что указывает на интенсификационные процессы в сельском хозяйстве региона.

По мнению специалистов, проводимые в стране в последние два десятилетия земельные преобразования не создали в аграрном секторе условий для эффективного использования земель сельхозназначения, а, наоборот, стали одной из причин нарушения устойчивости землепользования, снижения объемов производства продукции [4].

Так, в разрезе природно-экономических зон Орловской области очевидна тенденция увеличения доли зерновых и технических культур в структуре посевных площадей в 1990-2016 гг. Одновременно прослеживается тенденция снижения доли кормовых культур (табл. 7). Их общая площадь сократилась с 520,4 тыс. га в 1990 г. до 106,7 тыс. га в 2016 г., или в 4,9 раза. В среднем по региону доля посевов кормовых культур за анализируемый период времени уменьшилась в 3,9 раза. Такое значительное сокращение непосредственно связано с уменьшением поголовья животных, что отражается на объемах производимой и реализуемой продукции (молока и мяса). Так, в целом по Орловской области объем производства молока снизился с 754,4 тыс. т в 1990 г. до 178 тыс. т в 2016 г. (в 4,2 раза); мяса – со 117,9 тыс. т в 1990 г. до 84,7 тыс. т в 2016 г. (в 1,4 раза).

В целом в сельскохозяйственных организациях и крестьянских (фер-

6. Стоимостные показатели эффективности использования земельных ресурсов сельскохозяйственными организациями Орловской области

Показатель	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2016 г. в % к 2012 г.
Получено на 100 га сельскохозяйственных угодий, тыс. руб.:						
выручки	2063,7	2022,5	2703,6	3267,2	3362,6	162,9
чистой прибыли	273,7	211,2	517,1	812,7	609,6	222,7
Выручка с 1 га пашни, тыс. руб.	21,8	22,0	29,0	34,9	36,0	165,3
В расчете на 100 га с.-х. угодий: издержки производства, тыс. руб. – всего	1678,4	1952,0	2255,5	2550,2	3015,8	179,6
в том числе						
материальные затраты	1095,8	1283,0	1477,0	1729,2	2024,6	189,9
затраты на оплату труда	235,9	272,3	300,3	319,0	339,8	144,2

7. Структура посевных площадей по видам сельскохозяйственных культур в Орловской области за 1990-2016 гг.

Природно-экономическая зона	Зерновые культуры			Технические культуры			Кормовые культуры		
	1990 г.	2016 г.	±, п.п.	1990 г.	2016 г.	±, п.п.	1990 г.	2016 г.	±, п.п.
Западная	55,3	71,0	+15,7	3,2	14,2	+11,0	35,6	16,3	-19,3
Центральная	57,1	76,9	+19,8	4,6	16,2	+11,6	34,1	7,3	-26,8
Восточная	60,2	74,3	+14,1	5,8	13,3	+7,5	31,0	7,4	-23,6
Всего по области	57,9	74,2	+16,3	4,7	11,3	+6,6	33,1	8,4	-24,7

мерских) хозяйствах в 2016 г. посевные площади выросли, по сравнению с 2012 г., соответственно на 13,0 % и 34,9 %, в хозяйствах населения сократились на 14,2 % (табл. 8).

8. Производство продукции сельского хозяйства в расчете на 1 га посевных площадей по категориям хозяйств в Орловской области, тыс. руб.

Показатель	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2016 г. в % к 2012 г.
Посевная площадь в хозяйствах всех категорий, тыс. га	1099,1	1123,1	1108,5	1212,6	1270,6	115,6
в том числе						
сельскохозяйственные организации	862,2	874,8	858,5	944,8	978,3	113,0
хозяйства населения	55,7	53,3	51,8	5,0	47,8	85,8
крестьянские (фермерские) хозяйства	181,2	195,0	198,2	217,8	244,5	134,9
Произведено продукции сельского хозяйства в расчете на 1 га посевной площади, руб.:						
в хозяйствах всех категорий	35543	38245	47196	53294	57596	162,0
в том числе						
продукции растениеводства	22770	25624	31890	36930	43102	189,3
продукции животноводства	12773	12621	15306	16365	13708	107,3
в сельскохозяйственных организациях	29179	30839	40835	46586	53175	182,2
в том числе						
продукции растениеводства	20295	22220	28979	32417	40673	200,4
продукции животноводства	8883	8618	11856	14169	12503	140,8
в хозяйствах населения	194811	237865	246645	292156	274992	141,2
в том числе						
продукции растениеводства	85673	119345	123046	174076	157672	184,0
продукции животноводства	109138	118520	123598	118080	117320	107,5
в крестьянских (фермерских) хозяйствах	16871	16908	22625	27559	32785	194,3
в том числе						
продукции растениеводства	15211	15274	20677	25021	30055	197,6
продукции животноводства	1659	1633	1948	2538	2362	142,4

Стоимость валовой продукции в расчете на 1 га посевной площади в сельскохозяйственных организациях за анализируемый период увеличилась в 1,8 раза, в том числе продукции растениеводства – в 2 раза, животноводства – в 1,4 раза. В хозяйствах населения рост валовой продукции составил 1,4 раза, в том числе растениеводства – 1,8 раза, животноводства – 1,1 раза. В крестьянских (фермерских) хозяйствах показатели прироста агропромышленного производства несколько выше. Так, стоимость валовой продукции растениеводства увеличилась в 2,0 раза, животноводства – в 1,4 раза.

При этом показатели развития отрасли животноводства не позволяют говорить об эффективном использовании земельных ресурсов в регионе.

Обобщение результатов мониторингового исследования позволяет утверждать, что, во-первых, в целях реализации стратегии по импортозамещению сельскохозяйственной продукции и продовольствия существует объективная необходимость включения в действенный оборот всего земельного потенциала; во-вторых, необходима ориентация государственной политики на повышение роли земельных ресурсов в решении экономических и социальных проблем развития страны.

Литература.

1. Алтухов А. И. Парадигма продовольственной безопасности страны в современных условиях // Экономика сельского хозяйства России. 2014. № 11. С. 4–12.
2. Зотиков В. И. Роль генетических ресурсов в повышении продуктивности и экологической устойчивости растениеводства // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 2. С. 4–7.
3. Гуляева Т. И., Сидоренко О. В. К вопросу о землепользовании в Орловской области // Вестник аграрной науки. 2017. № 6. С. 93–100.
4. Давыдова Я. Е. Основные направления государственного управления земельными ресурсами в сельском хозяйстве // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2016. № 2 (27). С. 12–14.
5. Леппке О. Б. Теоретические аспекты экономики сельскохозяйственного землепользования // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2016. № 4. С. 2–8.
6. Шибалкин А. Е. Сколько, когда и где было выведено из оборота сельскохозяйственных угодий в России // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2017. № 2. С. 47–53.
7. Ильина И. В. Сидоренко О.В. Региональная стратегия использования земельных и материально-технических ресурсов сельского хозяйства // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2011. № 16. С. 29–35.
8. Панин А. В., Лобова О. В. География деятельности и эффективность хозяйствования интегрированных сельхозорганизаций Орловской области // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2013. № 4. С. 57–61.
9. Целовальников И. К. Вопросы эффективности использования земель сельхозназначения в региональном АПК // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2016. № 1. С. 25–26.

Effective Use of Land Resources as a Basis for Import Substitution in the Agrarian and Industrial Complex

O. V. Sidorenko, I. V. Ilyina
N. V. Parakhin Orel State Agrarian University ul. Generala Rodina, 69, Orel, 302019, Russian Federation

Abstract. *An increase in the efficiency of use of land resources is one of the most important strategic directions of sustainable social and economic development of the agrarian and industrial complex of Russia and of guarantee of food security. However, this major resource of domestic agricultural potential, for a variety of reasons, is not used rationally and completely. In this regard the issues of the estimated monitoring of the land fund condition, including an arable land, idle fields, perennial plantings, hayings and pastures, studying the peculiarities of a rotation of agricultural lands in the regions in the Russian Federation are very relevant. In the organizations of the agrarian and industrial complex of Orel region the level of the involvement of land resources into the production activity is rather stable. The estimated cost criteria of the efficiency of land use indicate an increase in the production and realization of products on farms of all categories. In 2016 in comparison with 2012 the cost of the produced products per 100 hectares of cultivated area in the agricultural organizations increased by 82.2%, in family farms – by 94.3%. At the same time the dynamics of natural indicators of livestock production in the organizations of Orel region are various. In general, in Orel region the volume of gross milk yield per 100 hectares of farm land was reduced from 12.83 t in 2012 to 9.40 t in 2016 that does not allow to state the fact of an increase in the use efficiency of land resources. To realize the strategy of import substitution of agricultural products and provisions, the necessity to include all land potential into the eventual turnover is proved.*

Keywords: *effective use; land resources; agricultural production; import substitution; economic assessment.*

Author Details: *O. V. Sidorenko, D. Sc. (Econ.), head of department (e-mail: sov1974@mail.ru); I. V. Ilyina, Cand. Sc. (Econ.), assoc. prof. (e-mail: ktv3744@mail.ru).*

For citation: *Sidorenko O. V., Ilyina I. V. Effective Use of Land Resources as a Basis for Import Substitution in the Agrarian and Industrial Complex. Zemledelie. 2018. No. 4. Pp. 3-5 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10401.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10402
УДК 631.8:631.582:631.6

Влияние удобрений и насыщения севооборотов зерновыми культурами на продуктивность осушаемой пашни

Л. И. ПЕТРОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: 2016vniimz-noo@list.ru)
Ю. И. МИТРОФАНОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. отделом
Н. К. ПЕРВУШИНА, младший научный сотрудник
В. Н. ЛАПУШКИНА, младший научный сотрудник
Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель, п. Эммаус, 27, Калининский р-н, Тверская обл., 170530, Российская Федерация

Экспериментальные исследования проводили в 2011-2017 гг. в условиях Тверской области на осушаемой дерново-подзолистой легкосуглинистой глееватой почве. Изучали пять вариантов севооборотов с насыщением зерновыми 50, 75, 100 %. Плодосменный севооборот (50 % зерновых) был развернут в пространстве и во времени на 3-х фонах: 1 – без удобрений, 2 – средние нормы удобрений, 3 – высокие нормы. Севообороты в остальных четырех вариантах были развернуты только во времени с высокими нормами удобрений. Удобрения оказали положительное влияние на пищевой режим, фотосинтетическую деятельность посевов и продуктивность пашни. Выход кормовых единиц с 1 га севооборотной площади плодосменного севооборота без их внесения составил 4,83 тыс., со средними нормами удобрений – 7,46 тыс., с высокими нормами – 8,80 тыс. Наиболее высокая оплата 1 кг д.в. удобрений урожаем зерна отмечена при использовании средних норм удобрений: у озимых – 13,5 кг, у яровой пшеницы – 10,0 кг. При высоких нормах окупаемость снизилась соответственно до 9,7 и 7,0 кг зерна на 1 кг д.в. При высоком насыщении структуры посевных площадей зерновыми культурами (75, 100 %) наибольшая продуктивность пашни (6,61 тыс. корм. ед. с 1 га севооборотной площади) отмечена в зерно-травяном севообороте с участием клевера 1 г.п. и озимых зерновых культур (75 % зерновых). По выходу зерна с 1 га севооборотной площади преимущество было за бессменным посевом озимых зерновых культур. В среднем за годы исследований в этом варианте он составил 4,28 т/га, в плодосменном севообороте – 2,35 т/га. При этом наиболее высокая урожайность зерновых установлена в плодосменном севообороте.

Ключевые слова: *севооборот, удобрения, питательный режим, окупаемость удобрений, зерновые, урожайность, качество продукции, продуктивность.*

Для цитирования: *Влияние удобрений и насыщения севооборотов зерновыми культурами на продуктивность осушаемой пашни / Л. И. Петрова, Ю. И. Митрофанов, Н. К. Первушина и др. // Земледелие. 2018. № 4. С. 6-8. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10402.*

В условиях появления новых форм хозяйствования возникла потребность в специализированных полевых и кормовых севооборотах с высокой долей ведущих культур. Особенно интенсивно происходит концентрация посевов зерновых. Появившиеся мелкотоварные хозяйства с ограниченной площадью землепользования не могут себе позволить выращивание широкого набора культур. Выгодными становятся те культуры, которые наиболее востребованы и могут составить конкуренцию импортируемой продукции. В то же время в условиях низкой обеспеченности удобрениями, средствами защиты растений специализированные севообороты становятся причиной ухудшения фитосанитарного состояния. Поэтому в условиях, когда использование приемов интенсификации земледелия сведено до минимума, введение и освоение правильных экологически сбалансированных севооборотов приобретает особо важное значение [1, 2, 3]. Корректировка существующих или освоение новых севооборотов, адаптированных к почвенно-мелиоративным и экономическим условиям производства – один из важнейших резервов увеличения эффективности земледелия на осушаемых землях.

Одно из основных направлений увеличения производства растениеводческой продукции на дерново-подзолистых почвах – применение минеральных удобрений [4, 5, 6]. Однако их ограниченные ресурсы обусловливают необходимость проведения исследований по определению экономически и экологически целесообразных норм внесения и максимально возможного использования питательных элементов из почвенных ресурсов.

На сегодняшний день недостаточный уровень внесения органических удобрений не может обеспечить стабилизацию и повышение почвенного плодородия. Поэтому, как установлено наукой и практикой, наиболее эффективные альтернативные варианты пополнения органического вещества в почве – введение в севообороты трав, применение сидеральных культур, использование соломы [7, 8, 9].

Цель исследований – изучить влияние различных норм удобрений и насыщения севооборотов зерновыми культурами на эффективность использования осушаемых земель.

Экспериментальные исследования проводили на базе отдела мелиоративного земледелия и опытного полигона ФГБНУ ВНИИМЗ на осушаемой закрытым дренажом дерново-подзолистой легкосуглинистой глееватой кислой почве с содержанием гумуса 2,23-2,38 % и повышенной обеспеченностью подвижным фосфором и обменным калием.

Изучали пять вариантов севооборотов с насыщением зерновыми 50, 75, 100 %: I плодосменный севооборот (50 % зерновых) с чередованием культур – яровая пшеница + клевер – клевер 1 г.п. – озимые зерновые – картофель; II зернотравяной (75 % зерновых) – яровая пшеница + клевер – клевер 1 г.п. – озимые зерновые – овес; III зерновой (100 % зерновых) – яровая пшеница – озимые зерновые; IV зерновой (100 % зерновых) – яровая пшеница – овес; V зерновой (100 % зерновых) – бессменно озимые зерновые.

Плодосменный севооборот была развернут в пространстве и во времени на трех фонах минерального питания: 1 – без удобрений, 2 – средние нормы удобрений, 3 – высокие нормы. Остальные севообороты были развернуты только во времени на третьем фоне удобрений.

На всех фонах в соответствующих вариантах запахивали солому и отаву клевера, на 2 и 3 фонах под картофель вносили компост многоцелевого назначения (КМН), в посевах яровых зерновых культур применяли гербициды. Нормы минеральных удобрений под яровые зерновые на 2-ом фоне минерального питания были равны $N_{45}P_{45}K_{45}$, на 3-м – $N_{90}P_{90}K_{90}$; под озимые зерновые – соответственно $N_{45}P_{15}K_{45}$ и $N_{90}P_{30}K_{90}$; под клевер 1 г.п. – K_{30} и K_{60}; под картофель – КМН 15 т/га + K_{90} и КМН 15 т/га + $N_{70}K_{180}$.

Опыт заложен в четырехкратной повторности с размещением вариантов методом расщепленных делянок. Общая площадь делянок второго порядка плодосменного севооборота 432 м^2, других севооборотов – 288 м^2, учетных делянок у культур сплошного сева – 44 м^2, картофеля – 20 м^2. В опыте выращивали районированные в Тверской области сорта культур по рекомендованным в зоне технологиям за исключением изучаемых приемов. Исследования, анализы и наблюдения проводили в соответствии с общепринятыми в растениеводческой науке методикам опытного дела.

Метеоусловия в годы исследований различались. Вегетационные периоды 2011, 2015, 2016, 2017 гг. можно охарактеризовать как влажные (ГТК за май –

сентябрь 1,39-1,94), 2012 г. – избыточно влажный (ГТК 2,34), наблюдали периодическое переувлажнение пахотного слоя почвы под посевами культур, 2013 и 2014 гг. – засушливые (ГТК 0,96 и 0,98), влажность пахотного слоя почвы в течение вегетации была ниже оптимальной. Влажность пахотного слоя под яровыми зерновыми соответственно градациям этих лет в среднем за вегетацию составляла 67, 97 и 36 % НВ, общая порозность – 49, 47, 52 % объема почвы, порозность аэрации – 28, 19, 36 %, под посадками картофеля соответственно – 58, 73, 36 % НВ; 54, 52, 53 % и 38, 30, 42 %.

В плодосменном севообороте в среднем за 7 лет наименьшую урожайность среди зерновых культур (табл. 1) в варианте без удобрений сформировала наиболее требовательная к плодородию почвы яровая пшеница (2,06 т/га), у озимых зерновых величина этого показателя была выше (3,41 т/га).

показателя понижалась соответственно до 9,7 и 7,0. При выращивании картофеля окупаемость удобрений урожаем на обоих фонах минерального питания находилась на одном уровне – 22,3 и 22,8 кг/кг.

Оплата 1 кг д.в. удобрений прибавкой продуктивности 1 га севооборотной площади в варианте со средними нормами составила 10,9 корм. ед., с высокими – 10,5 корм. ед. Более высокая окупаемость применения 1 кг д.в. удобрений отмечена во влажные годы – соответственно 13,19 и 11,44 корм. ед., самая низкая в засушливые – 6,61 и 8,30 корм. ед.

Удобрения оказали положительное влияние на формирование основных элементов продуктивности культур. У зерновых величины этих показателей возрастали по мере улучшения условий минерального питания. Количество продуктивных стеблей у озимой ржи в этих вариантах было больше на 30-50 %, зерен в колосе – на 4,4-8,2 шт., масса

1. Урожайность культур и продуктивность плодосменного севооборота в зависимости от вариантов удобрений на осушаемых землях, 2011-2017 гг., т/га

Система удобрений	Культура				Продуктивность 1 га севооборотной площади, тыс. корм.ед.
	озимые зерновые	яровая пшеница	картофель	клевер 1 г.п. (на зеленую массу)	
Без удобрений	3,41	2,06	17,3	36,3	4,83
Средние нормы	4,83	3,41	32,8	48,2	7,46
Высокие нормы	5,44	3,97	38,8	56,7	8,80
$НСР_{05}$	0,31	0,50	5,53	5,48	0,83

При внесении средних норм удобрений, по сравнению с фоном естественного плодородия почвы, наибольшее повышение урожайности среди возделываемых культур отмечено у картофеля (на 90 %), у яровой пшеницы рост величины этого показателя составил 66 %, у озимых зерновых – 42, клевера 1 г.п. – 33 %. Дальнейшее увеличение нормы удобрений обеспечило прибавку на уровне 13-18 %.

За 2011-2017 гг. продуктивность 1 га севооборотной площади плодосменного севооборота на фоне без удобрений составила 4,83 тыс. корм. ед., в варианте со средними нормами она возросла на 54 %, с высокими – на 80 %.

Наибольшую продуктивность 1 га севооборотной площади во всех вариантах отмечали во влажные годы. На фоне естественного плодородия почвы она составила 4,98 тыс. корм. ед./га, при средних нормах удобрений – 8,17, при высоких– 9,14 тыс. корм. ед. Самые низкие величины этого показателя наблюдали в засушливые годы – соответственно 4,28, 5,88, 7,35 тыс. корм. ед./га.

Эффективность применения удобрений в посевах культур можно оценить, определив оплату 1 кг д.в. прибавкой урожая. В опыте, по сравнению с вариантом без их внесения, наибольшая оплата 1 кг д.в. урожаем зерновых отмечена на фоне средних норм. У озимых она составила 13,5 кг зерна, у яровой пшеницы – 10,0 кг, на фоне высоких норм величина этого

1000 зерен – на 0,5-1,2 г, у яровой пшеницы – соответственно на 14-24 %, 6,6-9,2 шт., 2,7-3,2 г.

Оценка распространения на растениях зерновых культур корневых гнилей в конце вегетации показала более низкую устойчивость к инфекции яровой пшеницы, в основном оно превышало экономический порог вредоносности (ЭПВ – 15 %) и в среднем по вариантам опыта составляло 22,8 %, на озимых зерновых – 9,8 %. На обеих культурах можно отметить тенденцию увеличения распространения заболевания с повышением фона удобренности.

У картофеля при улучшении условий минерального питания масса крупных и средних клубней в урожае возрастала с 75,2 % на фоне естественного плодородия почвы до 88,7-90,5 %. При этом средняя масса 1 клубня крупной фракции увеличивалась на 12-16 % (с 137,7 г до 154,7-159,4 г).

Определение качества зерна, одним из основных показателей оценки которого служит содержание переваримого протеина, выявило тенденцию его повышения в удобренных вариантах, по сравнению с неудобренным. Учитывая формирование большего урожая при выращивании культур в этих вариантах, выход переваримого протеина с 1 га посевов яровой пшеницы при внесении средних норм возрастал в 1,9 раза, на фоне высоких – в 2,4 раза, у озимых зерновых – соответственно в 1,5 и 1,8 раза.

По содержанию крахмала в клубнях картофеля можно наблюдать тенденцию небольшого снижения при использовании удобрений, по сравнению с вариантом без них, с 13,46 до 13,02 %, что отмечают и другие авторы в своих исследованиях, указывая при этом на значительное влияние погодных условий [10, 11]. Концентрация нитратного азота в клубнях картофеля увеличивалась по мере повышения фона удобренности, но оставалась в пределах ПДК (250 мг/кг) от 82,5 до 170,4 мг/кг.

При наблюдении за питательным режимом, в частности, содержанием нитратного и аммиачного азота в пахотном слое почвы, было выявлено, что во все фазы развития растений суммарное содержание NO_3 и NH_4 под посевами яровой пшеницы в среднем за вегетацию соответственно вариантам опыта возрастало с 6,5 мг/кг почвы, до 14,1 и 27,0 мг/кг почвы, под посадками картофеля – с 11,1 мг/кг почвы до 36,4 и 54,3 мг/кг почвы. Причем в течение всей вегетации преобладала нитратная форма азота.

Расчеты показали, что эффективность использования ФАР посевами всех культур возрастала с повышением фона удобренности (табл. 2). При выращивании озимой ржи и клевера 1 г.п. в вариантах с применением удобрений КПД ФАР был больше в 1,2 и 1,5 раза, яровой пшеницы – в 1,5 и 1,7, картофеля – в 2,0 и 2,3 раза.

Наибольшая продуктивность 1 га севооборотной площади при насыщении зерновыми от 75 до 100 % отмечена в четырехпольном зернотравяном севообороте (75 % зерновых) с участием более урожайных культур (клевер 1 г.п., озимые зерновые) – 6,61 тыс. корм. ед./га (табл. 3). В то же время продуктивность плодосменного севооборота (50 % зерновых) при таком же фоне удобрений была выше и составляла 8,80 тыс. корм. ед./га.

По выходу зерна с 1 га севооборотной площади преимущество было за бессменным посевом озимых зерновых. В среднем за годы исследований в этом варианте он составил 4,28 т/га, в плодосменном севообороте – 2,35 т/га.

Урожайность зерновых культур в плодосменном севообороте была больше,

2. Величина КПД ФАР в зависимости от вариантов удобрений и культур (2012-2017 гг.), %

Система удобрений	Культура			
	озимые зерновые	яровая пшеница	картофель	клевер 1 г.п.
Без удобрений	1,43	0,92	1,24	1,92
Средние нормы	1,84	1,41	2,42	2,37
Высокие нормы	2,18	1,59	2,85	2,81

3. Продуктивность 1 га севооборотной площади при различном насыщении зерновыми культурами (2011-2017 гг.)

Номер севооборота и чередование культур	Доля зерновых в севообороте, %	Продуктивность 1 га севооборотной площади, тыс. корм. ед.	Выход зерна с 1 га севооборотной площади, т
I) яровая пшеница + клевер – клевер 1 г.п. – озимые зерновые – картофель	50	8,80	2,35
II) яровая пшеница + клевер – клевер 1 г.п. – озимые зерновые – овес	75	6,61	2,68
III) яровая пшеница – озимые зерновые	100	4,94	4,08
IV) яровая пшеница – овес	100	4,47	3,95
V) бессменно озимые зерновые	100	4,87	4,28

чем в севооборотах с их высоким насыщением, причем различия с годами нарастали. Так, в 2012-2013 гг. разница между урожайностью озимых зерновых после клевера 1 г.п. и при возделывании 2 года подряд была несущественной – 0,08-0,13 т/га, далее при размещении 3 года подряд в 2014 г. она составила 1,17, достигая в бессменных посевах в 2017 г. 2,54 т/га ($НСР_{05}$ 0,68 т/га). При размещении озимых зерновых после яровой пшеницы (севооборот III) в 2012 г. разница с плодосменным севооборотом также было незначительной (0,21 т/га), в 2014 и 2016 гг. она уже достигала 0,83-1,07 т/га ($НСР_{05}$ 0,58 т/га).

Урожайность яровой пшеницы после картофеля в плодосменном севообороте в 2013 г. была недостоверно выше, чем при возделывании после озимых зерновых и овса, на 0,12 и 0,23 т/га, в 2017 г. ее снижение составило соответственно 2,39 и 2,24 т/га ($НСР_{05}$ 0,43 т/га).

Однако в реальных хозяйственных условиях часто невозможно чередовать культуры в соответствии с классическими принципами. В одних случаях потребность в определенных видах продукции земледелия не соответствует оптимальной структуре посевных площадей. В других сужение набора культур обусловлено невозможностью выращивать многие виды из-за несоответствия климата, почвенных или экономических условий.

В нашем опыте в 2017 г. урожайность зерновых в плодосменном севообороте на третьем фоне удобрений достигала 6,58-6,98 т/га. При этом во II, III, IV специализированных севооборотах с насыщением зерновыми 75-100 % она находилась на уровне 4,19-5,31 т/га, что также можно считать высоким показателем в местных условиях. При бессменном возделывании озимых зерновых сбор основной продукции в этом году составил 3,41 т/га.

Таким образом, по результатам исследований установлена зависимость урожайности культур от различных норм удобрений и насыщения севооборотов зерновыми культурами на осушаемых землях. Удобрения оказали положительное влияние на питательный режим, фотосинтетическую деятельность посевов и, в конечном счете, обеспечили значительный рост продуктивности пашни до 54-80 %. Наиболее эффективно на дерново-подзолистой легкосуглинистой глееватой хорошо окультуренной осушаемой почве в плодосменном севообороте было применение органоминеральной системы со средними нормами минеральных удобрений, их окупаемость, по сравнению с высокими, была больше на 3,0-3,8 кг/кг.

Несмотря на то, что преимущество по урожайности зерновых культур в плодосменном севообороте, по сравнению с более насыщенными зерновыми вариантами, с годами нарастало (превышение достигало 1,27-2,79 т/га), в хозяйствах с узкой специализацией при соблюдении правил агротехники в специализированных севооборотах возможно получать хорошие урожаи до 4-5 т/га. Высокое насыщение севооборотов зерновыми культурами увеличивает выход зерна с 1 га севооборотной площади на 0,33-1,93 т, по сравнению с плодосменным севооборотом, лучшие по величине этого показателя результаты в среднем за 7 лет отмечены при бессменном возделывании озимых зерновых.

Литература.

1. Шрамко Н. В., Вихорева Г. В. Роль биологизированных севооборотов в изменении содержания гумуса в дерново-подзолистых почвах Верхневолжья // Земледелие. 2016. № 1. С. 14–16.
2. Лошаков В. Г. Севооборот и плодородие почвы. М.: ВНИИА, 2012. 512 с.
3. Лошаков В. Г. Эффективность раздельного и совместного использования севооборота и удобрений // Достижения науки и техники АПК. 2016. № 1. С. 9–13.
4. Лыскова И. В. Влияние минеральных удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы, урожайность и качество зерновых культур // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. № 6 (61). С. 35–40.
5. Лошаков В. Г. Эффективность совместного использования севооборота и удобрений // Плодородие. 2016. № 2. С. 37–41.
6. Петрова Л. И., Митрофанов Ю. И. Особенности формирования экологизированной системы удобрений на осушаемых землях // Мелиорация и водное хозяйство. 2012. № 3. С. 16–20.
7. Эффективность сидеральных удобрений в севообороте / С. И. Новоселов, Е. С. Новоселова, С. А. Горохов и др. // Плодородие. 2012. № 5. С. 27–29.
8. Глушков В. В. Пожнивные сидеральные культур и продуктивность ярового ячменя // Плодородие. 2013. № 3. С. 39–41.
9. Новоселов С. И., Толмачев Н. И., Муржинова А. В. Влияние минеральных удобрений на продуктивность севооборотов с различными видами паров // Плодородие. 2014. № 5. С. 14–16.
10. Управление содержанием крахмала в картофеле / А. В. Коршунов, Г. И. Филиппова, Н. А. Гаитова и др. // Аграрный вестник Урала. 2011. № 2. С. 47–50.
11. Панков И. В. Технология возделывания картофеля в Калининградской области // Картофель и овощи. 2003. № 3.С. 5–6.

Influence of Fertilizers and Saturation of Crop Rotations with Cereals on the Productivity of Drained Arable Land

L. I. Petrova, Y. I. Mitrofanov, N. K. Pervushina, V. N. Lapushkina

Abstract. *Experimental studies were carried out in 2011–2017 under conditions of Tver region on the drained sod-podzol light loamy gleyish soil. Five variants of crop rotations with saturation with cereals of 50, 75, 100% were studied. A rotation with crop succession (50% of cereals) was organized in space and time in three variants: without fertilizers; mean fertilizer rates; high rates of fertilizers. The rotations of the other four variants were deployed only in time with high fertilizer rates. Fertilizers had a positive effect on the nutrient regime, photosynthetic activity of crops and productivity of arable land. The yield of fodder units from 1 hectare of the rotation with crop succession without the use of fertilizers amounted to 4,830 units, with mean fertilizer rates – 7,460 units, with high rates – 8,800 units. The highest payment of 1 kg of active substances of fertilizer by the grain yield was registered at the application of mean fertilizer doses: 13.5 kg for winter crops, 10.0 kg for spring wheat. At high rates, the payback decreased accordingly to 9.7 and 7.0 kg of grain per 1 kg of the active substance. With a high saturation of the structure of sown areas with cereal crops (75, 100%), the maximum productivity of arable land (6,610 fodder units per 1 ha of crop rotation area) was recorded in a grain-grass crop rotation with clover of the first year of use and winter cereals (75% of cereals). According to the grain yield per 1 hectare of crop rotation area, the permanent sowing of winter grain crops had an advantage. On average, over the years of the research, the yield was 4.28 t/ha in this variant and 2.35 t/ha in the rotation with crop succession. The highest yield of cereals was established in the rotation with crop succession.*

Keywords: *crop rotation; fertilizers; nutrient regime; fertilizer recoupment; cereals; yield; product quality; productivity.*

Author Details: *L. I. Petrova, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow (e-mail: 2016vniimz-noo@list.ru); Y. I. Mitrofanov, Cand. Sc. (Agr.), head of division; N. K. Pervushina, junior research fellow; V. N. Lapushkina, junior research fellow.*

For citation: *Petrova L. I., Mitrofanov Y. I., Pervushina N. K., Lapushkina V. N. Influence of Fertilizers and Saturation of Crop Rotations with Cereals on the Productivity of Drained Arable Land. Zemledelie. 2018. No. 4. Pp. 6-8. (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10402.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10403
УДК 631.51: 633.358 (470.32)

Эффективность различных приемов и систем основной обработки почвы в звене севооборота горох – озимая пшеница в условиях юго-востока ЦЧР

В. И. ТУРУСОВ, академик РАН, директор (e-mail: niish1c@mail.ru)
В. М. ГАРМАШОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. отделом (e-mail: garmashov.63@mail.ru)
Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им. В.В. Докучаева, кв. 5, 21, пос. 2 участка Института имени Докучаева, Таловский р-н, Воронежская обл., 397463, Российская Федерация

Исследования проводили в Таловском районе Воронежской области с целью разработки менее затратных приемов обработки почвы, обеспечивающих стабильно высокую урожайность культур с высоким качеством продукции и сохранение почвенного плодородия. Приемы основной обработки почвы не оказывали существенного влияния на содержание доступной влаги в метровом слое. Лишь по нулевой обработке в период всходов гороха отмечали снижение величины этого показателя в слое 0-20 см, а осенью, в период всходов озимой пшеницы, существенное увеличение запасов влаги, по сравнению с обрабатываемой почвой. При отвальной системе обработки почвы установлена наибольшая биологическая активность и лучший азотный режим. При снижении интенсивности и глубины обработки почвы выявлена тенденция ухудшения нитратного режима. Изменения параметров водного и пищевого режимов почвы в зависимости от систем и приемов обработки почвы привели к снижению урожайности гороха по безотвальной и поверхностной обработкам почвы и практически не повлияли на формирование урожайности озимой пшеницы. В варианте прямого сева во все годы исследований отмечали существенное снижение урожайности обеих культур. В среднем за 3 года оно составило при выращивании гороха на фоне естественного плодородия почвы 0,64 т/га (30,6 %), на фоне с применением удобрений – 1,0 т/га (42,2 %), озимой пшеницы – соответственно 0,81 т/га (19,2 %) и 1,09 (22,1 %). Наилучшие условия для формирования качественного зерна гороха и озимой пшеницы складывались при системе отвальной обработки почвы в севообороте и непосредственно под озимую пшеницу дискатором на глубину 6-8 см, а также в варианте с прямым посевом, но во втором случае при значительном снижении урожайности культур.

Ключевые слова: *озимая пшеница, обработка почвы, прямой сев, чернозем, влажность почвы, пищевой режим, урожайность, качество зерна.*

Для цитирования: *Турусов В. И., Гармашов В. М. Эффективность различных приемов и систем основной обработки почвы в звене севооборота горох – озимая пшеница в условиях юго-востока ЦЧР // Земледелие. 2018. № 4. С. 9-14. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10403.*

Несмотря на многочисленные исследования по обработке почвы, проводимые в регионе, проблемы сохранения ее плодородия, ресурсосбережения и адаптивности различных систем обработки почвы к конкретным условиям остаются недостаточно изученными и дискуссионными [1, 2, 3].

Интенсификация и повышение культуры земледелия, с одной стороны, проблемы ресурсо- и энергосбережения – с другой, создают условия для поиска и распространения приемов и систем обработки почвы, которые позволили бы затрачивать на производство урожая сельскохозяйственных культур минимум технологических операций [4, 5, 6].

Результаты исследований и практика показывают, что, как высокая интенсивность, так и чрезмерная минимализация обработки почвы в севообороте приводят к ухудшению агрофизических свойств почвы, влагообеспеченности посевов, снижают уровень минерального питания и в целом плодородия почвы, а также продуктивность культур [1, 7, 8]

Ресурсосбережение должно быть направлено на максимальное использование природно-климатического потенциала и сокращение совокупных затрат при производстве сельскохозяйственной продукции хорошего качества с учетом рационального использования почвенного плодородия.

Исследования проводили с целью разработки менее затратных приемов обработки почвы, обеспечивающих стабильно высокую урожайность культур с высоким качеством продукции и сохранение почвенного плодородия.

Объектом исследований был чернозем обыкновенный среднегумусный, среднемощный, тяжелосуглинистый, с благоприятными физико-химическими показателями и следующей агрохимической характеристикой слоя почвы 0-30 см: содержание гумуса (по Тюрину в модификации В.Н. Симакова, ГОСТ 2613-91) – 6,48 %, общего азота (по Гинзбургу) – 0,36 %, общего фосфора (по Гинзбургу и Щегловой) – 0,35 %, общего калия (по Ожигову) – 1,85 %, азота гидролизуемого (по Тюрину и Кононовой) – 61,2 мг/кг почвы, сумма поглощенных оснований (ГОСТ 27821-88) – 66,4 мг/кг почвы, pH солевой вытяжки – 6,99 %, гидролитическая кислотность – 0,57 мг-экв/100 г почвы. Обработку экспериментальных данных осуществляли дисперсионным метод математического анализа по Б.А. Доспехову с использованием программном обеспечения ПК.

В опыте изучали различные системы обработки почвы в севообороте. В статье проанализированы результаты исследований, выполненных в звене севооборота горох – озимая пшеница. Схема стационарного опыта включала следующие варианты: отвальная обработка на глубину 20-22 см (вспашка на 20-22 см под горох, дисковая на 6-8 см под озимую пшеницу) – контроль; глубокая отвальная (вспашка на 25-27 см под горох и дисковая на 6-8 см под озимую пшеницу); мелкая отвальная (вспашка на 14-16 см под горох и дисковая на 6-8 см под озимую пшеницу); мелкая безотвальная (безотвальная обработка на 14-16 см

под горох и КПЭ-3,8 на 6-8 см под озимую пшеницу); комбинированная отвально-безотвальная в севообороте (вспашка на 20-22 см под горох и КПЭ-3,8 на 6-8 см под озимую пшеницу); отвальная разноглубинная в севообороте, под озимую дисковая на 6-8 см, безотвальная разноглубинная система обработки почвы в севообороте (безотвальная на 20-22 см под горох и КПЭ-3,8 на 6-8 см под озимую пшеницу); минимальная система обработки почвы в севообороте (безотвальная на 6-8 см КПЭ-3,8 под обе культуры); нулевая обработка почвы по технологии No-till (под обе культуры); залежь.

Системы обработки почвы изучали на удобренном и неудобренном фонах. Норма внесения удобрений NPK по 60 кг/га под все культуры севооборота. Гербициды применяли на всех культурах севооборота. Системы обработки почвы во всех вариантах кроме прямого посева (без обработки), наряду с основной обработкой, включали приемы до и после посевной обработок, рекомендованные в зоне. В вариантах с прямым посевом после уборки предшественника применяли гербицид Торнадо 500, ВР с нормой внесения 2,5 л/га.

Опыт заложен в трехкратной повторности. Размещение повторений и делянок систематическое. Схема опыта построена по методу расщепленных делянок. Делянки первого порядка (обработка почвы) – 65 × 6 м, площадь 390 м^2. Делянки второго порядка (удобрение) – 25 × 6, площадь 150 м^2. Учетная площадь делянки – 80 м^2 (20 м × 4 м).

Приемы и системы обработки почвы изучали в зернопропашном севообороте со следующим чередованием культур: горох – озимая пшеница (пожнивно посев горчицы) – кукуруза на зерно – ячмень – однолетние травы – озимая пшеница – подсолнечник – ячмень. Стационар заложен тремя полями севооборота. В опыте высевали горох Дударь (норма 1,2 млн всхожих зерен на 1 га), озимую пшеницу Черноземка 115 (5,0 млн всхожих зерен на 1 га). Наблюдения, анализы и учеты проводили согласно действующим методикам, принятым в полевых и лабораторных исследованиях по земледелию [9, 10, 11]. Работу с каждой культурой осуществляли в течение 3 лет.

Агрометеорологические условия в годы исследований были контрастными в течение вегетации, а в среднем за вегетационный период в основном близкими к типичным для юго-востока ЦЧЗ. В 2014 г. на фоне хороших весенних запасов влаги ГТК в мае составил – 0,99, в июне – 2,48, в июле – 0,06, в августе – 0,74. Вегетационный период 2015 г. был влажным и теплым (ГТК в мае – 1,1, в июне – 2,6, в июле – 1,2), в 2016 г. – засушливым во второй половине вегетации (ГТК за май – 1,2, за июнь – 1,4, в июле – 0,3), что негативно сказалось на наливе зерна. Весьма благоприятным по температурному режиму и влагообеспеченности для озимой пшеницы был 2017 г. (ГТК в мае – 1,5, в июне – 1,1, в июле – 0,9), что положительно отразилось на урожайности культуры.

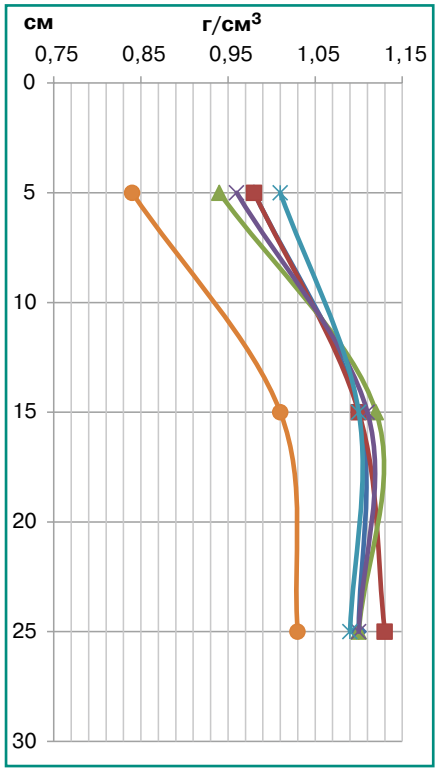


Рисунок. *Плотность почвы под озимой пшеницей в слое 0-30 см при различных приемах и системах основной обработки в среднем за вегетационный период (2015-2017 гг.): — отвальная на 20-22 см; — отвальная на 14-16 см; — безотвальная на 14-16 см; — поверхностная на 6-8 см; — нулевая; — залежь.*

Физические свойства – основа формирования плодородия почвы, они определяют весь комплекс физических, водных, воздушных, температурных и биологических процессов, что сказывается на мобилизации питательных веществ, их доступности и использовании растениями. Определение плотности сложения чернозема обыкновенного при различных способах обработки почвы под горох показало, что во всех вариантах, в течение вегетационного периода в слое почвы 0-40 см она находилась в пределах оптимальных значений 1,0-1,2 г/см^3 [14, 15]. В начале вегетации величина этого показателя составляла 0,98-1,06 г/см^3, в середине – 1,03-1,08, в конце вегетации – 1,02-1,07 г/см^3.

Уменьшение глубины и интенсивности основной обработки чернозема обыкновенного вызывало проявление четкой тенденции к увеличению плотности сложения. При поверхностной и нулевой обработках в слое 0-40 см в период цветения гороха она составляла 1,06 и 1,08 г/см^3, в период созревания – 1,07 и 1,05 г/см^3, тогда как по вспашке – 1,03 и 1,02 г/см^3 соответственно.

Наименьшую плотность сложения почвы в слое 0-30 см во все периоды вегетации отмечали при вспашке на глубину 20-22 см – 1,06 г/см^3.

Плотность чернозема обыкновенного под озимой пшеницей при всех приемах и системах основной обработки во все сроки определения, во всех изучаемых слоях изменялась незначительно и в течение вегетационного периода находилась в диапазоне оптимальных значений для озимых зерновых культур – 1,00-1,20 г/см^3 [12, 13, 14] . На залежи плотность сложения в слое 0-30 см была ниже и составляла 0,96 г/см^3 (см. рисунок).

В почвенно-климатических условиях региона с недостаточным есте-

1. Содержание доступной влаги в почве под горохом при различных способах основной обработки чернозема обыкновенного (2014-2016 гг.), мм

Слой почвы, см	Вспашка на 20-22 см	Вспашка на 25-27 см	Вспашка на 14-16 см	Чизелевание на 14-16 см	Поверхностная, КПЭ-3,8 на 6-8 см	Нулевая	НСР$_{05}$	Залежь
В начале весенних полевых работ								
0-10	15,2	15,0	15,1	16,1	14,9	15,4	3,0	19,1
0-20	33,4	32,3	32,8	35,2	31,4	31,6	6,3	36,3
0-100	201,4	189,0	183,5	208,3	176,3	178,8	18,4	191,5
Всходы								
0-10	12,8	12,1	12,2	11,3	12,4	11,7	2,8	13,0
0-20	29,1	29,2	24,7	24,6	26,4	23,2	5,7	26,2
0-100	177,7	184,2	176,2	186,6	172,8	182,8	24,4	164,8
Цветение								
0-10	5,8	4,3	3,8	4,2	6,3	5,1	3,0	10,1
0-20	12,2	12,4	8,3	10,6	13,7	11,4	5,0	21,7
0-100	105,4	83,4	87,2	96,0	98,3	100,3	23,2	142,2
Созревание								
0-10	5,8	5,3	4,1	4,4	5,3	3,9	2,0	11,5
0-20	11,6	10,2	9,3	9,4	10,9	9,2	3,9	21,5
0-100	59,0	60,2	46,2	46,2	45,5	59,0	34,0	114,5

2. Содержание доступной влаги в почве под озимой пшеницей при различных системах основной обработки (среднее за 2015-2017 гг.), мм

Фаза развития	Слой почвы, см	Отвальная (под пшеницу дисковая на 6-8 см, контроль)	Безотвальная (под пшеницу КПЭ-3,8 на 6-8 см)	Поверхностная (под пшеницу КПЭ-3,8 на 6-8 см)	Нулевая	$НСР_{05}$
Всходы	0-10	1,4	1,3	1,4	3,5	1,0
	0-20	4,9	4,7	2,3	8,7	1,1
	0-100	56,1	48,0	51,1	71,8	15,5
Кущение	0-10	14,1	14,0	13,6	14,5	3,4
	0-20	30,1	28,2	28,5	29,5	6,7
	0-100	181,1	177,9	182,6	178,6	10,4
Цветение	0-10	9,1	7,1	7,6	5,9	2,1
	0-20	18,1	16,5	14,8	10,9	4,2
	0-100	111,4	113,8	118,2	112,1	13,2
Созревание	0-10	3,4	2,6	2,5	4,5	2,4
	0-20	8,1	7,3	6,8	10,7	4,5
	0-100	63,4	56,8	67,9	71,3	18,4

ственным увлажнением влажность почвы зачастую служит лимитирующим фактором для получения высоких урожаев и эффективного использования плодородия почвы и средств интенсификации [7].

Наибольшее накопление осенне-весенних осадков – 201,4 и 208,3 мм в метровом слое – отмечали по вспашке на глубину 20-22 см и чизелеванию на 14-16 см (табл. 1). Увеличение глубины отвальной обработки до 25-27 см не способствовало существенному улучшению физических свойств и фильтрационной способности чернозема обыкновенного, так же как и уменьшение глубины обработки до 14-16 см. Поверхностная и нулевая обработки несколько ухудшали условия фильтрации осенне-весенних осадков. Запас влаги при обработке КПЭ-3,8 на 6-8 см был минимальным в опыте – 176,3 мм, по нулевой он был равен 178,8 мм при $НСР_{05}$=18,4 мм. На залежи запасы продуктивной влаги в этот период составляли 191,5 мм. Так же не было существенных различий между запасами влаги по разным обработкам и в пахотном (0-20 см) слое почвы. Они варьировали в пределах от 35,2 мм при мелкой безотвальной обработке почвы до 31,4 мм при поверхностной обработке, содержание влаги на залежи составляло 36,3 мм.

Различные приемы основной обработки почвы не оказывали существенного влияния на содержание доступной влаги в метровом слое и в течение вегетационного периода. Лишь по нулевой обработке в период всходов гороха отмечали некоторое снижение величины этого показателя в 0-20 и 0-50 см слоях.

Наибольшие запасы влаги в пахотном слое почвы осенью в период всходов озимых (8,7 мм) отмечали при нулевой обработке почвы (табл. 2). При этом приемы обработки почвы не оказывали существенного влияния на содержание доступной влаги в метровом слое, но тенденция к его увеличению при прямом посеве сохранялась.

В начале весенней вегетации и в период созревания озимой пшеницы запасы доступной влаги не зависели от изучаемых систем обработки почвы. В фазе цветения растений ее содержание в метровом слое также различалось незначительно и варьировало на уровне 111,4-118,2 мм. Однако в пахотном слое (0-20 см) при нулевой обработке почвы отмечено существенное снижение запасов влаги на 7,2 мм, по сравнению с контролем (отвальная система обработки почвы в севообороте, под озимые обработка дискатором на глубину 6-8 см), и на 5,6 мм, по сравнению с безотвальной обработкой почвы.

Биологическая активность, определяемая по интенсивности разложения клетчатки, наиболее точно отражает комплекс условий, влияющих на растение, и может служить достаточно объективным показателем плодородия почвы, поскольку факторы, от которых зависят размеры урожая сельскохозяйственных культур, в равной мере регулируют активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов [14, 15, 16].

Наибольшую биологическую активность почвы в слое 0-40 см в среднем за вегетационный период гороха отмечали при вспашке на глубину 14-16 см и 20-22 см, она составила 24,3 % и 21,5 % соответственно (табл. 3).

Мелкая безотвальная обработка почвы и чизелевание на 14-16 см, снижали интенсивность разложения клетчатки, особенно в слоях 20-30 и 30-40 см. Минимальную в опыте биологическую активность почвы отмечали при поверхностной обработке КПЭ-3,8 на глубину 6-8 см, как в целом в слое 0-40 см, в котором разложение клетчатки составило 13,4 %, так и по изучаемым 0-10 см прослойкам. При нулевой обработке почвы интенсивность разложения клетчатки находилась на уровне почвы залежи. Уменьшение глубины отвальной обработки почвы до 14-16 см не снижало биологической активности почвы, по сравнению со вспашкой на 20-22 см.

3. Интенсивность разложения клетчатки при различных способах и глубине основной обработки почвы под горох в среднем за вегетационный период (2014-2016 гг.), %

Слой почвы, см	Вспашка на 20-22 см (к)	Вспашка на 14-16 см	Безотвальная на 14-16 см	Поверхностная на 6-8 см	Нулевая	Залежь
0-10	25,2	24,7	28,4	20,8	25,9	23,0
10-20	22,6	28,6	25,1	14,3	18,9	16,9
20-30	19,1	21,4	16,8	7,5	9,1	14,3
30-40	19,2	22,3	12,8	11,0	12,5	16,4
0-40	21,5	24,3	20,8	13,4	16,6	17,7

Наибольшую биологическую активность почвы, в среднем в течение вегетации озимой пшеницы, как в слое 0-20 см, так и в слое 0-40 см так же отмечали при отвальной системе обработки почвы в севообороте и дисковой обработке на глубину 6-8 см непосредственно под озимую пшеницу, при которой убыль льняного полотна составила 65,4 % и 62,8 % соответственно (табл. 4). Применение поверхностной и нулевой обработок привело к снижению актуальной биологической активности почвы. В слое 0-20 см интенсивность разложения льняного полотна

4. Разложение льняного полотна и синтез аминокислот при различных приемах обработки почвы под озимую пшеницу в 2015-2016 гг.

Слой почвы, см	Вариант опыта			
	отвальная на 14-16 см, под пшеницу – дисковая на 6-8 см	поверхностная КПЭ-3,8 на 6-8 см, под пшеницу – КПЭ-3,8 на 6-8 см	нулевая	залежь
Разложение полотна, %				
0-10	64,4	47,6	51,0	36,1
10-20	66,3	26,8	35,1	20,4
0-20	65,4	37,2	43,1	28,2
0-40	**62,8**	**36,5**	**36,1**	**30,3**
Синтез аминокислот, %				
0-10	0,384	0,268	0,361	0,358
10-20	0,481	0,252	0,354	0,254
0-20	0,432	0,260	0,358	0,306
0-40	0,494	0,264	0,304	0,312

уменьшилась на 28,2 и 22,3%, в слое 0-40 см – на 26,3% и 26,7%. На залежи биологическая активность почвы была минимальной в опыте, и в слое 0-20 см составляла 28,2 %, в слое 0-40 см – 30,3 %.

Аналогично интенсивности разложения льняного полотна, в зависимости от приемов обработки почвы протекали процессы синтеза аминокислот. Максимальное их накопление в поле под озимой пшеницей отмечали при отвальной системе обработки почвы в севообороте – 0,494 ед. опт. плот. в слое 0-40 см. Применение поверхностной и нулевой обработок приводило к снижению интенсивности синтеза аминокислот на 45,6 % и 38,5 % соответственно. Интенсивность синтеза аминокислот в почве залежи находилась на уровне варианта с нулевой обработкой, и в слое 0-20 см составляла 0,306 ед. опт. плотности, в слое 0-40 см – 0,312 ед. опт. плотности (см. табл. 4).

Исследованиями по изучению питательного режима чернозема обыкновенного под горохом установлено, что наибольшая концентрация нитратного азота в почве достигается при вспашке на глубину 20-22 см. В этом варианте его содержание в течение вегетационного периода в слое 0-40 см находилось в пределах от 15,8 мг/кг абс. сухой почвы в начале вегетационного периода до 12,2 мг/кг абс. сухой почвы в конце вегетации, при средневегетационном содержании – 11,0 мг/кг абс. сухой почвы (табл. 5).

Увеличение глубины отвальной обработки почвы до 25-27 см, так же, как и уменьшение до 14-16 см, снижало средневегетационное содержание нитратного азота в почве на 9,1 и 8,2 % соответственно.

Мелкая безотвальная, поверхностная и нулевая обработки также вызывали сокращение средневегетационного содержания нитратного азота в 0-40 см слое почвы до 9,9, 9,7 и 10,7 мг/кг абс. сухой почвы, или на 10,0, 11,8 и 12,7 %, что обусловлено сосредоточением основной массы свежего органического вещества растительных остатков в этих вариантах в верхнем слое почвы, часто с дефицитом влаги для благоприятного развития микробиологических процессов и отсутствием поступления их в более глубокие и лучше увлажненные слои.

Минимальные различия в средневегетационном содержании нитратного азота в слое почвы 0-40 см при нулевой обработке и вспашке связаны с незначительной густотой растений гороха в варианте с нулевой обработкой.

Применение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ увеличивало содержание нитратного азота в слое почвы 0-40 см независимо от обработки на 1,8 мг/кг абс. сухой почвы. При этом максимальная в опыте величина этого показателя на фоне с применением удобрений отмечена при вспашке на глубину 14-16 см и 20-22 см, когда вносимые гранулы удобрений смешиваются с обрабатываемым слоем и равномерно распределяются в нем – 13,0 и 12,9 мг/кг абс. сухой почвы соответственно.

5. Содержание элементов минерального питания в слое почвы 0-40 см под горохом при различных способах основной обработки почвы в среднем за вегетационный период (2014-2016 гг.)

Показатель	Способ и глубина обработки почвы					
	отвальная			безотвальная на 14-16 см	поверхностная на 6-8 см	нулевая
	на 20-22 см	на 25-27 см	на 14-16 см			
без применения удобрений						
NO_3*	11,0	10,0	10,1	9,9	9,7	10,7
P_2O_5**	11,3	12,0	10,8	12,2	11,2	11,9
K_2O**	8,1	7,3	7,3	7,1	6,9	7,9
на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$						
NO_3	12,9	12,6	13,0	11,5	11,7	10,3
P_2O_5	13,0	11,8	12,1	12,3	13,4	11,8
K_2O	9,4	8,2	8,8	9,0	9,4	8,3

** мг/кг абсолютно сухой почвы, **мг/100 г абсолютно сухой почвы*

Мелкая безотвальная, поверхностная и нулевая обработки вызывали проявление устойчивой тенденции снижения содержания нитратного азота.

Определение обеспеченности подвижным фосфором и калием в течение вегетационного периода при краткосрочном применении различных приемов основной обработки почвы показало отсутствие существенных и закономерных различий, как по срокам определения, так и в среднем за вегетационный период.

Применение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ увеличивало содержание подвижного калия в слое почвы 0-40 см, независимо от обработки, на 1,4 мг/100 г абс. сухой почвы. Максимальная в опыте величина этого показателя на фоне с применением удобрений (9,4 мг/100 г абс. сухой почвы) отмечена при вспашке на глубину 20-22 см и поверхностной обработке.

Обеспеченность подвижным фосфором на удобренном фоне в слое почвы 0-40 см независимо от обработки было выше, чем на неудобреном, на 0,8 мг/100 г абс. сухой почвы. Наибольшее его содержание отмечали при вспашке на глубину 20-22 см и поверхностной обработке почвы – 13,0 и 13,4 мг/100 г абс. сухой почвы соответственно.

Различные системы обработки почвы в севообороте не оказывали существенного влияния на средневегетационное содержание нитратного азота в почве под озимой пшеницей (табл. 6). В слое 0-20 см при отвальной и безотвальной системах на естественном фоне плодородия оно составляло 6,4 мг/кг, при улучшении условий минерального питания – 7,0 мг/кг почвы. Использование поверхностной и нулевой систем обработки приводило к снижению обеспеченности почвы нитратными формами азота без внесения удобрений на 1,0 и 0,1 мг/кг почвы, или на 15,6 и 1,6 % соответственно, при их использовании – на 0,8 и 0,4 мг/кг почвы, или на 11,4 и 5,7 %, по сравнению с контрольным вариантом.

Средневегетационное содержание подвижного фосфора в слое 0-20 см на фоне естественного плодородия почвы было несколько выше, чем в контроле, при поверхностной и нулевой обработках почвы на 1,5

6. Пищевой режим в слое 0-20 см под посевами озимой пшеницы при различных приемах основной обработки почвы в среднем за вегетационный период (среднее за 2015-2017 гг.)

Фон удобренности	Отвальная (под пшеницу дисковая на 6-8 см, контроль)	Безотвальная (под пшеницу КПЭ-3,8 на 6-8 см)	Поверхностная (под пшеницу КПЭ-3,8 на 6-8 см)	Нулевая
NO_3, мг/кг почвы				
Без удобрений	6,4	6,4	5,4	6,3
$N_{60}P_{60}K_{60}$	7,0	7,0	6,2	6,6
P_2O_5, мг/100 г почвы				
Без удобрений	13,3	14,4	14,8	16,1
$N_{60}P_{60}K_{60}$	15,9	16,7	16,0	17,9
K_2O, мг/100 г почвы				
Без удобрений	8,5	8,8	7,9	8,7
$N_{60}P_{60}K_{60}$	11,1	9,9	7,9	8,3

и 2,8 мг/100 г абс. сухой почвы, или на 11,3 % и 26,3 % и составляло 14,8 и 16,1 мг/100 г сухой почвы соответственно, при величине этого показателя в контроле – 13,3 мг/100 г почвы. Аналогичная закономерность прослеживалась при использовании удобрений.

Содержание подвижного калия в почве имело тенденцию к снижению при минимализации обработки почвы, наименьшая величина этого показателя отмечена на фоне естественного плодородия при поверхностной системе обработки – на 0,6 мг/100 г почвы, или на 7,1 % ниже, чем в контроле. При использовании удобрений максимальное в опыте содержание K_2O наблюдали при отвальной системе обработки почвы – 11,1 мг/100 г почвы. Поверхностная и нулевая обработки почвы приводили к снижению содержания обменного калия в черноземе обыкновенном под озимой пшеницей на 3,2 и 2,8 мг/100 г почвы, или на 28,8 и 25,2 %, по сравнению с контролем.

В среднем за 3 года исследований наибольшая урожайность гороха, независимо от фона удобренности (главный эффект), отмечена по отвальной обработке почвы (вспашка на глубину 14-16 – 25-27 см) и составила 2,17-2,26 т/га (табл. 7). Мелкая безотвальная и поверхностная обработка почвы под горох приводили к снижению сбора семян культуры на 0,24-0,33 т/га ($НСР_{05}$=0,22). Минимальная в опыте урожайность гороха установлена по нулевой обработке почвы – 1,41 т/га независимо от фона удобренности.

Уменьшение глубины обработки почвы в отвальной системе (вспашка на глубину 14-16 см) приводило к наименьшему снижению урожайности гороха – на 0,06 т/га независимо от фона удобренности, по сравнению с контролем.

Наибольшая прибавка от применения минеральных удобрений под горох отмечена по вспашке на глубину 20-22 см – 0,28 т/га. Безотвальная, поверхностная и нулевая обработки почвы приводили к снижению эффективности использования минеральных удобрений: увеличение урожайности гороха, по сравнению с неудобренным фоном, составило 0,08-0,22 т/га.

Углубление пахотного слоя до 25-27 см, как и уменьшение глубины обработки до 14-16 см, также несколько снижало эффективность применения минеральных удобрений. Прибавка урожайности гороха в этих вариантах составила 0,22 и 0,10 т/га соответственно.

Качественные показатели семян гороха мало различались по изучаемым обработкам почвы. Содержание белка в них на неудобренном фоне находилось в пределах – 22,4-21,7 % на фоне с применением удобрений – 22,9-22,0 %. Наибольшая величина этого показателя на фоне естественного плодородия почвы отмечена при вспашке на глубину 20-22 см и поверхностной обработке, на удобренном фоне – при мелкой отвальной обработке на глубину 14-16 см и поверхностной обработке на 6-8 см. Наименьшее – при глубокой вспашке и безотвальной мелкой обработке почвы – 21,7 и 21,8 % на фоне без удобрений.

7. Урожайность и качество зерна гороха (2014-2016 гг.) и озимой пшеницы (2015-2017 гг.) при различных приемах и системах основной обработки почвы в севообороте

Система обработки и глубина (фактор А)		Фон*	Горох		Озимая пшеница	
			урожайность, т/га	белок, %	урожайность, т/га	белок, %
Отвальная на 20-22 см, под озимую дисковая на 6-8 см (контроль)		а	2,09	22,4	4,21	13,5
		б	2,37	22,5	4,92	14,7
Отвальная на 25-27 см, под озимую дисковая на 6-8 см		а	2,15	21,7	4,48	13,3
		б	2,37	22,3	5,09	14,6
Отвальная на 14-16 см, под озимую дисковая на 6-8 см		а	2,12	21,9	4,34	13,2
		б	2,22	22,9	4,90	14,5
Безотвальная на 14-16 см, под озимую КПЭ-3,8 на 6-8 см		а	1,88	21,8	4,26	12,8
		б	2,10	22,0	5,34	13,6
Комбинированная в севообороте, под озимую КПЭ-3,8 на 6-8 см		а	1,99	22,1	4,47	13,6
		б	2,25	22,3	5,06	14,2
Отвальная разноглубинная в севообороте, под озимую дисковая на 6-8 см		а	2,12	22,2	4,48	12,6
		б	2,29	22,1	5,06	13,8
Безотвальная разноглубинная, под озимую КПЭ-3,8 на 6-8 см		а	1,87	22,2	4,34	12,8
		б	1,94	22,5	5,10	13,6
Поверхностная на 6-8 см, под озимую КПЭ-3,8 на 6-8 см.		а	1,88	22,4	4,36	13,0
		б	2,02	22,9	5,32	14,7
Нулевая		а	1,45	22,0	3,40	13,5
		б	1,37	22,8	3,83	15,6
$НСР_{05}$ Обработка	частный эффект		0,31	1,0	0,40	1,0
	главный эффект		0,22	0,7	0,28	0,7
$НСР_{05}$ Удобрение	частный эффект		0,21	1,4	0,78	0,9
	главный эффект		0,07	0,5	0,26	0,3

**а – без удобрений; б – $N_{60}P_{60}K_{60}$*

В почвенно-климатических условиях юго-востока ЦЧЗ наибольшая урожайность гороха и эффективность применяемых удобрений отмечена при вспашке на глубину от 14-16 см до 25-27 см, когда при основной обработке гранулы минеральных удобрений заделываются в почву и равномерно распределяются в толще обрабатываемого слоя.

Безотвальные приемы, поверхностная и нулевая обработки почвы, обеспечивающие поверхностное сосредоточение используемых минеральных удобрений, снижают эффективность их применения.

Во влажные годы эффективность минеральных удобрений мало изменяется в зависимости от способа обработки почвы.

Различные приемы поверхностной обработки в разных системах обработки почвы в севообороте не оказали значительного влияния на урожайность озимой пшеницы, но повлияли на качество зерна. Его сбор на фоне без удобрений находился в пределах 4,21-4,48 т/га при $НСР_{05}$=0,40 т/га, в вариантах с применением удобрений под основную обработку – 4,90-5,34 т/га при $НСР_{05}$=0,78 т/га (см. табл. 7). Только использование нулевой обработки почвы привело к существенному снижению урожайности пшеницы до 3,40 т/га на фоне естественного плодородия почвы и 3,83 т/га при внесении удобрений, что меньше, чем в контрольном варианте, соответственно на 0,81 т/га, или 19,2 % и 1,09 т/га, или 22,1 %.

Наибольшее содержание белка и клейковины установлено в зерне, выращенном на фоне отвальной системы и нулевой обработки почвы, в последнем случае при существенном снижении урожайности пшеницы. Кроме того, в этих же вариантах отмечены хорошие показатели индекса деформации клейковины.

При безотвальной и поверхностной системах обработки почвы в севообороте, а непосредственно под озимую пшеницу КПЭ-3,8 на глубину 6-8 см, содержание белка и клейковины в зерне было ниже, чем в контрольном варианте (13,5 и 26,3 % соответственно): белка – на 0,7 и 0,5 %, клейковины – на 2,5 и 1,4 %.

Статистической обработкой установлена прямая тесная корреляционная связь между урожайностью озимой пшеницы и содержанием нитратного азота в слое почвы 0-10 см в период кущения r= +0,92, что указывает на важность весенней подкормки, а также обратная связь с содержанием нитратного азота в слое 0-40 см (r= – 0,76) в период

колошения, в слоях 0-20 см (r= – 0,55) и 0-10 см (r= – 0,85) в период созревания.

Содержание белка в зерне озимой пшеницы имело прямую связь с содержанием нитратного азота в слое почвы 0-10 см в период созревания и обратную корреляционную зависимость с содержанием нитратного азота в слое 0-20 см в период колошения r= – 0,46, что свидетельствует о важности поддержания нитратного режима почвы для получения качественного зерна.

Применение удобрений несколько уменьшало различия в урожайности, содержании белка и клейковины в зерне пшеницы, выращенном при разных приемах обработки почвы, но установленные на фоне без удобрений закономерности по качеству зерна сохранялась.

Таким образом, в почвенно-климатических условиях юго-востока ЦЧЗ лучшие результаты при выращивании озимой пшеницы по непаровым предшественникам в звене зернопропашного севооборота «горох – озимая пшеница» обеспечивает отвальная система обработки почвы в севообороте с применением непосредственно под культуру дисковой обработки на глубину 6-8 см. На фоне внесения удобрений приемы обработки почвы оказывают меньшее влияние на продуктивность озимой пшеницы.

В целом краткосрочное использование мелких отвальных и безотвальных приемов поверхностной и нулевая обработки почвы в почвенно-климатических условиях ЦЧР не ведет к существенному ухудшению водного режима чернозема обыкновенного. Наибольшая микробиологическая активность почвы достигается при отвальной разноглубинной системе обработки в севообороте и дисковании на глубину 6-8 см непосредственно под озимую пшеницу.

Краткосрочное применение поверхностной и нулевой обработок под озимую пшеницу не привело к дифференциации пахотного слоя по биологической активности почвы.

В почвенно-климатических условиях юго-востока ЦЧЗ в полевых севооборотах обработка почвы должна быть дифференцированной и строиться с учетом ландшафтных условий и агроэкологических требований культур, под которые она проводится. В звене севооборота «горох – озимая пшеница» под горох целесообразно проводить вспашку на глубину 20-22 см или 14-16 см, под озимую пшеницу после гороха – дисковую обработку на глубину 6-8 см.

Литература.

1. Эффективность основной обработки почвы под сахарную свеклу в ЦЧЗ / О. К. Боронтов, П. А. Косякин, М. Н. Елфимов и др. // Земледелие. 2013. № 4. С. 20–23.

2. Трофимова Т. А. Обработка черноземов: анализ и перспективы развития. Германия: LAPLAMBERT, 2014. 311 с.

3. Котлярова Е. Г., Лубенцов С. М. Экономическая и энергетическая эффективность возделывания гороха на зерно // Земледелие. 2013. № 8. С. 34–35.

4. Методические подходы к прогнозированию научно-технологического развития отрасли растениеводства / Е.В. Рудой, С.В. Рюмкин, М.С. Петухова и др.// Достижения науки и техники АПК. 2017. № 10. С. 8-17.

5. Турусов В.И., Романцов Ю.Ф., Пшеничный В.А. Энерго-ресурсосберегающая технология возделывания пропашных культур и техническое средство ее обеспечения // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 4. С. 78-80.

6. Докин Б.Д., Мартынова В.Л., Ёлкин О.В. Обоснование технологического и технического обеспечения производства продукции растениеводства в Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 3. С. 39-40.

7. Гармашов В. М. Эффективность средств интенсификации при различных способах основной обработки почвы // Вопросы образования и науки: теоретический и методический аспекты. Сборник трудов по материалам Международной научно-практической конференции. 31 мая 2014 года Ч. 9. Тамбов: ООО “Консалтинговая компания Юком, 2014. С. 27–29.

8. Loss and Recovery of Soil Organic Carbon and Nitrogen in a Semiarid Agroecosystem / J. B. Notron, J. Eusebleus, M. Notron, etc. // Soil Organic Society of America Journal. 2012. № 76 (2). Pp. 505–514.

9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Изд. 5-е доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

10. Доспехов Б. А., Васильев И. П., Туликов А. М. Практикум по земледелию. Изд. 2-е доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1987. 383 с.

11. Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.

12. Медведев В. В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов. М.: Агропромиздат. 1988. 158 с.

13. Сидоров М. И., Зезюков Н. И. Земледелие на черноземах. Воронеж: ВГУ, 1992. 184 с.

14. Дедов А. В., Трофимова Т. А., Селищев Д. А. Приемы основной обработки как факторы оптимизации агрофизических свойств почвы // Вестник Воронежского государственного университета. 2015. № 1. (44) С. 24–29.

15. Мишустин Е. Н., Петрова А. Н. Образование свободных аминокислот на разлагающейся в почве целлюлозе // Микробиология. 1963. Вып. 35 (3). С. 491–502.

16. Хазиев Ф. Х. Ферментативная активность почв. М.: Наука, 1986. 176 с.

Efficiency of Different Methods and Systems of Tillage in Crop Rotation Section “Pea – Winter Wheat” under Conditions of the Southeast of the Central Chernozem Zone

V. I. Turusov, V. M. Garmashov
V. V. Dokuchaev Research Institute of Agriculture of the Central Black-Earth Zone, kv. 5, 81, pos. 2 uchastka Instituta imeni Dokuchaeva, Talovskii r-n, Voronezhskaya obl., 397463, Russian Federation

Abstract. *The studies were carried out in Talovsky district, Voronezh region in order to develop less expensive soil cultivation methods that ensure consistently high yields of crops with high-quality products and maintenance of soil fertility. The methods of tillage did not affect significantly moisture content in a one-meter layer. Only in the case of zero processing, during the period of pea germination the value of this indicator decreased in the 0–20 cm layer, and in autumn, during the winter wheat germination period, there was a significant increase in the moisture reserves, compared to the cultivated soil. The greatest biological activity and the best nitrogen regime were observed in a moldboard soil treatment system. With a decrease in the intensity and depth of soil treatment, the tendency of nitrate regime deterioration was revealed. The changes in the indices of the water and food regimes of the soil, depending on the systems and methods of soil cultivation, led to a decrease in the yield of pea, cultivated by nonmoldboard and surface tillage of the soil, and practically did not affect the productivity of winter wheat. In the option of direct sowing, a significant reduction in the yield of both crops was noted during all the years of the research. On average, for three years, it amounted to 0.64 t/ha (30.6%) for pea cultivation against the background of natural fertility, 1.0 t/ha (42.2%) against the background with fertilizers, while for winter wheat it was 0.81 t/ha (19.2%) and 1.09 t/ha (22.1%), correspondingly. The best conditions for the formation of high-quality grains of pea and winter wheat were formed under a system of moldboard soil cultivation in the crop rotation and disking at 6–8 cm directly under winter wheat and direct seeding, but in the second case, it was a significant decrease in crop yields.*

Keywords: *winter wheat; tillage; direct sowing; soil; soil moisture; nutrition regime; yield; grain quality.*

Author Details: *V. I. Turusov, member of the RAS, director (e-mail: niish 1c@mail.ru); V. M. Garmashov, Cand. Sc. (Agr.), head of division (e-mail:garmashov.63@mail.ru).*

For citation: *Turusov V. I., Garmashov V. M. Efficiency of Different Methods and Systems of Tillage in Crop Rotation Section “Pea – Winter Wheat” under Conditions of the Southeast of the Central Chernozem Zone. Zemledelije. 2018. No. 4. Pp. 9-14 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10403.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10404
УДК 633.11: 631.5: 631.8:632.91

Влияние сорта и технологии на эффективность возделывания яровой пшеницы в лесостепи Приобья

А. Н. ВЛАСЕНКО, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, руководитель научного направления
Н. Г. ВЛАСЕНКО, доктор биологических наук, академик РАН, зав. лабораторией
О. В. КУЛАГИН, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
П. И. КУДАШКИН, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
Сибирский научно-исследовательский институт земледелия и химизации сельского хозяйства СФНЦА РАН,
пос. Краснообск, Новосибирский р-н, Новосибирская обл., 630501, Российская Федерация

Исследования проводили с целью изучения эффективности возделывания новых сортов яровой пшеницы сибирской селекции Новосибирская 18, Сибирская 17, Обская 2 по экстенсивной, нормальной и интенсивной технологиям, различающимся по способу основной обработки почвы, внесению минеральных удобрений и средств защиты растений. Полевые многофакторные опыты закладывали в 2015-2017 гг. в условиях лесостепи Приобья на черноземе выщелоченном, среднесуглинистом. Погодные условия оказывали существенное воздействие (доля влияния – 66 %) на урожайность пшеницы, в благоприятном 2015 г. она была в 2,2-2,1 раза выше, чем в остальные. Наибольший сбор зерна отмечен по мелкой плоскорезной обработке – 3,15 т/га, по вспашке он был ниже на 0,61 т/га, по глубокому рыхлению – на 1,01 т/га. В среднем по всем сортам от внесения удобрений по вспашке (N_{20}) урожайность увеличилась на 0,3 т/га, по глубокому рыхлению (N_{40}) – на 0,64, по мелкой плоскорезной обработке (N_{90}) – на 0,92 т/га. Аналогично прибавки урожайности от средств защиты растений в зависимости от способа обработки почвы составляли 0,52, 0,62 и 0,83 т/га соответственно. В условиях лесостепи Приобья по интенсивной технологии наиболее рационально выращивать сорт яровой пшеницы Обская 2, как самый отзывчивый на внесение удобрений и применение средств защиты растений. Для возделывания по экстенсивной и нормальной технологиям лучше подходит Новосибирская 18, которая в этом случае обеспечивает формирование более высокого урожая и получение большего условного чистого дохода. Средства интенсификации выгоднее применять в тех случаях, когда урожайность зерна формируется на уровне 2 т/га и выше, в противном случае выращивание пшеницы может быть убыточным.

Ключевые слова: *технология, сорт, яровая пшеница, удобрения, средства защиты растений, урожайность, условно чистый доход.*

Для цитирования: *Влияние сорта и технологии на эффективность возделывания яровой пшеницы в лесостепи Приобья / А. Н. Власенко, Н. Г. Власенко, О. В. Кулагин и др. // Земледелие. 2018. № 4. С. 15-19. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10404.*

Распространение новых сортов – один из наиболее доступных, энергосберегающих и экономически оправданных способов увеличения валовых сборов зерна в сельскохозяйственном производстве. Его вклад в повышение урожайности может достигать 60 %. Однако в производственных условиях потенциал сорта реализуется лишь на 25-30 %, вследствие недостаточного учета генетических особенностей растений при их возделывании [1, 2]. Каждый сорт предъявляет определенные требования к условиям произрастания. Поэтому для их эффективного использования необходимо разрабатывать соответствующую сортовую агротехнику в конкретных почвенно-климатических условиях [3, 4]. Более того, определение оптимальных критериев интенсивности технологии для отдельно взятого сорта позволит повысить энергоотдачу и обеспечить наибольшую окупаемость затраченных ресурсов. Сорт должен формировать экономически оправданные прибавки урожая на дополнительные вложения в агротехнику, что особенно актуально в сложившихся рыночных условиях, а также обладать пластичностью и стабильной урожайностью в разные по метеорологическим условиям годы [5].

Цель исследований – изучить эффективность возделывания новых сортов яровой мягкой пшеницы сибирской селекции при использовании технологий различной интенсивности.

Для достижения поставленной цели в 2015-2017 гг. был заложен многофакторный эксперимент на опытном поле СибНИИЗиХ СФНЦА РАН, расположенном в лесостепи Приобья в Новосибирской области. Почва опытного участка – среднемощный выщелоченный чернозем среднесуглинистого гранулометрического состава, содержание гумуса в слое 0-30 см – 4,4 %, общего азота – 0,34 %, валового фосфора – 0,30 %, подвижного фосфора и калия (по Чирикову) – 29 и 13 мг/100 г почвы соответственно, pH = 6,7-6,8. В опыте высевали пшеницу трех новых сортов сибирской селекции: среднеспелые – Новосибирская 18 и Обская 2, среднепоздний – Сибирская 17, отличающихся такими преимуществами, как засухоустойчивость и экологическая пластичность, обладающих разной степенью устойчивости к вредным организмам [6, 7].

Пшеницу выращивали второй культурой после пара (по зерновому предшественнику) по трем технологиям. Выбор способа наиболее эффективной осенней обработки почвы и норм внесения удобрений в технологиях различной интенсивности основывался на результатах многолетних исследований СибНИИЗиХ [8].

Первая технология – экстенсивная, ориентированная на использование естественного плодородия почвы без применения удобрений и других химических средств или с очень ограниченным их использованием. Осенняя обработка почвы – вспашка на 20-22 см. Стартовая доза азотного удобрения – N_{20}. Вторая – нормальная, обеспечивающая агрохимическими ресурсами в том минимуме, при котором можно осваивать почвозащитные системы земледелия, поддерживать средний уровень окультуренности почв, устранять дефицит элементов питания и формировать удовлетворительное качество продукции, в том числе благодаря применению средств защиты против наиболее опасных вредных объектов. Осеннюю обработку почвы проводили орудием со стойками СибИМЭ на глубину 25-27 см, под предпосевную культивацию вносили аммиачную селитру в дозе 40 кг д.в./га. Третья технология – интенсивная, рассчитанная на формирование планируемого урожая высокого качества в системе непрерывного управления продукционным процессом с оптимальным минеральным питанием, защитой от вредных организмов и полегания. Осенняя обработка почвы – плоскорезная, на глубину 10-12 см. Под предпосевную культивацию вносили $N_{90}P_{20}$.

Весенняя агротехника во всех вариантах опыта соответствовала общепринятой. Семена перед по-

севом протравливали системным фунгицидом. Посев осуществляли 18 (в 2015 г.) и 19 мая (2016-2017 гг.) сеялкой СЗП-3,6 с нормой высева 6 млн всхожих зерен на 1 га.

Внесение удобрений и средств защиты было самостоятельными факторами многофакторного опыта. Система защиты включала опрыскивание в фазе кущения баковой смесью противодвудольного и противозлакового гербицидов и в фазе флагового листа – смесью фунгицида и инсектицида (пиретроида).

Учеты и наблюдения за фитосанитарным состоянием посевов, определение содержания продуктивной влаги и нитратного азота в почве, проводили общепринятыми методами.

Уборку осуществляли комбайном Сампо-500. Урожайность приводили к стандартной чистоте и влажности. Математическую обработку данных выполняли с использованием пакета прикладных программ СНЕДЕКОР [9].

Экономические показатели рассчитывали согласно технологической карте возделывания пшеницы с использованием нормативных данных Росинформагротех [10]. Условно чистый доход определяли как разницу между доходом, полученным от реализации зерна и прямыми затратами на возделывание. Накладные расходы, проценты за кредиты и прочие затраты не учитывали. Цену реализации пшеницы принимали равной 7 тыс. руб./т, дизтоплива – 37 руб./кг, аммиачной селитры – 15 тыс. руб./т, аммофоса – 26,7 тыс. руб./т, средств защиты – согласно прейскурантам фирм-поставщиков за 2017 г.

По метеорологическим условиям 2015 г. в целом можно охарактеризовать как благоприятный для возделывания пшеницы. Май и первая декада июня были очень теплыми и дождливыми (среднедекадные температуры превышали норму на 3,6-4,9 ºС, осадки за май – в 2 раза, за июнь – в 1,8 раза). Тем не менее, во второй и третьей декадах июня на фоне высоких температур наблюдали дефицит осадков. Июль был чуть теплее, чем обычно, осадков выпало в 1,6 раза больше нормы, при этом в первой декаде норма была превышена в 3,2 раза, в третьей – в 1,7 раза, а во второй декаде их почти не было. Август за счет второй и третьей декад был теплее обычного, а осадков выпало меньше нормы. Вегетационный период 2016 г. характеризовался повышенной теплообеспеченностью и дефицитом осадков. Третья декада мая и июнь были очень теплыми (среднедекадные температуры воздуха превысили норму на 2,3-3,7 °С), в мае наблюдали небольшой дефицит осадков (13,8 %), а в июне выпало 63,7 % от нормы, при этом в первую декаду они отсутствовали, а в третью дефицит составил 62,4 %. Июль также был чуть теплее, чем обычно (на 0,8 °С), осадков выпало близко к норме, но в первую декаду в 2,3 раза выше, а во вторую и третью декаду на 34,6 и 40,7 % меньше нормы. Август был теплее обычного (на 1,5 °С), а осадков выпало всего 20 % от нормы. Метеоусловия 2017 г. существенно отличались от среднемноголетних. Температура воздуха в мае была выше нормы на 2,2 ºС, причем в третьей декаде, после посева пшеницы, она была выше на 3,1 ºС на фоне дефицита осадков (меньше нормы на 6 мм). Температурный режим июня также был выше среднемноголетних показателей на 2,7 ºС. Особенно неблагоприятные условия сложились во второй декаде этого месяца (во время кущения пшеницы), когда температура воздуха была выше среднемноголетних значений на 3,4 ºС при 50 %-ном дефиците осадков. В I и II декаде июля температура воздуха была, напротив, ниже нормы на 1,3 и 1,1 ºС, при этом осадков в первой декаде выпало в 2,6 раза больше среднемноголетнего уровня. В целом за июнь и июль приход атмосферной влаги был выше нормы в 1,2 и 1,4 раза соответственно. Сумма осадков в августе находилась на среднемноголетнем уровне, а температура была на 1,2 ºС выше.

Питательный режим и запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы менялись по годам исследований. В 2015 г. весной перед посевом отмечены достаточно высокие стартовые запасы минерального азота по вспашке и мелкой плоскорезной обработке (табл. 1). Отчасти, это можно объяснить неблагоприятными, засушливыми условиями вегетации 2014 г., в которых растения израсходовали не весь азота. Меньшее его количество при глубоком рыхлении, по-видимому, объясняется промыванием в нижележащие слои, что подтверждают наибольшие запасы продуктивной влаги.

После благоприятного 2015 г., когда урожайность пшеницы достигала 4 т/га, весной 2016 г. по всем основным обработкам почвы отмечены низкие запасы азота, а в варианте с глубоким рыхлением они были ниже, в сравнении со вспашкой и минимальной обработкой почвы, в 1,4-1,7 раза. Влагообеспеченность была высокой и не различалась по вариантам. В 2017 г. отличий по содержанию продуктивной влаги и по запасам нитратного азота в метровом слое почвы не выявлено.

Плотность сложения почвы до предпосевной обработки в слое 0-30 см незначительно варьировала по годам и составляла по вспашке 1,18-1,20 г/см^3, в варианте глубокого рыхления – 1,20-1,27, мелкой плоскорезной обработки – 1,22-1,30 г/см^3, что не выходит за рамки оптимальных (1,0-1,3 г/см^3) значений для возделывания сельскохозяйственных растений.

В среднем по опыту корневые гнили получили наибольшее развитие в 2017 г. (4,5 % – в фазе кущение и 15 % – в молочно-восковую спелость), как и септориоз (23 % – в фазе флаглист). В 2016 г. отмечали более высокую численность пшеничного трипса (53 шт./колос) и хлебной полосатой блошки (122 шт./м^2), в то время как в 2017 г. этих вредителей было меньше всего (29 шт./колос и 57 шт./м^2 соответственно). В 2015 г. наблюдали более высокую пораженность растений внутристеблевыми вредителями – 13,2 %, тогда как в остальные годы она была на уровне 3,6-5,2 %. В этом же году посевы пшеницы заселила пьявица красногрудая, против которой потребовалась специальная химическая обработка. Определенное влияние на формирование фитосанитарной ситуации в посевах яровой пшеницы оказали особенности сортов и технологий. Так, в фазе молочно-восковой спелости зерна в среднем за 3 года больше поражались корневыми гнилями растения сорта Сибирская 17, индекс развития болезни на этом сорте составлял 14,5 %, что было выше, чем на Обской 2 в 1,2 раза, а по сравнению с Новосибирской 18 – в 1,5 раза. Кроме того, установлено достоверное снижение индекса развития болезни от вспашки (13,5 %) к мелкому и глубокому рыхлению в 1,2-1,3 раза. Септориозом меньше поражались растения сорта Новосибирская 18 (8,7 %), немного больше была величина этого показателя на

1. Влияние основных обработок почвы на содержание азота и запас продуктивной влаги перед посевом в слое почвы 0-100 см (2015-2017 гг.)

Год	Показатель	Обработка почвы		
		вспашка	рыхление	плоскорезная
2015	Минеральный азот до посева, кг/га	99,4	30,3	116,2
	Запасы продуктивной влаги перед посевом, мм	79	118	72
2016	Минеральный азот до посева, кг/га	30	20,7	36,9
	Запасы продуктивной влаги перед посевом, мм	150	147	132
2017	Минеральный азот до посева, кг/га	45,0	46,0	47,9
	Запасы продуктивной влаги перед посевом, мм	120,0	126,0	120,1

сорте Обская 2 (9,1 %) и еще выше – на Сибирской 17 (10,1 %). Развитие мучнистой росы было очень слабым: на посевах сорта Новосибирская 18 флаговый лист поражался на 4 %, Сибирской 17 – на 0,3 %, Обской 2 – на 0,1 %. Влияния технологии возделывания и сортовых особенностей на заселенность посевов хлебной полосатой блошкой не выявлено. Отмечено лишь, что по вспашке ее было немного больше, чем в вариантах с другими обработками, что объясняется лучшим прогреванием почвы, не покрытой растительными остатками. Внутристеблевые вредители (в основном шведская муха) сильнее повреждали посевы Новосибирской 18 (10,4 %), в посевах сорта Обская 2 величина этого показателя была ниже в 1,5 раза, Сибирская 17 – в 2,4 раза. Посевы по вспашке были повреждены сильнее (8,9 %), чем по глубокому рыхлению (6,9 %) и мелкой плоскорезной обработке (6,2 %). Пораженность растений при внесении удобрений (8,1 %) была выше, чем без них (6,9 %). Пьявица красногрудая предпочитала заселять посевы сорта Сибирской 17 (1,8 экз./раст.), на растениях Обской 2 ее численность была в 2,6 раза ниже, а Новосибирская 18 практически не заселялась этим вредителем. Численность личинок пшеничного трипса в колосьях Новосибирской 18 составляла 51,4 экз./колос, величина этого показателя в посевах сорта Обская 2 была ниже в 1,4 раза, Сибирская 17 – в 2 раза. Наименьшая численность вредителя отмечена в варианте глубокого рыхления (34,6 экз./колос), по вспашке она была выше в 1,1 раза, по мелкой плоскорезной обработке – в 1,2 раза. Существенно выше была численность пшеничного трипса в удобренных вариантах – 44,5 экз./колос против 31,7 экз./колос на неудобренных ($НСР_{05}$ = 5,0 %).

В среднем по опыту за 3 года плотность сорных растений в фазе кущения пшеницы перед обработкой гербицидами составила 226 шт./м^2, в том числе двудольных – 72,5 %. По вспашке общая численность сорняков была на 57,1 и 48,9 % ниже, по сравнению с глубоким рыхлением и мелкой плоскорезной обработкой соответственно. Внесение удобрений способствовало росту величины этого показателя на 14,6 %. В фазе восковой спелости зерна пшеницы самую низкую численность сорняков отмечали на фоне вспашки – 131 шт./м^2, по глубокому рыхлению она была выше в 2,2 раза, по мелкой плоскорезной обработке – в 1,6 раза. Применение удобрений способствовало повышению конкурентоспособности пшеницы, поэтому на удобренном фоне численность сорняков была ниже и составила в среднем по опыту 186 шт./м^2, что в 1,2 раза меньше, чем в вариантах без удобрений.

Наибольшее влияние на формирование урожайности зерна оказали условия года (65,9 %). В благоприятном 2015 г. она была соответственно выше в 2,2 и 2,1 раза, чем в 2016 и 2017 гг. (табл. 2).

Применение удобрений (доля влияния – 6,0 %) обеспечило рост урожайности в среднем по всем сортам по вспашке (N_{20}) на 0,3, по глубокому рыхлению (N_{40}) – на 0,64, по мелкой плоскорезной обработке (N_{90}) – на 0,92 т/га. Использование средств защиты (доля влияния – 6,7 %) увеличивало сбор зерна в среднем на 0,66 т/га. Отмечен рост прибавок от

2. Влияние сорта и агроприемов на урожайность пшеницы (среднее за 2015-2017 гг.), т/га

Сорта	Уровень азотного питания	Обработка почвы					
		Вспашка		рыхление		плоскорезная	
		контроль	комплекс средств защиты	контроль	комплекс средств защиты	контроль	комплекс средств защиты
Новосибирская 18	без удобрений	2,36	2,83	1,44	2,16	2,37	3,44
	удобрения	2,64	3,18	2,31	2,82	3,30	4,08
Сибирская 17	без удобрений	1,86	2,36	1,43	2,11	2,02	2,81
	удобрения	2,08	2,68	2,06	2,68	2,91	3,82
Обская 2	без удобрений	2,20	2,73	1,53	2,24	2,40	3,10
	удобрения	2,54	3,04	2,21	2,69	3,44	4,14
Средние по факторам: год – 2015 =4,07, 2016 =1,84, 2017 =1,90; сорт – Новосибирская 18 =2,74, Сибирская 17 =2,40, Обская 2 =2,69; обработка почвы – вспашка =2,54, рыхление =2,14, плоскорезная =3,15; без удобрений =2,30, удобрения =2,92; без защиты =2,28, комплекс средств защиты =2,94 $НСР_{05}$ по факторам: год, сорт, обработка почвы – 0,81; удобрения, уровень защиты – 0,07; частных средних – 0,34							

Способ обработки почвы определял варьирование урожайности на 10,8 %. Наиболее высокой она была при выращивании пшеницы по мелкой плоскорезной обработке – 3,15 т/га, по вспашке урожайность снижалась на 0,64 т/га, по глубокому рыхлению – на 1,01 т/га. При этом в 2015 г. при выращивании сортов по фону вспашки и мелкой плоскорезной обработки в среднем по опыту было собрано по 4,4 т/га зерна пшеницы, а по глубокому рыхлению – 3,4 т/га, что обусловлено меньшими стартовыми запасами азота в почве. В 2016 и 2017 гг. в среднем по опыту большая урожайность зерна была при выращивании пшеницы по мелкой плоскорезной обработке – 2,3 и 2,74 т/га, тогда как по вспашке – 1,69 и 1,52, по глубокому рыхлению – 1,6 и 1,45 т/га соответственно.

их использования с уменьшением интенсивности обработки почвы: по вспашке – 0,52 т/га, по глубокому рыхлению и мелкой плоскорезной обработке – 0,62 и 0,83 т/га соответственно, что обусловлено различной фитосанитарной ситуацией, складывающейся в посевах в зависимости от технологии возделывания пшеницы. В целом наибольшая урожайность в среднем за 3 года отмечена при выращивании Новосибирской 18 и Обской 2 по интенсивной технологии. При этом в 2015-2016 гг. больше зерна получили при возделывании сорта Обская 2 (5,2 и 3,5 т/га), а в 2017 г. – Новосибирская 18 (4,29 т/га).

Расчет экономической эффективности показал, что в тех случаях, когда урожайность зерна формируется на уровне 2 т/га и более, возделывание пшеницы с внесением удобрений и

3. Экономические показатели возделывания сортов яровой пшеницы, среднее за 2015-17г г.

Сорта	Уровень азотного питания	Обработка почвы					
		вспашка		рыхление		плоскорезная	
		контроль	комплекс средств защиты	контроль	комплекс средств защиты	контроль	комплекс средств защиты
Новосибирская 18	без удобрений	8759*	12818	8185	12388	8351	12712
		7761	6992	1895	2732	8239	11368
	удобрения	9792	14005	10539	14598	14083	18294
		8688	8255	5973	5142	9017	10266
Сибирская 17	без удобрений	8562	12469	8185	12388	8154	12410
		4458	4051	1825	2382	5986	7260
	удобрения	9447	13502	10342	14397	13781	18294
		5113	5258	4078	4363	6589	8446
Обская 2	без удобрений	8759	12587	8336	12388	8351	12712
		6641	6523	2374	3292	8449	8988
	удобрения	9792	14005	10539	14397	14083	18294
		7988	7275	4931	4433	9997	10686

** в числителе – затраты, руб./га, в знаменателе – условный чистый доход, руб./га*

4. Влияние сорта и агроприемов на урожайность пшеницы (среднее за 2016-2017 гг.), т/га

Сорта	Уровень азотного питания	Обработка почвы					
		вспашка		рыхление		плоскорезная	
		контроль	комплекс средств защиты	контроль	комплекс средств защиты	контроль	комплекс средств защиты
Новосибирская 18	без удобрений	1,50	2,00	0,80	1,70	1,60	2,90
	удобрения	1,80	2,40	1,60	2,10	2,90	3,70
Сибирская 17	без удобрений	0,94	1,50	0,70	1,70	1,20	2,10
	удобрения	1,00	1,80	1,30	2,00	2,40	3,50
Обская 2	без удобрений	1,10	1,70	0,70	1,60	1,30	2,20
	удобрения	1,50	2,00	1,60	2,10	2,70	3,60
Средние по факторам: год – 2016=1,86, 2017= 1,90; сорт – Новосибирская 18 =2,09, Сибирская 17 =1,69, Обская 2 =1,86; обработка почвы – вспашка =1,62, рыхление =1,50, плоскорезная =2,52; без удобрений =1,53, удобрения =2,23; без защиты =1,50, комплекс средств защиты =2,27							
$НСР_{05}$ по факторам: сорт, обработка почвы =0,14; год, удобрения, уровень защиты =0,11; частных средних = 0,48							

средств защиты растений выгодно (табл. 3). Рассматривая условный чистый доход и его увеличение в зависимости от сорта и агротехники, следует отметить, что по вспашке без удобрений применение средств защиты снижает прибыль на 118-769 руб./га, при глубоком рыхлении в таком же варианте увеличивает ее на 557-918 руб./га, при мелкой плоскорезной обработке – на 539-3129 руб./га, что определяется различной фитосанитарной ситуацией, складывающейся в тех или иных условиях.

Однако если рассматривать урожайность пшеницы в неблагоприятные годы (среднее за 2016-2017 гг.), то результаты выглядят иначе (табл. 4). Когда урожайность по годам варьирует слабо (доля влияния – 0,07 %) изменяется доля влияния остальных факторов. Наибольшее влияние на урожайность оказывает способ обработки почвы (33,2 %), затем применение средств защиты (24,1 %) и удобрений (19,8 %). Несмотря на снижение общего уровня урожая, прибавки от применения удобрений по вспашке составили 0,31, по глубокому рыхлению – 0,57, по мелкой плоскорезной обработке – 1,22 т/га. Еще нагляднее стали различия по обработкам почвы при применении средств защиты растений: по вспашке прибавка урожая от средств защиты достигла 0,57, по глубокому рыхлению – 0,76, по мелкой плоскорезной обработке – 0,99 т/га.

При низкой урожайности экономические показатели меняются в худшую сторону (табл. 5).

Например, возделывание Сибирской 17 приносит убыток во всех вариантах, кроме выращивания по мелкой плоскорезной обработке, а более высокий условный чистый доход отмечен при ее возделывании по интенсивной технологии, когда урожайность зерна превышает 2 т/га. В этом варианте, несмотря на рост затрат на применение удобрений и средств защиты растений, условный чистый доход составил 6707 руб./га. Наибольший экономический эффект отмечен при выращивании изучаемых сортов по мелкой плоскорезной обработке почвы. При этом как внесение удобрений, так и применение средств защиты повышает условный чистый доход, как по отдельности, так и при совместном их использовании.

Таким образом, для увеличения эффективности производства зерна следует внимательно относиться к характеристикам используемых сортов. В их посевах формируется различная фитосанитарная ситуация, они по-разному реагируют на приемы интенсификации и, в конечном итоге, в равных климатических условиях формируют разную урожайность. В лесостепи Приобья по интенсивной технологии наиболее выгодно выращивать сорт яровой мягкой пшеницы Обская 2, отзывчивый как на внесение удобрений, так и на применение средств защиты растений. Лишь немного уступает ему сорт Новосибирская 18 при возделывании по такой технологии. Но по экстенсивной и нормальной технологиям лучше выращивать Новосибирскую 18, которая в этом случае обеспечивает более высокий урожай зерна и условно чистый доход. Средства интенсификации выгоднее применять в тех случаях, когда урожайность зерна формируется на уровне 2 т/га и больше, в противном случае выращивание пшеницы может принести убытки.

5. Экономические показатели возделывания сортов, среднее за 2016-2017 гг.

Сорта	Уровень азотного питания	Обработка почвы					
		вспашка		рыхление		плоскорезная	
		контроль	комплекс средств защиты	Контроль	комплекс средств защиты	контроль	комплекс средств защиты
Новосибирская 18	без удобрений	8266	12272	8081	12046	7827	12410
		2234	1728	-2481	-146	3373	7890
	удобрения	9302	13354	10197	14052	13781	18294
		3298	3446	1003	648	6519	7606
Сибирская 17	без удобрений	8162	11976	8081	12046	7858	11864
		-1582	-1476	-3181	-146	542	2836
	удобрения	9047	13012	9950	14052	13432	17793
		-2047	-412	-850	-52	3368	6707
Обская 2	без удобрений	8162	12127	8081	12046	7858	12061
		-462	-227	-3181	-846	1242	3339
	удобрения	9151	13157	10197	14052	13580	17793
		1349	843	1003	648	5320	7407

** – в числителе затраты, руб./га, в знаменателе – условный чистый доход, руб./га*

Литература.

1. Иванцова Е. А. Оценка сортов яровой пшеницы на устойчивость к вредителям и болезням // Защита и карантин растений. 2007. №12. С. 37.
2. Сабирзянов А. М. Формирование урожая яровой пшеницы в зависимости от использования факторов химизации в условиях Предкамья Республики Татарстан: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Казань, 2008. 20 с.
3. Бугай С. М. Сорт и агротехника. М.: Знание, 1971. 59 с.
4. Вьюшков А. А., Сюков В. В. Сорта яровой мягкой пшеницы для адаптивного растениеводства // Современные методы адаптивной селекции зерновых и кормовых культур: материалы международной научно-практической конференции. Самара: СамВен-Кинель, 2003. С. 22–27.
5. Семина С. А., Мачнева В. В. Урожай и качество зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от сорта // Зерновое хозяйство. 2005. № 3. С. 23–24.
6. Формирование урожая зерна сибирских сортов яровой мягкой пшеницы в условиях континентального климата Западной Сибири / И. Е. Лихенко, В. В. Советов, С. И. Аносов и др. // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 1. С. 27–30.
7. Сорта сельскохозяйственных культур селекции СибНИИРС, включенные в Госреестр / И. Е. Лихенко, Г. В. Артемова, В. В. Пискарев и др. / СибНИИРС – филиал ИЦиГ СО РАН. Новосибирск, 2015. 44 с.
8. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области / под ред. В. И. Кирюшина, А. Н. Власенко. Новосибирск: СО РАСХН, 2002. 122 с.
9. Сорокин О. Д. Прикладная статистика на компьютере. 2-е изд. Новосибирск: ГУП РПО СО РАСХН, 2012. 282 с.
10. Сборник нормативных материалов на работы, выполняемые машинно-технологическими станциями (МТС). М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2001. 190 с.

Influence of Variety and Technology on the Efficiency of Spring Wheat Cultivation in the Forest-Steppe of the Ob Region

A. N. Vlasenko, N. G. Vlasenko, O. V. Kulagin, P. I. Kudashkin
Siberian Research Institute of Farming and Chemicalization of Agriculture of the SFRCAB of the RAS,
pos. Krasnoobsk, Novosibirskii r-n, Novosibirskaya obl., 630501, Russian Federation

Abstract. *The investigation was carried out in order to determine the efficiency of cultivation of new varieties of spring wheat of Siberian breeding. They were Novosibirskaya 18, Sibirskaya 17, Obskaya 2, cultivated according to extensive, normal and intensive technologies, differing in the way of soil tillage, application of mineral fertilizers and plant protection means. Multifactorial field experiments were carried out in 2015–2017 under conditions of the forest-steppe of the Ob region on medium loamy leached chernozem. Weather conditions significantly influenced the yield of wheat: in favorable 2015 year it was 2.1–2.2 times higher, than in the other years. The share of influence of the factor was 66 %. The greatest grain yield was in the case of shallow subsurface cultivation – 3.15 t/ha. For ploughing it was lower by 0.61 t/ha, for deep loosening it was lower by 1.01 t/ha. On average for all varieties, the use of fertilizers led to an increase in the yield by 0.3 t/ha in the case of ploughing (N20), by 0.64 t/ha for deep loosening (N40), by 0.92 t/ha in the case of shallow subsurface cultivation (N90). Similarly, the increase in the yield, caused by the use of plant protection means, depended on the method of tillage and amounted to 0.52, 0.62 and 0.83 t/ha, respectively. Under conditions of the forest-steppe of the Ob region and intensive cultivation technology, it is the most rational to grow Obskaya 2 variety of spring wheat, as it is the most responsive to the application of fertilizers and plant protection means. Novosibirskaya 18 better suits for the extensive and normal technologies, which provides for obtaining both a higher yield and a higher conventionally net income. The means of intensification is more profitable to use in the cases when the grain yield is formed at the level of 2 t/ha and above. Otherwise, the cultivation of wheat can be unprofitable.*

Keywords: *technology; variety; spring wheat; fertilizers; plant protection means; yield; conventionally net income.*

Author Details: *A. N. Vlasenko, D. Sc. (Agr.), member of the RAS, manager; N. G. Vlasenko, D. Sc. (Agr.), member of the RAS, head of laboratory; O. V. Kulagin, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow; P. I. Kudashkin, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow.*

For citation: *Vlasenko A. N., Vlasenko N. G., Kulagin O. V., Kudashkin P. I. Influence of Variety and Technology on the Efficiency of Spring Wheat Cultivation in the Forest-Steppe of the Ob Region. Zemledelie. 2018. No. 4. Pp. 15-19 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10404.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10405
УДК 635.655:631.461

Управление вегетацией перспективных сортообразцов сои путем применения высокоэффективных инокулянтов

А. Г. ВАСИЛЬЧИКОВ, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: office@vniizbk.orel.ru)
А. С. АКУЛОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур, ул. Молодежная, 10, к. 1,
пос. Стрелецкий, Орловский р-н, Орловская обл., 302502, Российская Федерация

Исследования проводили во ВНИИЗБК в 2015-2017 гг. Изучали отзывчивость новых линий сои (Л-212, Л-103, Л-216 и ЛС-1) на инокуляцию набором новых активных штаммов ризобий 634, 626, 640, в сравнении со стандартом Ланцетная, на темно-серой лесной среднесуглинистой почве. Схема опыта включала следующие варианты: контроль (без инокуляции и внесения удобрений); инокуляция штаммами 634, 626 и 640, а также вариант с внесением минерального азота в дозе 60 кг д.в./га. Повторность опыта четырехкратная. Площадь опытных делянок – 10 м^2. Посев проводили сеялкой СКС-6-10 широкорядным способом (ширина междурядий 45 см) во второй декаде мая. Норма высева – 600 тыс. всхожих семян/га. Как инокуляция семян, так и внесение минерального азота в дозе 60 кг/га вызывали повышение урожайности сои. Ее уровень был прямо пропорционален количеству осадков, выпавших за вегетационный период, а также в период формирования и налива бобов (июль-август). По результатам испытаний по фактору сорт наиболее урожайными в течение трех лет были линии ЛС-1 и Л-103 – 24,2 ц/га и 25,9 ц/га соответственно. Наиболее эффективным по итогам трехлетних испытаний оказалось сочетание линий Л-103 и Л-216 со штаммом 634 (+2,3 и 2,4 ц/га) и сорта Ланцетная со штаммом 626 (+2,3 ц/га). Уровень рентабельности выращивания линии Л-103 составил 130-185 % в зависимости от варианта. Применение бактериальных удобрений было более рентабельным, чем использование минерального азота, на 20-55 % в зависимости от штамма.

Ключевые слова: *соя, Glycine max (L.) Merril, инокуляция, азотфиксация, штаммы.*

Для цитирования: *Васильчиков А. Г., Акулов А. С. Управление вегетацией перспективных сортообразцов сои путем применения высокоэффективных инокулянтов // Земледелие. 2018. № 4. С. 19-22. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10405.*

Современная стратегия адаптивного сельскохозяйственного производства базируется в первую очередь на биологизации и экологизации систем земледелия, основанных на боле полном вовлечении в продукционные и средообразующие процессы агроэкосистем неисчерпаемых и воспроизводимых ресурсов природной среды [1]. Одним из главных элементов таких систем становятся растительно-микробные системы, наиболее эффектным примером которых служит симбиоз бобовых растений с клубеньковыми бактериями, осуществляющими процесс биологической фиксации атмосферного азота [2].

Наиболее значимая растительно-микробная система, как в мировом земледелии, так и в России на сегодняшний день – соя, вступающая в симбиоз с клубеньковыми бактериями видов *Bradyrhizobium japonicum* и *Bradyrhizobium elkani* [3]. Растения этой культуры могут поглощать из воздуха до 200 кг/га азота, удовлетворяя свои потребности на 60-70 % и восполняя почвенные запасы азота за счет растительных остатков [4, 5, 6]. Пищевое значение сои определяет исключительно высокое содержание в семенах практически всех элементов питания, необходимых живым организмам [7]. Благодаря этому культура заняла четвертое место в мире по объему производства после пшеницы, кукурузы и риса и продолжает сохранять положительную динамику роста. В 2017 г. ее мировое производство составило 351 млн т (2016 г. – 338, 2015 г. – 313 млн т) [8]. В России в 2017 г. собрали 3,6 млн т семян сои при увеличении площади посевов до 2604,3 тыс. га (+16,9 % к 2016 г.). При этом возможности роста в обозримом будущем не лимитированы, так как внутренние потребности страны оцениваются в 5 млн т, а если учитывать вероятность экспорта, то один Китай импортирует ежегодно более 80 млн т сои [9].

Эффективный способ повышения продуктивности сои – поиск новых более активных штаммов ризобий и бактеризация семян препаратами, изготовленными на их основе. На-

1. Метеорологические условия в 2015-2017 гг.

Показатели		Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Среднемноголетние осадки		53	61	80	67	57
Среднемноголетняя температура, °С		13,0	16,9	18,5	17,1	11,7
Осадки, мм	2015 г.	64,7	38,3	68,5	8,2	68,7
	2016 г.	63,2	68,4	127,6	105,9	20,7
	2017 г.	54,0	59,8	142,2	87,2	16,0
Средняя температура, °С	2015 г.	15,1	18,4	19,2	18,7	15,6
	2016 г.	14,2	18,1	20,9	19,9	11,9
	2017 г.	12,6	15,8	18,2	19,8	13,7

личие сорто-штаммовой специфичности позволяет подобрать наиболее эффективно взаимодействующие компоненты такой системы [10].

Площадь посевов сои в Орловской области в последние годы постоянно расширяется, хотя по своим климатическим условиям она расположена на северной границе ареала возделывания культуры, что позволяет высевать здесь только скороспелые сорта. В 2017 г. в области было убрано 70,7 тыс. га сои и намолочено 107,7 тыс. т семян при средней урожайности 15,3 ц/га.

В связи с этим, цель наших исследований – выявление сортообразцов, наиболее подходящих для почвенно-климатических условий Орловской области, отбор среди них самых отзывчивых на инокуляцию бактериальными удобрениями и поиск наиболее эффективных растительно-микробных систем.

Исследования проводили в 2015-2017 гг. в полевых условиях на опытном участке лаборатории генетики и биотехнологии ВНИИЗБК в Орловской области с использованием методик полевого опыта [11] и оценки активности симбиотической азотфиксации [12]. Определяли отзывчивость на нитрагинизацию 4 перспективных линий селекции ВНИИЗБК – Л-212 (сорт Осмонь), Л-103, Л-216, ЛС-1. В качестве контроля использовали сорт сои Ланцетная. На каждом сорте изучали следующие варианты: без инокуляции (контроль); внесение минерального азота в дозе 60 кг действующего вещества на 1 га; инокуляция штаммами 634, 626 и 640. Почва опытного участка темно-серая лесная среднесуглинистая с пахотным слоем 28-30 см. Уровень плодородия характеризовался следующими показателями: pH солевой вытяжки – 4,9-5,3; содержание гумуса – 4,65-4,97 %; содержание подвижных форм P_2O_5 и K_2O (по Кирсанову) – 8,1-9,3 мг и 8,4-9,5 мг/100 г почвы соответственно. Повторность опытов четырехкратная. Площадь делянок – 10 м^2. Посев осуществляли сеялкой СКС-6-10 с шириной междурядий 45 см. Норма высева – 600 тыс. всхожих семян на 1 га. Нитрагин для инокуляции получали из ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (г. Пушкин-Санкт-Петербург), проводили эту технологическую операцию в день посева. Минеральные удобрения вносили в день посева по схеме опыта. Формирование симбиотического аппарата оценивали по активности фермента нитрогеназы методом редукции ацетилена и по количеству клубеньков на корнях растений. Учёт урожая семян осуществляли поделяночно путем сплошного обмолота комбайном «Сампо-130». Статистическую обработку данных проводили по Доспехову Б.А. методом дисперсионного анализа двухфакторного полевого опыта [11]. Для расчета экономической эффективности использовали средние оптовые цены: стоимость семян сои – 22000 руб./т, аммиачной селитры – 1400 руб./ц, гектарной дозы препаратов – 500 руб.

Метеоусловия вегетационных периодов 2015-2016 гг. по температурному режиму характеризовались теплой погодой. Средняя температура воздуха превышала норму на 1,2-2,8 °С. В 2017 г. температура воздуха в мае-июле была на 0,3-1,1°С ниже среднемноголетней (табл. 1).

Количество и характер выпадения осадков по годам резко контрастировали между собой. В 2015 г. в период формирования репродуктивных органов (июль-август), на который приходится основной максимум водопотребления сои, в значительной мере определяющий уровень урожайности, выпало 76,7 мм осадков (52 % от среднемноголетнего уровня), что лимитировало формирование высокого урожая. В 2016 и 2017 гг. сумма осадков в этот период составила 233,5 и 239 мм (158,8 и 156 % от среднемноголетней), что способствовало накоплению достаточно высокого урожая, при этом пониженная температура воздуха в первой половине вегетационного периода 2017 г. привела к уменьшению величины этого показателя, по сравнению с 2016 г.

Анализ показателей симбиотической активности свидетельствует о наличии большого количества клубеньков и высоком уровне нитрогеназной

2. Влияние инокуляции на показатели симбиотической активности сортов сои (среднее за 2015-2017 гг.), количество клубеньков (шт./растение)/ активность нитрогеназы (мкгN/раст/час)

Вариант	Ланцетная	Л-212	Л-103	Л-216	ЛС-1
Контроль	21/36	37/52	41/62	50/84	33/57
N_{60}	14/24	23/18	23/33	14/17	14/21
Штамм 634	32/56	39/62	51/98	34/51	44/83
Штамм 626	23/78	46/89	55/128	39/65	46/92
Штамм 640	34/72	36/98	35/138	43/97	41/124

3. Отзывчивость сортов сои на инокуляцию, ц/га

Вариант	Ланцетная	Л-212	Л-103	Л-216	ЛС-1
2015 г.					
Контроль	19,4	20,0	22,8	20,1	20,2
N_{60}	20,1	21,1	23,2	21,6	22,3
Штамм 634	19,5	20,9	23,6	20,5	22,9
Штамм 626	21,5	22,4	24,6	21,3	22,1
Штамм 640	20,9	20,6	23,9	20,6	22,1
Среднее по фактору сорта	20,3	21,0	23,6	20,8	21,9
$НСР_{05}$ по фактору штамм – 0,47, сорт – 0,56					
2016 г.					
Контроль	25,0	24,5	28,4	19,4	25,8
N_{60}	26,9	27,3	30,7	22,9	27,2
Штамм 634	26,5	26,7	30,6	23,5	25,9
Штамм 626	26,8	26,0	30,4	21,1	27,2
Штамм 640	25,2	25,6	29,6	21,8	26,4
Среднее по фактору сорта	26,1	26,0	29,9	21,7	26,5
$НСР_{05}$ по фактору штамм – 0,9, сорт – 1,2					
2017 г.					
Контроль	22,9	22,6	22,8	20,6	22,4
N_{60}	25,7	24,0	23,5	21,9	24,0
Штамм 634	24,5	25,3	26,7	23,3	24,3
Штамм 626	24,9	23,4	23,4	22,2	25,4
Штамм 640	22,1	22,9	24,3	21,7	24,8
Среднее по фактору сорта	24,0	23,6	24,2	21,9	24,2
$НСР_{05}$ по фактору штамм – 0,67, сорт – 0,67					
Среднее за 2015-2017 гг.					
Контроль	22,1	22,4	24,7	20,0	22,8
N_{60}	24,2	24,1	25,8	22,1	24,5
Штамм 634	23,6	24,2	27,0	22,4	24,4
Штамм 626	24,4	23,9	26,1	21,5	24,9
Штамм 640	22,7	23,0	26,0	21,4	24,4
Среднее по сорту	23,4	23,5	25,9	21,5	24,2

активности в контрольном варианте, что указывает на присутствие в почве опытного участка многочисленной спонтанной популяции ризобий. В среднем за 3 года наибольшее количество клубеньков и самая высокая активность нитрогеназы в инокулированных вариантах отмечена у линий Л-103 и ЛС-1, что в первую очередь можно объяснить морфологическими особенностями растения-хозяина, контролирующего процесс клубенькообразования. На всех сортах отмечена четкая тенденция ингибирования клубенькообразования под влиянием минерального азота. Наличие в почве опытного участка спонтанных ризобий сои способствовало формированию в контроле примерно такого же количества клубеньков, но с несколько меньшей активностью нитрогеназы, чем в инокулированных вариантах (табл. 2).

По фактору сорт наиболее урожайными в течение трех лет были линии ЛС-1 и Л-103 – 24,2 ц/га и 25,9 ц/га соответственно (табл. 3).

Наименее эффективным из числа испытываемых был штамм 640. Лучшие результаты по итогам трехлетних испытаний продемонстрировали сочетания линий Л-103 и Л-216 со штаммом 634 (+2,3 и 2,4 ц/га) и сорта Ланцетная со штаммом 626 (+2,3 ц/га).

При современных ценах на соевые бобы (22-27 тыс. руб./т) соя относится к числу наиболее доходных культур, что косвенно подтверждает постоянный рост ее посевных площадей. Соответственно, при одинаковых условиях возделывания уровень рентабельности прямо пропорционален урожайности сорта и обратно пропорционален уровню производственных затрат. Поэтому применение ресурсосберегающих технологий в конечном итоге обеспечивает получение более высокой прибыли [13]. В наших опытах наибольший уровень рентабельности по результатам трехлетних испытаний отмечен на линии Л-103 при инокуляции штаммом 634 – 188 % (табл. 4). Применение минеральных удобрений на этом сорте повысило себестоимость продукции с 763 руб./ц при инокуляции штаммом 634 до 871,3 руб./ц, снизив при этом рентабельность до 152 %.

По результатам трехлетних исследований, завершенных в 2017 г., получены экспериментальные данные об эффективности использования оригинальных штаммов ризобий и на их основе созданы высокопродуктивные растительно-микробные системы для применения в ресурсосберегающих технологиях производства сои. Установлено, что наиболее эффективно сочетание линий Л-103 и Л-216 со штаммом 634 (+2,3 и 2,4 ц/га) и сорта Ланцетная со штаммом 626 (+2,3 ц/га).

4. Экономическая эффективность применения микробных препаратов на сое (в среднем за 2015-2017 гг.)

Показатель	Контроль	N_{60}	Штамм 634	Штамм 626	Штамм 640
Сорт Ланцетная					
Урожайность, ц/га	22,1	24,2	23,6	24,4	22,7
Стоимость валовой продукции, руб./га	48620	53240	51920	53680	49940
Производственные затраты, руб./га	20100	22480	20600	20600	20600
Себестоимость, руб./ц	909,5	928,9	872,9	844,3	907,5
Условно чистый доход, руб./га	28520	30760	31320	33080	29340
Уровень рентабельности, %	142	137	152	161	142
Фактический экономический эффект, руб./га		2240	2800	4560	820
Сорт Осмонь					
Урожайность, ц/га	22,4	24,1	24,2	23,9	23,0
Стоимость валовой продукции, руб./га	49280	53020	53240	52580	50600
Производственные затраты, руб./га	20100	22480	20600	20600	20600
Себестоимость, руб./ц	897	932,8	851,2	861,9	895,6
Условно чистый доход, руб./га	29180	30540	32640	31980	30000
Уровень рентабельности, %	145	136	158	155	146
Фактический экономический эффект, руб./га		1360	3460	2800	820
Линия 103					
Урожайность, ц/га	24,7	25,8	27,0	26,1	26,0
Стоимость валовой продукции, руб./га	54340	56760	59400	57420	57200
Производственные затраты, руб./га	20100	22480	20600	20600	20600
Себестоимость, руб./ц	813,8	871,3	763,0	789,3	792,3
Условно чистый доход, руб./га	34240	34120	38800	36820	36600
Уровень рентабельности, %	170	152	188	179	178
Фактический экономический эффект, руб./га		-120	4560	2580	2360
Линия 216					
Урожайность, ц/га	20,0	22,1	22,4	21,5	21,4
Стоимость валовой продукции, руб./га	44000	48620	49280	47300	47080
Производственные затраты, руб./га	20100	22480	20600	20600	20600
Себестоимость, руб./ц	1005	1017	920	958	963
Условно чистый доход, руб./га	23900	26140	28680	26700	26480
Уровень рентабельности, %	119	116	139	130	128
Фактический экономический эффект, руб./га		2240	4780	2800	2580
Линия ЛС-1					
Урожайность, ц/га	22,8	24,5	24,4	24,9	24,4
Стоимость валовой продукции, руб./га	50160	53900	53680	54780	53680
Производственные затраты, руб./га	20100	22480	20600	20600	20600
Себестоимость, руб./ц	882	916	844	827	844
Условно чистый доход, руб./га	30060	31420	33080	34180	33080
Уровень рентабельности, %	150	140	161	166	161
Фактический экономический эффект, руб./га		1360	3020	4120	3020

Литература.

1. Жученко А. А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. М.: ООО «Издательство Агрорус», 2004. 1109 с.

2. Специфичность микробиологических препаратов для бобовых культур и особенности их производства / И. А. Тихонович, А. Ю. Борисов, А. Г. Васильчиков и др. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2012. № 3, С. 11–17.

3. Головина Е. В. Научно-теоретическое обоснование возделывания сортов сои северного экотипа в условиях Центрально-Черноземного региона РФ: автореф. дис. … д-ра с.-х. наук. Пенза, 2016. 41 с.

4. Ресурсосберегающая технология возделывания сои северного экотипа. Орел: ФГБНУ ВНИИЗБК, 2014. 76 с.

5. Повышение эффективности биологической азотфиксации зернобобовых культур / Т. С. Наумкина, А. Г. Васильчиков, Г. П. Гурьев и др. // Земледелие. 2012. № 5. С. 21–23.

6. Тильба В. А., Волох И. П. Приемы регулирования продукционных процессов в посевах сои в системе соево-зерновых севооборотов // Земледелие. 2011. № 8. С. 34–36.

7. Баранов В. Ф., Кочегура А. В., Лукомец В. М. Соя на Кубани Краснодар: ВНИИМК, 2009. 320 с.

8. Российский рынок сои, ключевые тенденции и прогнозы [Электронный ресурс]. URL: http://ab-centre.ru/news/rossiyskiy-rynok-soi---klyuchevye-tendencii-i-prognozy (дата обращения: 13.12.2017).

9. Валовой сбор зерна в России в 2017 году [Электронный ресурс]. URL: http://www.rosbj.ru/2017/11/15/1254-%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9-%D1%81%D0%B1%D0%BE%D1%80-%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D0%B2-2017-%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%83-%D0%B2-%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8-%D0%BF%D0%BE/ (дата обращения: 13.12.2017).

10. Тильба В. А., Шабалдас О. Г. Использование биологического азота как средства биологизации системы земледелия // Вестник АПК Ставрополья. 2015. № 2. С. 96–100.

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

12. Методика оценки активности симбиотической азотфиксации селекционного

материала зернобобовых культур ацетиленовым методом / В. П. Орлов, И. Ф. Орлова, Е. А. Щербина и др. Орел: ВНИИЗБК, 1984. 16 с.

13. Тильба В. А. Новые технологии в производстве сои // Вестник Дальневосточного государственного аграрного университета. 2007. Вып. 3. С. 19–22.

Management of Vegetation of Promising Soybean Samples by High-Effective Inoculants

A. G. Vasil'chikov, A. S. Akulov
All-Russian Research Institute of Legumes and Groat Crops, ul. Molodezhnaya, 10, k. 1, pos. Streletskii, Orlovskii r-n, Orlovskaya obl., 302502, Russian Federation

Abstract. *The investigation was carried out in All-Russian Research Institute of Legumes and Groat Crops in 2015–2017. It was studied the responsiveness of new soybean lines (L-212, L-103, L-216 and LS-1) to inoculation with a set of new active rhizobia strains 634, 626, 640 in comparison to the Lancetnaya standard on dark grey forest medium loamy soil. The design of the experiment included the following variants: the control (without inoculation and fertilization); inoculation with strains 634, 626 and 640; the variant with the application of mineral nitrogen at the dose of 60 kg of active substance on a hectare. The replication of the experiment was fourfold. The area of experimental plots was 10 m2. The sowing was carried out by the SKS-6-10 seeder in a wide-row way (spacing between rows was 45 cm) in the second decade of May. The seeding rate was 600,000 germinating seeds/ha. Both inoculations of seeds and application of mineral nitrogen at the dose of 60 kg/ha caused an increase in the yield of soybean. The yield level was directly proportional to the amount of precipitation during the vegetation period and during the formation and filling of beans (July-August). According to the results of the test on the variety factor, the lines LS-1 and L-103 were the most productive over three years; the productivity was 2.42 and 2.59 t/ha, respectively. The combination of L-103 and L-216 lines with strain 634 and Lancetnaya variety with strain 626 proved to be the most effective according to the results of the three-year tests. The gains were 0.23, 0.24 and 0.23 t/ha, respectively. The level of profitability of cultivation of L-103 line was 130–185%, depending on the variant. The use of bacterial fertilizers was more cost-effective than the use of mineral nitrogen by 20–55%, depending on the strain.*

Keywords: *soybean; Glycine max (L.) Merril; inoculation; nitrogen fixation; strains.*

Author Details: *A. G. Vasil'chikov, Cand. Sc. (Biol.), leading research fellow (e-mail: office@vniizbk.orel.ru); A. S. Akulov, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow.*

For citation: *Vasil'chikov A. G., Akulov A. S. Management of Vegetation of Promising Soybean Samples by High-Effective Inoculants. Zemledelie. 2018. No 4. Pp. 19-22 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10405.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10406
УДК 633.367:631.842

Влияние бобовых предшественников на засорённость посевов озимой пшеницы

А. Г. ГУРИН[1], доктор сельскохозяйственных наук, зав. кафедрой (e-mail: gurin10159@ yanex.ru)
И. М. ЧАДАЕВ[2], агроном
[1]Орловский государственный аграрный университет, ул. Генерала Родина, 69, Орёл, 302019, Российская Федерация
[2]Опытно-производственное хозяйства «Орловское», пос. Добрый, Орловский р-н, Орловская обл., 302522, Российская Федерация

В опыте определяли засоренность посевов озимой пшеницы после следующих предшественников: чистый пар, горох на зерно, горох на сидерат, люпин на зерно, люпин на сидерат, вика + овёс на зерно, вика + овёс на сидерат. Наименьшую засорённость озимой пшеницы отмечали после бобовых, выращиваемых на сидерат, 71-76 шт./м². После бобовых на зерно оставалось большее количество сорных растений – 83-113 шт./м². Наименьшее количество сегетальных растений в посевах пшеницы отмечали после гороха и смеси вики с овсом, а самое высокое – после люпина, что связано с более продолжительным периодом вегетации этой культуры. Засоренность после чистого пара находилось на одном уровне с бобовыми, выращиваемыми на зерно. Потенциальная засорённость почвы перед посевом озимой пшеницы также зависела от вида предшественника. Меньше всего семян сорных растений отмечено при размещении после бобовых на сидерат – 23,57-24,58 млн шт./м². При этом достоверных различий между этими вариантами не выявлено. Потенциальная засорённость почвы после бобовых предшественников, выращиваемых на зерно, была больше – 29,11-34,09 млн шт./м² . Меньше всего семян отмечено после гороха, а самое высокое после люпина. Максимальное количество семян сегетальных растений было после чистого пара – 43,08 млн шт./м². Наибольшее количество семян сорных растений отмечено в слое почвы 10-20 см. В верхнем 0-10 см слое величина этого показателя была меньше на 10,05-33,50 %, что связано с предпосевной обработкой почвы, проводимой после предшественников.

Ключевые слова: *озимая пшеница, предшественник, сидерат, бобовые культуры, чистый пар.*

Для цитирования: *Гурин А. Г. , Чадаев И. М. Влияние бобовых предшественников на засорённость посевов озимой пшеницы // Земледелие. 2018. № 4. С. 22-24. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10406.*

Современное земледелие характеризуется неоправданной насыщенностью севооборотов зерновым компонентом, доля которого нередко превышает 80 %. Ведущая зерновая культура во многих регионах страны – озимая пшеница, как наименее энергозатратная. В севооборотах с таким насыщением этой культурой её невозможно размещать по лучшим предшественникам, в том числе паровым. В то же время рыночные условия заставляют сельхозпроизводителей заниматься производством зерна в ущерб другим культурам. В результате не выдерживаются научно-обоснованные севообороты, что неминуемо ведёт к падению плодородия почвы земель сельскохозяйственного назначения, ухудшению фитосанитарной обстановки и в конечном счёте к снижению продуктивности пашни.

Лучше всего озимая пшеница удается после пара. Использование этого предшественника ведёт к улучшению влагообеспеченности, накоплению азота, снижению засоренности посевов [1]. При этом непроизводительно расходуются земельные, материальные и трудовые ресурсы, что в итоге приводит к сокращению площади не только чистых, но и сидеральных паров.

Введение в севообороты бобовых культур на зерно не только позволяет повысить экономические показатели, но и способствует улучшению плодородия почвы. Бобовые признаны лучшими предшественниками для пшеницы не только во многих почвенно-климатических зонах России, но и в соседних странах [2, 3]. После них создаются благоприятные условия минерального питания, как благодаря пожнивно-корневым остаткам, так и в результате повышения доступности питательных веществ почвы [4, 5].

Немаловажное значение для озимой пшеницы имеет фитосанитарная обстановка, создаваемая предшественниками, поскольку от этого также зависит величина урожайности. Как известно, навоз, вносимый в паровом поле, содержит довольно большой запас семян сорных растений,

1. Засоренность посевов озимой пшеницы в зависимости от предшественника (среднее за 2016-2017 гг.)

Предшественник	Количество сегетальных растений, шт./м²		
	малолетние	многолетние	всего
Чистый пар (контроль)	18	79	97
Горох на зерно	12	71	83
Горох на сидерат	11	60	71
Люпин на зерно	27	86	113
Люпин на сидерат	14	62	76
Вика+овёс на зерно	16	68	84
Вика+овёс на сидерат	14	60	74
$НСР_{05}$	1,49	5,71	6,73

что сильно повышает потенциальную засорённость посевов [6].

Исходя из изложенного, цель нашего исследования – изучить последействие предшественников на засорённость посевов озимой пшеницы.

Работу проводили в однофакторном опыте, который был заложен в ОПХ «Орловское» ФГНУ ВНИИЗБК в Орловской области. Схема полевого эксперимента предусматривала следующие варианты: чистый пар (контроль); горох на зерно; горох на сидерат; люпин на зерно; люпин на сидерат; вика+овёс на зерно; вика + овёс на сидерат.

Опыт заложен в 3-х кратной повторности, площадь делянки 120 м². Объекты исследования: озимая пшеница Московская 39; горох Темп; люпин узколистный Орловский сидерат; вика яровая Никольская. В поле чистого пара вносили 20 т/га навоза КРС. Почва – серая лесная слабооподзоленная тяжелосуглинистая, содержание гумуса 2,46 %, pH_{KCl} – 5,6, содержание подвижных форм фосфора и калия (по Кирсанову в модификации ЦИНАО, ГОСТ Р 54650-2011) – соответственно 115-118 мг/кг и 143-151 мг/кг. Учёт сорной растительности проводили в фазе колошения количественным методом.

Использование бобовых культур с заделкой зелёной массы на удобрение существенно снижало количество сорных растений в посевах пшеницы. Так, если в чистом пару с внесением 40 т/га навоза их общая численность в среднем за 2 года составляла 97 шт./м², то в вариантах с возделыванием гороха на сидерат – 71 шт./м². При этом достоверных различий по засорённости между вариантами, в которых выращивали бобовые культуры на сидерат, не обнаружено (табл. 1).

После бобовых культур на зерно поле оставалось более засорённым. Количество сорных растений в этих вариантах составляло 83-113 шт./м². При этом наименьшую численность сорняков отмечали после гороха – 83 шт./м² и смеси вика + овёс – 84 шт./м². После люпина на зерно количество сорных растений было наибольшим – 113 шт./м².

Меньшая засорённость посевов пшеницы в вариантах с сидеральными культурами, объясняется тем, что скашивание зелёной массы и заделка ее в почву происходила в период цветения, когда у многих видов сорных растений семена еще не созрели. Тогда как ко времени уборки бобовых культур на зерно семена сорняков уже осыпались и попали в почву.

Семена сорных растений могут сохраняться в почве в течение многих лет. Избавиться от сегетальной флоры за один год, даже в чистом пару, к сожалению, не удаётся [7]. В нашем опыте потенциальная засорённость почвы также оставалась довольно высокой (табл. 2).

2. Потенциальная засорённость почвы перед посевом озимой пшеницы в зависимости от предшественника (2016-2017 гг.), млн шт./га

Предшественник	Слой почвы, см		Всего
	0-10	10-20	
Чистый пар (контроль)	18,47	24,61	43,08
Горох на зерно	13,63	15,48	29,11
Горох на сидерат	11,81	12,44	24,25
Люпин на зерно	15,86	18,23	34,09
Люпин на сидерат	10,98	12,59	23,57
Вика+овёс на зерно	15,33	16,92	32,25
Вика+овёс на сидерат	11,91	12,67	24,58
$НСР_{05}$	1,72	1,33	1,86

В слое почвы 0-10 см количество семян сорных растений в вариантах с заделкой предшественника на сидерат составило 10,98-11,91 млн шт./га, 10-20 см – 12,44-12,67 млн шт./га. Общее количество семян в пахотном слое колебалось от 23,57 до 24,58 млн шт./га. Достоверных различий между культурами не выявлено. Это объясняется тем, что заделка зелёной массы в почву происходила в одно время.

При выращивании бобовых на зерно количество семян сорных растений в почве было больше и варьировало в зависимости от культуры от 29,11 до 34,09 млн шт./га. При этом наименьшую величину этого показателя, как в слое почвы 0-10 см (13,63 млн шт./га), так и в слое 10-20 см (15,48 млн шт./га), отмечали после гороха, а максимальную в опыте после люпина – 15,86 и 18,23 млн. шт./га соответственно.

Несмотря на проведение мероприятий по уничтожению сорной растительности в паровом поле, которые позволили снизить количество вегетирующих сегетальных растений, в этом варианте потенциальная засорённость почвы перед посевом пшеницы была наибольшей. Количество семян сорных растений составило 43,08 млн шт./га, что превышало их численность в остальных вариантах, на 26,4-82,7 %. Такая ситуация связана с тем, что использование полуперепревшего навоза, который вносили в паровом поле, без очистки от семян сорняков приводит к увеличению потенциальной засоренности почвы.

В целом больше всего семян сорных растений было сосредоточено в слое почвы 10-20 см независимо от варианта. Их численность превышала величину этого показателя в верхнем слое 0-10 см, на 10,5-33,5 %. Это можно объяснить тем, что во всех вариантах проводили вспашку с оборотом пласта, а непосредственно перед посевом пшеницы культивацию. В результате проросшие семена в верхней части почвы были уничтожены, что повлияло на снижение их численности.

Таким образом, выращивание бобовых культур с заделкой зелёной массы на сидерат в наибольшей степени снижает численность сорных растений в посевах озимой пшеницы независимо от вида растений.

Возделывание бобовых на зерно повышает численность сорняков в пшеничном агроценозе. Наибольшая величина этого показателя отмечена после люпина 113 шт./м², наименьшая после гороха – 83 шт./м².

Самая высокая потенциальная засорённость почвы перед посевом пшеницы установлена после чистого пара – 43,08 млн шт./га, что превышало численность семян сорных растений после бобовых культур на 24,4-82,7 %.

Литература.

1. Кирюшин В. И. Минимализация обработки почвы: перспективы и противоречия // Земледелие. 2006. № 5. С. 12–14.

2. Зотиков В. И., Задорин А. Д. Повышение продуктивности и устойчивости агроэкосистем. Орёл: Изд-во « Картуш», 2007. 197 с.

3. Баздырев Г. И. Агроэкологические основы интегрированной защиты полевых культур от сорных растений на равнинных и склоновых землях // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2002. № 2. С. 50.

4. Лошаков В. Г. Промежуточные культуры в севооборотах Нечернозёмной зоны. М.: Колос, 1980. 79 с.

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

6. Передериева В. М., Власова О. И., Шутко А. П. Экологическая и фитосанитарная роль севооборота в современном земледелии // Экология и устойчивое развитие сельской местности: сб. материалов международной конференции. Ставрополь: изд-во «Параграф», 2012. С. 96–98.

7. Система защиты растений в ресурсосберегающих технологиях / под общей редакцией В. В. Немченко. Куртамыш: Куртамышская типография, 2011. 525 с.

Influence of Legume Forecrops on the Infestation of Winter Wheat Crops

A. G. Gurin[1], I. M. Chadaev[2]
[1]Orel State Agrarian University , ul. Generala Rodina, 69, Orel, 302019, Russian Federation
[2]Experimental production farm "Orlovskoe", pos. Dobryi, Orlovskii r-n, Orlovskaya obl., 302522, Russian Federation

Abstract. *In the experiment it was determined the infestation of winter wheat crops after the following forecrops: bare fallow, pea for grain, pea for green manure, lupine for grain, lupine for green manure, vetch with oat for grain, vetch with oat for green manure. The least infestation of winter wheat crops was after legumes, cultivated for green manure, – 83–113 pcs/m2. The least number of weed plants in wheat crops was after pea and the mixture of vetch with oat; and the greatest number of them was after lupine, which was associated with the longer vegetation period of this culture. The number of weed plants after bare fallow was at the same level as after legumes, grown for grain. The potential infestation of the soil before the sowing of winter wheat depended also on the type of the forecrop. The minimum number of weed seeds was after legumes for green manure, 23.57–24.58 million pcs/m2. At the same time, there were no significant differences between these options. The potential soil infestation after legumes grown for grain was more, 29.11–34.09 million pcs/m2. The least number of seeds was after pea, and the most one was after lupine. The maximum number of weed seeds, 43.08 million pcs/m2, was after bare fallow. The greatest number of weed seeds was in the soil layer of 10–20 cm. In the upper layer of 0–10 cm, the value of this parameter was less by 10.05–33.5% due to pre-sowing tillage after the forecrops.*

Keywords: *winter wheat; forecrop; green manure crop; legumes; bare fallow.*

Author Details: *A. G. Gurin, D. Sc. (Agr.), head of department (e-mail: gurin10159@yanex.ru); I. M. Chadaev, agronomist.*

For citation: *Gurin A. G., Chadaev I. M. Influence of Legume Forecrops on the Infestation of Winter Wheat Crops. Zemledelie. 2018. No. 4. Pp. 22-24 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10406.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10407
УДК 635.658:631.816

Перспектива применения листовых подкормок при выращивании чечевицы

З. И. ГЛАЗОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: office@vniizbk.orel.ru)
Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур, ул. Молодёжная, 10, к. 1, пос. Стрелецкий, Орловский р-н, Орловская обл., 302502, Российская Федерация

Полевые опыты проводили в шестипольном севообороте Всероссийского научно-исследовательского института зернобобовых и крупяных культур в Орловской области в 2016-2017 гг. на серой лесной среднесуглинистой среднеокультуренной почве. Изучали влияние листовых подкормок комплексными органоминеральными удобрениями на урожайность чечевицы сорта Восточная. Схема опыта включала следующие варианты: без удобрений (контроль); внесение сложных удобрений в рядки ($N_{19}P_{19}K_{19}$); листовая подкормка в период всходы – бутонизация (Полидон БИО – 1,0 л/га); подкормка в период цветение – образование бобов (Полидон N – 2,5 л/га + Полидон РК – 2,5 л/га); подкормка в период всходы – бутонизация (Полидон БИО – 1,0 л/га) + подкормка в период цветение – образование бобов (Полидон N – 2,5 л/га + Полидон РК – 2,5 л/га). Площадь делянок – 13,0 м², повторность – пятикратная, расположение делянок – рендомизированное. Семена чечевицы за пять дней до посева обрабатывали рабочим раствором, состоящим из стимулятора роста (Альфастим – 80 мл/т) и фунгицида (Фундазол – 2,0 кг/т). Посев проводили сеялкой СКС-6-10 рядовым способом (15 см). Норма высева – 2,0 млн всхожих семян/га. Применение органоминеральных удобрений Полидон БИО, Полидон N и Полидон РК для листовых подкормок чечевицы обеспечивало прибавку урожая зерна на 0,20-0,36 т/га, что равнозначно внесению сложных удобрений в дозе $N_{19}P_{19}K_{19}$ в рядки (0,21 т/га). Для устранения дефицита элементов питания и повышения урожайности целесообразно использовать органоминеральные удобрения для подкормки вегетирующих растений чечевицы. Доля влияния их на урожайность культуры составляет от 10 до 18 %, в зависимости от погодных условий.

Ключевые слова: *чечевица (Lens culinaris Medik), подкормка, Полидон, органоминеральные, удобрения, урожайность.*

Для цитирования: *Глазова З. И. Перспектива применения листовых подкормок при выращивании чечевицы // Земледелие. 2018. № 4. С. 24-26. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10407.*

Чечевица – одна из наиболее ценных продовольственных зернобобовых культур. В ее семенах содержится до 32 % белка, до 2 % жира и до 62 % безазотистых соединений. По кулинарным и потребительским достоинствам она высоко ценится на мировом рынке [1].

Россия была основным производителем и поставщиком чечевицы за рубеж, на ее долю приходилось 85 % мирового экспорта [2]. Однако в последние годы посевные площади, занятые этой культурой в стране сокращаются: с 27,4 тыс. га в 2014 г. до 15 тыс. га в 2017 г. В значительной степени это связано с недооценкой культуры и несовершенством ее агротехники. Разработанные наукой и практикой зональные и региональные технологии по мере накопления результатов исследований имеют тенденцию к совершенствованию и даже изменению отдельных приемов, имеющих адаптивную и ресурсосберегающую направленность.

Известно, что в системе агротехнических мероприятий по возделыванию чечевицы особенно большое значение имеет применение удобрений, поскольку при недостатке элементов минерального питания она формирует низкий урожай [3]. Традиционно, во всех зонах выращивания чечевицы, фосфорно-калийные удобрения вносят осенью под вспашку, азотные – весной, сложные – в рядки при посеве [1]. Однако в неблагоприятных условиях окружающей среды, когда поступление элементов питания через корневую систему затруднено, для минимизации негативного воздействия целесообразно применение некорневых подкормок [4]. Они быстро и эффективно устраняют дефицит питательных веществ, что позволяет сократить потери урожая.

В последние годы, как в России, так и за рубежом, налажено производство большого ассортимента комплексных органоминеральных биоактивированных макро- и ми-

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

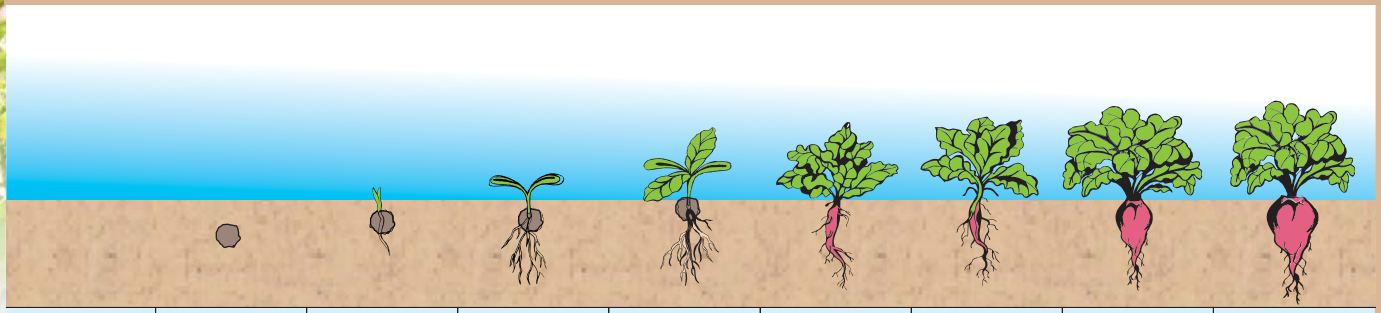
В ЧЕМ СИЛА?

СЧИТАЙТЕ QR-КОД СМАРТФОНОМ

СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ
сельскохозяйственных культур

ПРОГРАММА ОПТИМИЗАЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ
САХАРНАЯ СВЕКЛА

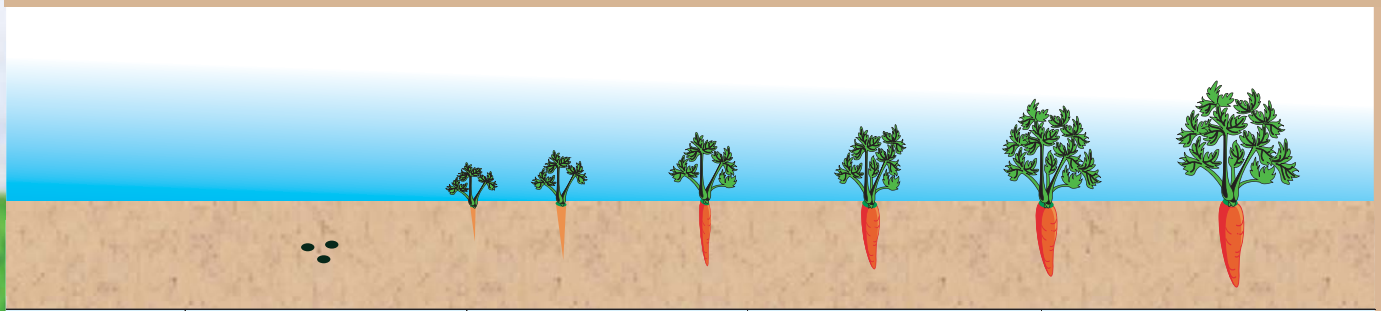
БУЙСКИЕ УДОБРЕНИЯ



	ПОСЕВ	СЕМЯДОЛИ	2 НАСТОЯЩИХ ЛИСТА	4 НАСТОЯЩИХ ЛИСТА	6 НАСТОЯЩИХ ЛИСТА	8 НАСТОЯЩИХ ЛИСТА	50% СМЫКАНИЯ РЯДКОВ	ЗА 20 ДНЕЙ ДО НАЧАЛА УБОРКИ
Обработка семян **Аквамикс СТ** 150 г/тн	При посеве **ОМУ „Свекловичное" марка 8** 100-300 кг/га		**Акварин №5 2-3 кг/га + Метаборат калия 0,1-0,5 кг/га**		**Акварин №5 2-3 кг/га + Метаборат калия 0,1-0,5 кг/га**		**Акварин №5 2-3 кг/га + Метаборат калия 0,1-0,5 кг/га**	

ПРОГРАММА ОПТИМИЗАЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ
МОРКОВЬ

БУЙСКИЕ УДОБРЕНИЯ



	ПОСЕВ	2-4 НАСТОЯЩИХ ЛИСТЬЕВ	АКТИВНЫЙ РОСТ ЛИСТЬЕВ	РОСТ КОРНЕПЛОДА
Обработка семян **Аквамикс СТ** 100 г/тн	При посеве **ОМУ „УНИВЕРСАЛ" марка 1** 100-300 кг/га	**Акварин № 13 2 кг/га**	**Акварин № 16 2 кг/га**	**Акварин № 16 2 кг/га**

МЕТАБОРАТ КАЛИЯ

Водорастворимое калийно-борное удобрение

Водорастворимое калийно-борное минеральное удобрение используется в системах капельного полива в открытом и защищенном грунте. Представляет собой мелкокристаллический порошок. который быстро и полностью растворяется в воде (в 3 раза быстрее буры и в 20 раз быстрее борной кислоты).

Формула	$2KBO_2*2,5H_2O$
Массовая доля калия в пересчете на K_2O, %	44,0
Массовая доля бора, B, %	10,1
Внешний вид	Кристаллический порошок белого цвета

Преимущества:

- высокое содержание калия;
- содержание водорастворимого бора;
- снимает дифицит бора в 1,5-2 раза более эффективно, чем другие борные удобрения;
- улучшает цветение и образование плодов;
- увеличивает урожайность и качество продукции.

БУЙСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД

www.bhz.ru

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

верхний свет

Серия **FMATRIX** | 100 / 150 / 195 / 300 Вт

верхний свет

Серия **OPTIMA** | 30 / 60 Вт

светильники межрядной досветки

Серия **F-SFERA** | 25 / 50 / 75 Вт

светильники стеллажной досветки

Серия **F-OFFICE** | 40 / 80 Вт

светильники для офисов и оранжерей

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

BIO ECOLED
USEFUL LIGHT

Урожайность чечевицы и элементы её структуры при использовании органоминеральных удобрений по вегетирующим растениям

Вариант	2016 г.					2017 г.					Среднее за 2016-2017 гг				
	урожайность, т/га	длина растения, см	масса, г			урожайность, т/га	длина растения, см	масса, г			урожайность, т/га	длинараст, см	масса, г		
			1 раст.	семян с 1 раст.	1000 семян			1 раст.	семян с 1 раст.	1000 семян			1 раст.	семян с 1 раст.	1000 семян
Контроль (без удобрений)	2,73	52	3,74	1,40	43,9	1,26	67	3,26	0,98	44,2	2,00	59	3,50	1,19	44,0
$N_{19}P_{19}K_{19}$ (в рядки)	2,80	55	4,12	1,62	45,2	1,61	73	3,60	1,05	45,5	2,21	64	3,86	1,33	45,3
Полидон БИО – 1,0 л/га – подкормка в период всходы бутонизация	2,80	52	3,97	1,40	44,8	1,61	67	3,32	1,02	44,7	2,20	62	3,64	1,21	44,8
Полидон N – 2,5 л/га + Полидон РК- 2,5 л/га подкормка в период цветение – образование бобов	2,77	56	3,90	1,44	45,3	1,71	68	3,65	1,04	45,3	2,24	63	3,53	1,28	45,3
Полидон БИО – 1,0 л/га – подкормка в период всходы бутонизация + Полидон N – 2,5 л/га + Полидон РК- 2,5 л/га подкормка в период цветение – образование бобов	2,81	56	4,96	1,48	46,2	1,90	70	3,86	1,05	45,0	2,36	62	4,41	1,26	45,6
$НСР_{05}$, т/га	0,08					0,12									

кроудобрений для некорневой подкормки сельскохозяйственных растений [5, 6, 7]. Они нашли широкое применение на зерновых культурах, горохе, сое и гречихе [8, 9].

Однако на чечевице аналогичные исследования не проводили, и информация об эффективности такого агроприема на этой культуре в научной литературе отсутствует.

В связи с изложенным, цель наших исследований – изучение влияния листовых подкормок органоминеральными удобрениями на урожайность чечевицы.

Исследования проводили в 2016-2017 гг. в шестипольном севообороте лаборатории агротехнологий и защиты растений ВНИИЗБК в Орловской области.

Почва – темно-серая лесная среднесуглинистая. Содержание гумуса 4,2-4,5 %; P_2O_2 и K_2O (по Кирсанову) – 13,2-17,2 и 5,9-9,4 мг/100 г почвы соответственно; $pH_{сол}$ – 4,9-5,3. Полевые опыты закладывали в пятикратной повторности, учетная площадь делянки – 13,0 м², расположение вариантов рендомизированное. Схема эксперимента включала следующие варианты: без удобрений (контроль); внесение сложных удобрений ($N_{19}P_{19}K_{19}$) в рядки; листовая подкормка в период всходы – бутонизация (Полидон БИО – 1,0 л/га); подкормка в период цветение – образование бобов (Полидон N – 2,5 л/га + Полидон РК 2,5 л/га); подкормка в период всходы – бутонизация (Полидон БИО – 1,0 л/га) + подкормка в период цветение – образование бобов (Полидон N – 2,5 л/га + Полидон РК – 2,5 л/га). Семена чечевицы сорта Восточная за пять дней до посева обрабатывали рабочим раствором, состоящим из стимулятора роста (Альфастим – 80 мл/т) и фунгицида (Фундазол – 2,0 кг/т).

Для борьбы с вредителями в фазе бутонизации применяли инсектицид Кинфос (0,5 л/га). Уборку проводили прямым комбайнированием при созревании 80 % бобов, урожай учитывали поделяночно, полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа.

Метеоусловия для посева чечевицы в годы исследований складывались благоприятно: температура почвы на глубине 0-10 см в день посева (3.05.2016 г. и 30.04.2017 г.) составила 16,8 °С и 13,2 °С соответственно. Всходы появились 10.05. Полевая всхожесть составила (в среднем за два года) 84-86 %.

Вегетационный период у чечевицы в 2016 г. проходил при благоприятном температурном режиме, но с повышенным количеством осадков (на 22,5 %). Запас продуктивной влаги в слое почвы 0-10 см варьировал от 39 до 59 мм, то есть был хорошим.

В 2017 г. период всходы – бутонизация (10.05.-16.06.) отличался пониженным температурным режимом (от 0,6 до 4,7 °С к средней многолетней) при хорошей влагообеспеченности (30-42 мм продуктивной влаги в слое почвы 0-10 см). Однако в период цветение – созревание (25.06.-8.08.) отмечали крайне неравномерное выпадение осадков (2.07. – 13,9 мм; 13.07. – 27,1 мм; 28.07. – 53,6; 5.08. – 26,2 мм) в виде ливней, что привело к раннему полеганию растений, которое на 7.07. составила 3,5 балла, а к уборке на 7.08. – 4,3 балла. Это привело к ухудшению налива бобов, значительному их загниванию, усложнению условий уборки, увеличению потерь семян и, как следствие, недобору урожая.

В погодных условиях, сложившихся в 2016 г., сформировался довольно высокий урожай семян чечевицы от 2,73 до 2,81 т/га (см. табл.). Анализ влияния изучаемых удобрений и сроков их применения показал, что как при внесении сложных удобрений в рядки ($N_{19}P_{19}K_{19}$), так и при листовых подкормках органоминеральными удобрениями (Полидон БИО, Полидон N и Полидон РК) в разные фазы развития растений имеет место тенденция к повышению величины этого показателя на 0,07-0,08 т/га (см. табл.). Доля вкладка листовых подкормок и сложных удобрений, внесённых в рядки, в формирование урожайности чечевицы была практически одинаковой.

Сбор семян чечевицы в 2017 г. был в 1,5-2,3 раза меньше, чем в 2016 г., и колебался в пределах от 1,26 до 1,90 т/га. Применение листовых подкормок, так же, как и в 2016 г., обеспечило прибавку на уровне 0,38-0,64 т/га и было равнозначно внесению в рядки $N_{19}P_{19}K_{19}$ (0,38 т/га). В среднем за два года наиболее эффективным оказалось проведение двух листовых подкормок в период всходы – бутонизация и цветение – образование бобов. Прибавка урожая семян в этом варианте составила 0,36 т/га, при однократных подкормках, равно как и при внесении удобрений в рядки, она была меньше – от 0,21 до 0,24 т/га.

Анализ влияния некорневых подкормок органоминеральными удобрениями на основные признаки, характеризующие формирование урожайности чечевицы, показал, что опрыскивание вегетирующих растений оказывало стимулирующее воздействие на продуктивность индивидуального растения. Так, длина растений (в среднем за два года) увеличивалась на 3-4 см; озернённость – на 7-14 %; масса 1000 семян – на 0,8-1,6 г (см. табл.). При этом имела место сильная зависимость некоторых показателей от метеоусловий. Например, в 2017 г. из-за очень раннего (28.07.) полегания агроценоза масса семян с растений уменьшилась на 0,44-0,57 г/раст., или на 48-57 %, по сравнению с 2016 г.

Таким образом, в результате проведённых исследований выявлено, что использование органоминеральных удобрений Полидон БИО, Полидон N и Полидон РК для листовых подкормок чечевицы обеспечивает прибавку урожая на 0,21-0,36 т/га, что практически равнозначно эффективности внесения сложных удобрений ($N_{19}P_{19}K_{19}$) в рядки (0,21 т/га). Следовательно, этот прием возможно и целесообразно использовать для устранения дефицита элементов питания и повышения урожайности.

В то же время следует отметить, что доля влияния погодных условий вегетационного периода на уровень урожайности чечевицы составляет до 58 %, а значимость листовых подкормок на фоне внешних условий не превышает 10-18 %.

Литература.

1. Инновационный опыт производства чечевицы. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. 44 с.

2. Жученко А. А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. М.: ООО «Издательство Агрорус», 2004. 1109 с.

3. Голопятов М. Т. продуктивность и технологичность сортов чечевицы нового поколения // Селекция и семеноводство. 2005. № 4. С. 33–35.

4. Лапа В. В., Босяк В. Н. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности. Минск, 2002. 183 с.

5. Специальные удобрения. М.: «Агропром МДТ», 2012. 34 с.

6. Каталог биопрепаратов и биоактивированных удобрений. Уфа: «БашИнком», 2016. 29 с.

7. Адаптивные технологии листовых подкормок. М.: ООО «Полидон Агро», 2012. 30 с.

8. Телекало Н. В. Влияние инокуляции и некорневых подкормок на урожайность сортов гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. 2014. № 1 (9). С. 16–22.

9. Трач И. В. Влияние некорневых подкормок на урожайность сортов сои в условиях западной лесостепи Украины // Зернобобовые и крупяные культуры. 2014. № 2 (10). С. 39–44.

Prospects of Foliar Applications at Lentil Growing

Z. I. Glazova
All-Russian Research Institute of Legumes and Groat Crops, ul. Molodezhnaya, 10, k. 1, pos. Streletskii, Orlovskii r-n, Orlovskaya obl., 302502, Russian Federation

Abstract. *Field experiments were carried out in a six-field crop rotation of the All-Russian Research Institute of Legumes and Groat Crops in Orel region in 2016–2017 on grey forest medium-loamy medium-cultivated soil. The influence of foliar applications with complex organic and mineral fertilizers on the yield of lentil 'Vostochnaya' was studied. The design of the experiment included the following options: without fertilizers (control); row application of complex fertilizers (N19P19K19); foliar application during the shoot-budding phase (Polydon BIO, 1.0 L/ha); additional fertilizing in the period "flowering – the formation of beans" (Polydon N, 2.5 L/ha + Polydon RK, 2.5 L/ha); fertilizing in the period of shoots and budding (Polydon BIO, 1.0 L/ha) + fertilizing in the period "flowering – the formation of beans" (Polydon N, 2.5 L/ha + Polydon RK, 2.5 L/ha). The area of plots was 13.0 m2; replication was fivefold; the distribution of the plots was randomized. Lentil seeds were treated with a working solution consisting of a growth stimulant (Alfastim, 80 mL/t) and a fungicide (Fundazol, 2.0 kg/t) five days before sowing. The sowing was carried out by seeder SKS-6-10 in a row way (15 cm). The seeding rate was 2.0 million of germinating seeds per hectare. The use of organic and mineral fertilizers Polydon BIO, Polydon N and Polydon RK for foliar application provides an increase in the grain yield by 0.20–0.36 t/ha, which is equivalent to the application of complex fertilizers N19P19K19 in rows (0.21 t/ha). To eliminate the shortage of nutrients and to increase the yield, it is expedient to use organic and mineral fertilizers for extra nutrition of vegetating plants of lentils. The share of their influence on the level of lentil yield is from 10 to 18%, depending on the weather conditions.*

Keywords: *lentil (Lens culinaris Medik); additional fertilizing; Polydon; organic and mineral fertilizers; yield.*

Author Details: *Z. I. Glazova, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow (e-mail: office@vniizbk.orel.ru).*

For citation: *Glazova Z. I. Prospects of Foliar Applications at Lentil Growing. Zemledelie. 2018. No. 4. Pp. 24-26 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10407.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10408
УДК 635.656:631.53

Влияние совместного применения препаратов на растениях гороха

А. И. ЕРОХИН[1], кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: office@vniizbk.orel.ru)
Н. Е. ПАВЛОВСКАЯ[2], доктор биологических наук, зав. кафедрой (e-mail: ninel.pavlovskaja@yandex.ru)
[1]Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур, ул. Молодёжная, 10, к. 1, пос. Стрелецкий, Орловский р-н, Орловская обл., 302502, Российская Федерация
[2]Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина, ул. Генерала Родина, 69, Орел, Орловская область, 302019, Российская Федерация

Совместное применение препаратов для обработки растений по вегетации позволяет улучшить количественные и качественные показатели урожайности культуры. Полевые опыты были заложены на тёмно-серых лесных среднесуглинистых почвах, с мощностью гумусового горизонта 25-30 см. Размер делянок – 10 м², повторность шестикратная, размещение делянок рендомизированное. Норма высева–1,2 млн всхожих семян на 1 га. В полевых условиях обработку вегетирующих растений гороха сортов Фараон и Софья проводили экспериментальным препаратом в концентрации 10^{-4}% самостоятельно, а также совместно с ФлорГуматом универсальным (500 мл/га) и плёнкообразователем Эпок (1%-ный раствор) в фазе бутонизации – начала цветения. В период вегетации растений с контрольных и опытных делянок отбирали образцы для оценки продуктивности по накоплению зелёной и сухой массы, перед уборкой – для структурного анализа. Уборку проводили прямым комбайнированием. Обработка вегетирующих растений экспериментальным препаратом (10^{-4} %) в чистом виде и совместно с ФлорГуматом универсальным увеличивала зелёную массу гороха сорта Фараон, по сравнению с контролем, на 29,1-38,5 %, сухую – на 11,1-20,0 %, сорта Софья – на 19,5-27,0 % и 13,5-23,1 % соответственно. Лучшие результаты в опыте обеспечило совместное приме-

нение экспериментального препарата и ФлорГумата универсального с добавлением полимера Эпок. Зелёная масса растений гороха Фараон превышала контроль на 39,4 %,сухая – 35,6 %, гороха Софья – на 30,3 и 36,5 % соответственно. При совместной обработке растений экспериментальным препаратом (10^{-4} %) и ФлорГуматом универсальным прибавка урожайности гороха Фараон к контролю (в среднем за 2011-2013 гг.) составила 0,21 т/га, или 10,6 %, гороха Софья – 0,20 т/га, или 10,3 %. Максимальная в опыте величина этого показателя отмечена в варианте с сочетанием всех изучаемых препаратов. Превышение над контролем у гороха сорта Фараон составило (в среднем за 3 года) – 0,26 т/га (13,1 %), у сорта Софья – 0,24 т/га (12,3 %). Отмечено увеличение количества бобов на растении гороха Фараон по вариантам опыта к контролю на 7,1-10,7 %, гороха Софья – на 9,1-14,5 %, количества семян гороха Фараон на 7,5-9,8 %, массы семян – на 6,8-7,8 %, гороха Софья – на 2,9-7,8 % и 4,1-11,3 % соответственно. Масса 1000 семян гороха Фараон превышала контроль в вариантах опыта на 0,8-2,0 %, гороха Софья – на 1,1-3,2 %.

Ключевые слова: *препарат на основе лектинов зернобобовых культур, ФлорГумат универсальный, полимер Эпок, горох, обработка, урожайность.*

Для цитирования: *Ерохин А. И., Павловская Н. Е. Влияние совместного применения препаратов на растениях гороха // Земледелие. 2018. № 4. С. 26-28. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10408.*

В последние годы для предпосевной обработки семян и опрыскивания растений рекомендовано большое количество различных препаратов, которые оказывают влияние на растительный организм при низких концентрациях рабочего раствора. Многие из них обладают широким спектром антистрессового действия, повышают устойчивость растений не только к болезням и вредителям, но и к неблагоприятным фактором внешней среды [1, 2]. Один из компонентов сигнальной системы растений, отвечающей за иммунитет – это лектины [3, 4]. На основе лектинов зернобобовых культур авторами создано средство для обработки семян перед посевом с фунгитоксической активностью против *Fusarium oxysporum* – в дальнейшем экспериментальный препарат [5]. Использование его в концентрации 10^{-4} % повышает иммунные свойства растений, положительно влияет на рост и развитие проростков, увеличивает урожайность гороха. На сегодняшний день разработаны гуминовые препараты позволяющие увеличивать устойчивость растений к условиям экологического стресса [6]. В опыте мы изучали влияние обработки вегетирующих растений гороха экспериментальным препаратом на основе лектинов зернобобовых культур в концентрации 10^{-4} % отдельно и совместно с ФлорГуматом универсальным и полимером Эпок с целью увеличения урожайности и улучшения качества выращенной продукции.

Исследования проводили на двух сортах гороха посевного Фараон и Софья. Полевые опыты были заложены на тёмно-серой лесной среднесуглинистой почве, с мощностью гумусового горизонта 25-30 см. Содержание гумуса в почве – 4,3-4,6 %, подвижного фосфора и калия (по Кирсанову) – соответственно 10-18 и 10-15 мг/100 г почвы, pH солевой вытяжки – 5,1-5,3 %. Размер делянок 10 м^2, размещение рендомизированное, повторность шестикратная. Норма высева 1,2 млн всхожих семян на 1 га.

В полевых условиях растения гороха обрабатывали экспериментальным препаратом в концентрации 10^{-4} % отдельно и совместно с гуминовым препаратом ФлорГуматом универсальным (500 мл/га) с добавлением полимера Эпок (1 %-ный раствор) и без него. Объём воды для приготовления рабочих растворов при опрыскивании растений составлял 250-300 л/га. Контрольный вариант – необработанные растения.

Обработку растений проводили в период бутонизации – начала цветения. Во время вегетации растений отбирали образцы для определения продуктивности по накоплению зелёной и сухой массы, перед уборкой – для структурного анализа. Уборку гороха проводили прямым комбайнированием. Урожайные данные приведены к стандартной влажности и 100 %-ной чистоте. Результаты опытов по урожайности обработаны математически – методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [7].

Самая высокая урожайность вегетативной массы гороха отмечена при обработке растений экспериментальным препаратом (10^{-4} %) совместно с ФлорГуматом универсальным и полимером Эпок. В этом варианте у гороха Фараон зеленая масса превышала контроль на 67,1 г, или 39,4 %, сухая масса – на 61,0 г (35,6 %), у гороха Софья – на 56,0 г, или 30,3 % и 71,0 г, или 36,5 % соответственно (табл. 1).

Применение препаратов без плёнкообразующего раствора повышало урожайность зелёной массы гороха Фараон к контролю на 65,6 г (38,5 %), гороха Софья – на 50,0 г (27,0 %), сухой массы растений – соответственно на 54,0 г (20,0 %) и 64,0 г (23,1 %). Использование только экспериментального препарата (10^{-4} %) оказало меньшее влияние на формирование зелёной и сухой массы растений гороха.

Обработка растений в период бутонизации – начала цветения экспериментальным препаратом (10^{-4} %) повышала сбор семян гороха Фараон, по сравнению с контрольным вариантом, на 0,17 т/га (8,6 %,) гороха Софья на 0,16 т/га (8,2 %). При

1. Влияние внекорневой обработки растений совместным применением препаратов на урожайность гороха (2011-2013 гг.)

Вариант	Зелёная масса		Сухая масса		Урожайность	
	всего, г/раст.	к контролю,%	всего, г/раст.	к контролю, %	всего, т/га	к контролю, %
Горох Фараон						
Без обработки (контроль)	170,4	–	45,0	–	1,98	–
Экспериментальный препарат (10^{-4} %)	220,0	29,1	50,0	11,1	2,15	8,6
Экспериментальный препарат (10^{-4} %) + ФлорГумат универсальный (500 мл/га)	236,0	38,5	54,0	20,0	2,19	10,6
Экспериментальный препарат (10^{-4} %) + ФлорГумат универсальный (500 мл/га) + Эпок (1 %-ный раствор)	237,5	39,4	61,0	35,6	2,24	13,1
$НСР_{05}$	18,5		4,7		0,17	–
Горох Софья						
Без обработки (контроль)	185,0	–	52,0	–	1,95	–
Экспериментальный препарат (10^{-4} %)	221,0	19,5	59,0	13,5	2,11	8,2
Экспериментальный препарат (10^{-4} %) + ФлорГумат универсальный (500 мл/га)	235,0	27,0	64,0	23,1	2,15	10,3
Экспериментальный препарат (10^{-4} %) + ФлорГумат универсальный (500 мл/га) + Эпок (1 %-ный раствор)	241,0	30,3	71,0	36,5	2,19	12,3
$НСР_{05}$	17,6		5,3		0,15	–

2. Влияние внекорневого применения препаратов на элементы продуктивности растений гороха (2011-2013 гг.)

Вариант	Количество, шт.		Масса, г	
	бобов с растения	семян с растения	семян с растения	1000 семян
Горох Фараон				
Без обработки (контроль)	5,6	21,4	4,10	193,6
Экспериментальный препарат (10^{-4} %)	6,0	23,0	4,38	195,2
Экспериментальный препарат (10^{-4} %) + ФлорГумат универсальный (500 мл/га)	6,2	23,1	4,39	196,7
Экспериментальный препарат (10^{-4} %) + ФлорГумат универсальный (500 мл/га) + Эпок (1%-ный раствор)	6,2	23,5	4,42	197,4
Горох Софья				
Без обработки (контроль)	5,5	20,5	3,64	177,6
Экспериментальный препарат (10^{-4} %)	6,0	21,1	3,79	179,6
Экспериментальный препарат (10^{-4} %) + ФлорГумат универсальный (500 мл/га)	6,0	21,3	3,84	180,3
Экспериментальный препарат (10^{-4} %) + ФлорГумат универсальный (500 мл/га) + Эпок (1%-ный раствор)	6,3	22,1	4,05	183,3

совместном опрыскивании посевов экспериментальным препаратом (10^{-4} %) и ФлорГуматом универсальным, прибавка урожайности гороха Фараон к контролю (в среднем за 2011-2013 гг.) составила 0,21 т/га, или 10,6 %, гороха Софья – 0,20 т/га, или 10,3 %.

Максимальный в опыте урожай гороха отмечен при обработке растений экспериментальным препаратом (10^{-4} %) совместно с ФлорГуматом универсальным и полимером Эпок (1 %-ный раствор). Превышение урожайности над контролем у сорта Фараон в этом варианте составило в среднем за 3 года – 0,26 т/га (13,1 %) у сорта Софья – 0,24 т/га (12,3 %).

Совместное применение препаратов положительно влияло на элементы продуктивности растений гороха. Количество бобов (в среднем с одного растения) при их использовании было больше, чем в контроле, у гороха Фараон на 7,1-10,7 %, у гороха Софья – на 9,1-14,5 %, семян в бобах – соответственно на 7,8 -9,8 %. Масса семян с растения у гороха Фараон превышала контроль на 6,8-7,8 %, у гороха Софья – на 4,1-11,3 %, масса 1000 семян – на 0,8-2,0 % и 1,1-3,2 % соответственно (табл. 2).

Таким образом, наилучшее влияние на горох сортов Фараон и Софья оказывает совместное применение экспериментального препарата (10^{-4} %) с ФлорГуматом универсальным и полимером Эпок (1 %). Их использование в период бутонизации – начала цветения увеличивает зелёную массу растений на 39,4 % и 30,3 % соответственно, сухую – на 35,6 % и 36,5 %. При этом прибавка урожая семян гороха Фараон (в среднем за 2011-2013 гг.) к контролю составляет 0,26 т/га, или 13,1 %, гороха Софья – 0,24 т/га, или 12,3 %. Рост урожайности обусловлен увеличением показателей продуктивности растений гороха.

Литература.

1. Зотиков В. И., Павловская Н. Е., Ерохин А. И. Семеноведение – основа эффективного растениеводства: проблемная лекция. Орел: Изд. ГНУ ВНИИЗБК, 2012. 60 с.

2. Ерохин А. И. Влияние совместного применения препаратов Биостима Масличного, фунгицида Титул Дуо, ККР и инсектицида Кинфос, КЭ на урожайность гороха при внекорневой обработке растений // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 1 (25). С. 32–36.

3. Сытников Д. М., Коць С. Я. Участие лектинов в физиологических процессах растений // Физиология и биохимия культурных растений. 2009. Т. 41. № 4. С. 279–296.

4. Ерохин А. И., Павловская Н. Е. Снижение дозы фунгицида при предпосевной обработке семян гороха // Земледелие. 2013. № 5. С. 47–48.

5. Средство для предпосевной обработки семян гороха / Н. Е. Павловская, И. Н. Гагарина, В. В. Роговин и др. // Патент РФ № 2372763 от 20.11.2009. Бюл. № 33.

6. Ерохин А. И., Зотиков В. И. Улучшение посевных качеств семян и повышение продуктивности сельскохозяйственных культур на основе применения гуминовых препаратов и защитно-стимулирующих составов: рекомендации. Орёл: Изд. ФГБНУ ВНИИЗБК, 2015. 48 с.

7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1968. С. 213–303.

Influence of Joint Application of Preparations on Pea Plants

A. I. Erokhin[1], N. E. Pavlovskaya[2]

[1]All-Russian Research Institute of Legumes and Groat Crops, ul. Molodezhnaya, 10, k. 1, pos. Streletskii, Orlovskii r-n, Orlovskaya obl., 302502, Russian Federation

[2]N. V. Parakhin Orel State Agrarian University, ul. Generala Rodina, 69, Orel, 302019, Russian Federation

Abstract. *The joint application of preparations for plant treatment during vegetation makes it possible to improve quantitative and qualitative parameters of the yield of the crop. Field experiments were laid out on dark grey forest medium loamy soils with the thickness of the humus horizon of 25–30 cm. The area of a test plot was 10m2, the replication was six-fold, the distribution of plots was randomized. The seeding rate was 1.2 million of germinating seeds per 1 hectare. Under field conditions vegetating pea plants of Faraon and Sofia varieties were treated by an experimental preparation in the concentration of 10E-4% separately and in a combination with FlorGumat universal (500 mL/ha) and Epok filming agent (1% solution) in the phase of budding and the beginning of flowering. During plant vegetation, samples were collected from control and experimental plots in order to assess productivity in the accumulation of green and dry mass. Samples were also collected before harvesting for a structural analysis. Harvesting was performed by direct combining. The treatment of vegetating plants of Faraon variety by the experimental preparation (10E-4%) separately and in combination with FlorGumat universal increased the weight of green mass by 29.1–38.5%, in comparison with the control, of green mass – by 11.1–20.0%. For Sofia variety, the gain was 19.5–27.0 and 13.5–23.1%, respectively. The best results were provided with the joint application of the experimental preparation with FlorGumat universal and Epok polymer. The green mass of pea plants of Faraon variety exceeded the control by 39.4%, the dry mass – by 35.6%; of Sofia variety – by 30.3 and 36.5%, respectively. At the joint treatment of plants with the experimental preparation (10E-4%) and FlorGumat universal the increase in the yield of pea 'Faraon' in comparison to the control was 0.21 t/ha, or 10.6%, on average over 2011–2013. For pea 'Sofia' the gain was 0.20 t/ha, or 10.3%. The maximal value of this parameter was in the variant with the combination of all studied preparations. The increase over the control for pea 'Faraon' was 0.26 t/ha (13.1%) on average over three years, for pea 'Sofia' – 0.24 t/ha (12.3%). For pea 'Faraon' it was noted an increase in the number of beans per plant by 7.1–10.7%, the number of seeds – by 7.5–9.8%, the weight of seeds – by 6.8–7.8% in comparison with the control. For pea 'Sofia' these values were 9.1–14.5%, 2.9–7.8% and 4.1–11.3%, respectively. The weight of 1000 seeds of pea 'Faraon' exceeded the control in the variants of the experiment by 0.8–2.0%, of pea 'Sofia' – by 1.1–3.2%.*

Keywords: *preparation on the basis of legume lectin; FlorGumat universal; Epok polymer; pea; treatment; yield.*

Author Details: *A. I. Erokhin, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow (e-mail: office@vniizbk.orel.ru); N. E. Pavlovskaya, D. Sc. (Biol.), head of department (e-mail: ninel.pavlovskaja@yandex.ru).*

For citation: *Erokhin A. I., Pavlovskaya N. E. Influence of Joint Application of Preparations on Pea Plants. Zemledelie. 2018. No. 4. Pp. 26-28 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10408.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10409
УДК 577.355.2:577.151

Содержание фотосинтетических пигментов и активность ферментов окислительного стресса у диких образцов гороха

С. В. БОБКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией (e-mail: svbobkov@gmail.com)
И.А. БЫЧКОВ, младший научный сотрудник
Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур, ул. Молодёжная, 10, к. 1, пос. Стрелецкий, Орловский р-н., Орловская обл., 302502, Российская Федерация

Изучали содержание хлорофиллов и каротиноидов, активность пероксидазы и каталазы у образцов диких подвидов гороха к-5322 (asiaticum), к-3370 (elatius), к-4014 (elatius), а также сортов гороха Темп (листочковый) и Стабил (безлисточковый). Содержание хлорофиллов a и b, а также каротиноидов измеряли в листьях (усах) и прилистниках, взятых с 1-го и 2-го продуктивных узлов в фазах бутонизации, начала и завершения налива. Активность пероксидазы и каталазы определяли в листьях, прилистниках, оболочках семени, семядолях, взятых с растений в начале и конце периода налива семян. У сортов гороха максимальное содержание хлорофилла a отмечали в фазе бутонизации, к началу периода налива семян оно существенно снижалось. У диких образцов к-5322 и к-3370 уровень хлорофилла a оставался высоким более продолжительное время и в отличие от культурного гороха существенно уменьшался только к завершению периода налива семян. Изменение содержания каротиноидов у исследуемых образцов и сортов гороха в процессе вегетации совпадало с динамикой уровня хлорофилла a. Дикие образцы и сорта гороха не различались по активности каталазы. Активность пероксидазы в листьях и прилистниках растений диких образцов гороха была на порядок выше, чем в семенных оболочках и семядолях, у сортов фотосинтезирующие и запасающие органы по величине этого показателя не различались. У диких образцов гороха наблюдали увеличение активности пероксидазы в листочках и прилистниках к завершению периода налива семян, у сортов она, напротив, снижалась. Дикие образцы гороха к-3370 и к-5322 характеризовались высоким содержанием белка, высоким уровнем хлорофиллов и каротиноидов, высокой активностью пероксидазы как в фазе бутонизации, так и на более поздних этапах налива семян. Образец дикого подвида к-3370 отличался самым высоким содержанием каротиноидов (1,5 мг/г сухого вещества).

Ключевые слова: *горох, белок, дикие образцы, P. sativum, sativum, elatius, asiaticum, хлорофилл, каротиноиды, окислительный стресс, каталаза, пероксидаза.*

Для цитирования: *Бобков С. В., Бычков И. А. Содержание фотосинтетических пигментов и активность ферментов окислительного стресса у диких образцов гороха // Земледелие. 2018. № 4. С. 29-33. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10409.*

Горох – важная сельскохозяйственная культура умеренного климата. В 2016 г. в России его выращивали на площади 1,04 млн га и произвели 2,2 млн т семян (FAOSTAT, 2018) [1]. Средняя урожайность составила 2,1 т/га. Содержание питательных веществ в семенах гороха подвержено сильному варьированию [2], в их состав входит 18,6-54,1 % крахмала, 15,5-32,1 % белка, 5,9-12,7 % клетчатки, 1,3-2,1 % сахарозы, 0,6-5,5 % жира, минералы, полифенольные соединения, сапонины, α-галактозиды и фитиновая кислота [3]. Белок гороха характеризуется высоким качеством, включая высокое содержание лизина, аргинина и треонина [4]. В сравнении с белком сои, он лучше усваивается в желудочно-кишечном тракте [5]. Продукты гидролиза белков гороха – короткие полипептиды, ингибирующие активность ангиотензин 1-конвертирующего энзима, что приводит к антигипертензивному эффекту [6]. В качестве источника ценного белка горох широко используют в пищевой промышленности и кормопроизводстве.

Современные сорта культуры характеризуются относительно низким средним (23-25 %) содержанием белка [7]. Селекционная работа с горохом в течение последних 50-70 лет привела к уменьшению величины этого показателя на 1,5 % [8].

Культурный горох ведёт своё происхождение от дикого предка – подвида *Pisum sativum* ssp. *elatius* [9]. В процессе окультуривания важную роль сыграли мутации генов, контролирующие растрескивание бобов, покой и размер семян, их качество, длину стебля, массу корней и уборочный индекс. Однако большая часть генетического разнообразия гороха *Pisum* L. осталась за пределами культурной эволюции. Наши исследования показали, что источником генов, влияющих на накопление высокого уровня белка в семенах, могут служить дикие подвиды. Вид гороха *P. sativum* L. представлен 6 подвидами: *elatius* (Bieb.) Schmalh., *syriacum* (Boiss. et Noe) Berger, *abyssinicum* (A. Br.) Berger, *transcaucasicum* Makash., *asiaticum* Govorov и *sativum* [10]. Содержание белка у образцов диких подвидов *P. sativum* варьирует от 19,8 до 35,8 % [11, 12]. У всех изученных подвидов *elatius, asiaticum, abyssinicum, syriacum, transcaucasicum* были выделены образцы, у которых величина этого показателя превышала 30 %.

Для идентификации новых генов, влияющих на высокое накопление белка в семенах, большой интерес представляет поиск уникальных изоформ конвицилина, вицилина и легумина диких образцов [13], а также исследование особенностей накопления различных запасных белков у дикого и культурного гороха. Учитывая сильную зависимость содержания белка в семенах гороха от факторов внешней среды, перспективным направлением исследований служит установление связей между динамикой и уровнем накопления запасных белков, с одной стороны, и морфобиологическими, биохимическими (содержание хлорофилла и каротиноидов, активностью ферментов окислительного стресса) и хозяйственно-ценными признаками, с другой.

Большое влияние на накопление белка в семенах гороха оказывает функционирование фотосинтетического аппарата и антиокислительной системы. Фотосинтез – процесс преобразования энергии света в энергию химических связей с уча-

стием фотосинтетических пигментов хлорофиллов и каротиноидов [14]. В научной литературе представлены противоречивые сведения о связи интенсивности фотосинтеза с содержанием хлорофилла, однако нельзя не учитывать, что его недостаток может ограничивать продуктивность растений [8, 15]. На основе анализа ряда литературных источников показана положительная связь между содержанием хлорофилла на единицу поверхности земли и накоплением сухой биомассы в ценотических сообществах [15]. Уменьшение содержания этого пигмента на 20-40 % у хлорофилльных мутантов гороха приводила к снижению квантовой эффективности фотосинтеза на 29-30 % и, соответственно, к уменьшению прироста биомассы, в сравнении с исходным сортом Торсдаг [16]. Выявлена сильная положительная корреляция (+0,73) между урожайностью гороха и содержанием хлорофилла в бобах [15]. Созданная во ВНИИЗБК рассеченнолисточковая форма гороха с повышенным содержанием хлорофиллов характеризуется большим потенциалом продуктивности [17].

Антиоксидантная система растений включает ферментативные и неферментативные компоненты защиты [18]. Супероксиддисмутаза, пероксидаза и каталаза – наиболее важные ферменты окислительного стресса. К неферментным компонентам относятся аскорбиновая кислота, восстановленный глутатион, α-токоферол, каротиноиды, полифенольные соединения, флавоноиды и пролин.

Устойчивые к абиотическим факторам среды сорта культурных растений, как правило, характеризуются повышенной активностью пероксидазы и каталазы. В научной литературе есть сведения о повышенной активности аскорбат-пероксидазы и каталазы у засухоустойчивых сортов пшеницы [19, 20]. Сверхэкспрессия гена аскорбат-пероксидазы в хлоропластах табака придавала растениям устойчивость к солевому стрессу и водному дефициту [21]. Повышенный уровень аскорбат-пероксидазы имели солеустойчивые сорта картофеля [22]. Установлено, что устойчивые к неблагоприятным абиотическим факторам среды листочковые сорта гороха, в сравнении с усатыми, отличались более высокими уровнями активности пероксидазы и каталазы, высоким содержанием в листьях аскорбиновой кислоты и каротиноидов [18].

Фотосинтетический аппарат и антиокислительную систему культурных сортов и высокобелковых диких сородичей гороха ранее не изучали. Цель исследований состояла в определении содержания хлорофиллов и каротиноидов, а также активности пероксидазы и каталазы в фазы бутонизации, начала и завершения налива семян у образцов диких подвидов гороха *Pisum sativum* L. для последующего поиска хозяйственно-ценных аллелей, ответственных за развитие растений в онтогенезе и обеспечивающих накопления высокого уровня белка в семенах.

Исследования проводили в 2015-2017 гг. на опытном поле ФГБНУ ВНИИЗБК в Орловской области с использованием сортов гороха Темп (листочковый, *Af*) и Стабил (безлисточковый, *af*), а также образцов диких подвидов гороха к-5322 (*asiaticum*), к-3370 (*elatius*), к-4014 (*elatius*) мировой коллекции ВИР. Семена высевали в полевых условиях с нормой 1,2 млн шт./га. Погодные условия в период взятия проб характеризовались сильными перепадами температур при достаточно благоприятном обеспечении осадками (ГТК до 2).

Содержание хлорофиллов *a* и *b*, а также каротиноидов измеряли в листьях (усах) и прилистниках, взятых с 1 и 2 продуктивных узлов в фазах бутонизации, начала и завершения налива. Активность ферментов пероксидазы и каталазы определяли в листьях, прилистниках, оболочках семени, семядолях, взятых с растений в начале и конце периода налива семян. Использовали семена бобов первых двух продуктивных узлов. Содержание хлорофиллов и каротиноидов определяли на спектрофотометре ПЭ-5300В (ПромЭкоЛаб, Россия) в ацетоновой вытяжке (Lichtenthaler, Wellburn, 1983). Анализ активности каталазы проводили по Баху и Опарину (Филиппович, 1975), активности пероксидазы – по Бояркину (Ермаков, 1975) на калориметре КФК-2МП. Исследования осуществляли в 3-х кратной повторности.

Содержание белка в зерне образцов гороха определяли методом Кьельдаля с использованием программируемого дигестора DK-6 фирмы VELP SCIENTIFICA (Италия) для сжигания проб растительного материала и UDK-152 этой же фирмы для дальнейшей перегонки и титрования. Коэффициент перевода общего азота в белок – 6,25.

Статистическую обработку полученных результатов проводили методами многофакторного дисперсионного и корреляционного анализа.

Исследование образцов урожая 2015-2017 гг. позволило статистически значимо показать, что в сравнении с современными сортами Стабил и Темп дикие образцы гороха к-5233, к-3370 накапливали больше белка в семенах (табл. 1).

1. Содержание белка в семенах сортов и диких образцов гороха, %

Сорт, образец	2015	2016	2017	Среднее значение
к-5322 (*asiaticum*)	31,1	31,3	30,1	30,8^{b}
к-3370 (*elatius*)	30,5	30,4	31,8	30,9^{b}
к-4014 (*elatius*)	30,1	30,1	28	29,4^{ab}
Темп (*sativum*)	29,2	29,2	25,8	28,1^{ab}
Стабил (*sativum*)	27,2	27,2	24,5	26,3^{a}

$^{a, b, ab}$ – существенные различия между группами с разными символами (p=0,003)

Среднее содержание хлорофиллов (листочки или усы, прилистник) у диких образцов гороха находилось на уровне или выше, чем у культурных сортов, за исключением к-4014 (табл. 2). Этот образец по содержанию хлорофиллов *a* и *b* (4,2 и 1,4 мг/г соответственно) существенно уступал культурным сортам. Образец дикого подвида *elatius* к-3370 характеризовался повышенным на 15,7-44,6 %, в сравнении с сортами,

2. Содержание хлорофиллов и каротиноидов (листочки или усы, прилистник) у сортов и образцов диких подвидов гороха

Генотип	Хлорофиллы и каротиноиды, мг/г сухого вещества		
	хлорофилл *a*	хлорофилл *b*	каротиноиды
к-5322	5,3^{ab}	1,7^{ab}	1,2^{ab}
к-3370	6,0^{a}	2,1^{a}	1,5^{b}
к-4014	4,2^{b}	1,4^{b}	1^{a}
Темп	5,1^{a}	1,8^{a}	1^{a}
Стабил	5,0^{a}	1,7^{a}	1,15^{a}

^{a} и ^{b} – индексы указывают на существенные (p<0,001) различия между генотипами по содержанию хлорофиллов и каротиноидов

3. Содержание хлорофилла *a* в листочках, усах и прилистниках на разных этапах онтогенеза, мг/г сухого вещества

Генотип	Стадия развития растений		
	бутонизация	начало налива	завершение налива
к-5322	7,8^{a}	7,3^{a}	3,9^{b}
к-3370	8,4^{a}	9,0^{a}	4,1^{b}
к-4014	7,2^{a}	5,2^{b}	3,8^{b}
Темп	8,9^{a}	5,7^{b}	4,1^{b}
Стабил	6,3^{a}	4,2^{b}	3,0^{b}

^{a} и ^{b} – индексы указывают на существенные различия (p<0,001) по содержанию хлорофилла а между стадиями развития растений

4. Среднее содержание каротиноидов в листочках, усах и прилистниках на разных этапах онтогенеза, мг/г сухого вещества

Генотип	Стадия развития растений		
	бутонизация	начало налива	завершение налива
к-5322	1,9[a]	1,6[a]	0,9[b]
к-3370	2,2[a*]	2,1[a*]	0,9[b]
к-4014	2,1[a]	1,2[b]	0,8[b]
Темп	1,7[a]	1,1[b]	1,0[b]
Стабил	1,4[a]	0,9[b]	0,9[b]

[a] и [b] – индексы указывают на существенные различия (p<0,001) по содержанию каротиноидов между стадиями развития растений
** существенные различия между образцом к-3370 и другими генотипами по содержанию каротиноидов при p<0,001*

содержанием суммы хлорофиллов *a* и *b*, а по количеству каротиноидов (1,5 мг/г сухого вещества) существенно превышал листочковый сорт Темп и безлисточковый – Стабил на 50,0 и 30,4 % соответственно.

Растения сортов и диких образцов гороха разделились по содержанию хлорофилла *a* в листочках, усах и прилистниках на две группы (табл. 3). У растений первой группы (сорта Стабил, Темп и дикий образец к-4014) максимальную величину этого показателя отмечали в фазе бутонизации, после чего к началу фазы налива семян она существенно снижалась (на 33,3 %, 36 %, 27,8 % соответственно). У растений второй группы (дикие образцы к-3370 и к-5322) уровень хлорофилла *a* оставался высоким в начале фазы налива семян и существенно снижался к её завершению (на 51,2 и 50 % соответственно).

5. Средняя активность пероксидазы и каталазы (листочки или усы, прилистники, семенные оболочки и семядоли) у сортов и образцов диких подвидов гороха

Образец, сорт	Активность пероксидазы, изменение оптической плотности/г сырой массы/мин	Активность каталазы, мкмоль H_2O_2/г сырой массы/мин
к-3370	264[a]	94,5[a]
к-4014	120[b]	89,5[a]
к-5322	210[ab]	40,2[b]
Стабил	282[a]	81,3[a]
Темп	258[a]	90,2[a]

[a] и [b] - индексы указывают на существенные (p<0,001) различия между средними значениями активности ферментов в органах растений

Изменение среднего содержания каротиноидов в усах, листочках и прилистниках в зависимости от стадии развития растений гороха совпадало с динамикой уровня хлорофилла *a* (табл. 4). При этом у образца к-3370 величина этого показателя была существенно выше, чем у сортов и других диких образцов в фазе бутонизации на 4,8-57,1 % в стадии начала налива семян – на 31,3-133 %.

Средняя (листочки или усы, прилистники, семенные оболочки и семядоли) активность пероксидазы у диких образцов и сортов варьировала в пределах ошибки опыта, за исключение образца к-4014 (табл. 5). Активность пероксидазы (120 ед. оптической плотности/г сырой массы/мин) у этого образца была существенно ниже, как в сравнении с сортами (на 55,3-57,4 %), так и с дикими сородичами к-3370 (на 54,5 %) и к-5322 (на 42,9 %). Средняя активность каталазы у сортов и двух диких образцов (к-3370, к-4014) находилась на одном уровне. У дикого образца гороха к-5322 она была существенно ниже, чем у сортов Стабил и Темп, на 50,6 и 55,4 % соответственно.

У диких и культурных растений гороха наибольшая активность пероксидазы обнаружена в листочках сложного листа, прилистниках и усах (табл. 6). В листьях и прилистниках растений диких образцов гороха она была на порядок выше, чем в семенных оболочках и семядолях. Наибольшая активность каталазы, напротив, отмечена в семядолях (96,0 мкмоль H_2O_2/г сырой массы/мин) и семенных оболочках (83,3 мкмоль H_2O_2/г сырой массы/мин) диких образцов гороха, хотя существенных различий по активности каталазы в различных органах не обнаружено (см. табл. 6).

У сортов гороха показатели активности пероксидазы в листочках, прилистниках, усах, семенных оболочках и семядолях существенно не различались. Статистически значимое различие (48,2 %) наблюдали только между активностью пероксидазы в прилистниках и семенных оболочках. У сортов гороха наибольшую активность каталазы обнаруживали в семядолях и листочках (120,3 и 105,2 мкмоль H_2O_2/г сырой массы/мин соответственно), а наименьшую – в усах (44,7 мкмоль H_2O_2/г сырой массы/мин). Активность каталазы в семенных оболочках (69,3 мкмоль H_2O_2/г сырой массы/мин) культурных растений была существенно ниже, чем в семядолях (120,3 мкмоль H_2O_2/г сырой массы/мин).

6. Активность антиокислительных ферментов в различных органах диких и культурных растений

Орган	Активность пероксидазы, изменение оптической плотности/г сырой массы/мин		Активность каталазы, мкмоль H_2O_2/г сырой массы/мин	
	дикие образцы	сорта	дикие образцы	сорта
Усы	–	276[a]	–	44,7[a]
Листочки	384[a*]	372[a]	78,6[a]	105,4[bd]
Прилистник	318[a]	336[ab]	77,3[a]	98,3[bc]
Семенная оболочка	36[b]	174[ac]	83,3[a]	69,3[acd]
Семядоля	0[b]	246[a]	96,0[a]	120,3[b]

[a] и [b] – индексы указывают на существенные (p<0,001) различия между средними значениями активности ферментов в органах растений

Выявлены различия по средней активности (листочки, усы, прилистники, семядоли, семенные оболочки) пероксидазы на разных стадиях налива семян (табл. 7). У диких образцов гороха к завершению периода налива наблюдали увеличение активности пероксидазы на 77,3 %. Напротив, у сортов гороха она существенно снижалась на 32,1 %. Существенное снижение активности каталазы к завершению налива семян отмечали, как у диких образцов, так и у сортов гороха на 31 и 30,2 % соответственно.

7. Активность антиокислительных ферментов на разных стадиях налива

Стадия	Активность пероксидазы, изменение оптической плотности/г сырой массы/мин		Активность каталазы, мкмоль H_2O_2/г сырой массы/мин	
	дикие образцы	сорта	дикие образцы	сорта
Начало налива	132	336	99,1	103,2
Завершение налива	234*	228*	68,4*	72,0*

** различия существенны, по сравнению с началом налива, при p<0,001*

Анализ динамики активности пероксидазы и каталазы в фотосинтетических органах и формирующихся семенах гороха в начале и конце периода налива семян выявил различия между дикими образцами и культурным горохом (табл. 8). У диких форм активность пероксидазы была высокой только в листочках и прилистниках, в этих органах она существенно возрастала на 48,9 %. В семенах дикого гороха активность пероксидазы в начале периода налива была в 118 раз ниже, чем в фотосинтезирующих органах. При этом к концу периода налива семян она возрастала.

У сортов гороха активность пероксидазы находилась на одном уровне,

8. Активность антиокислительных ферментов в фотосинтетических органах и формирующихся семенах гороха

Стадия	Дикие образцы		Сорта	
	листочки + прилистники	семенные оболочки + семядоли	листочки (усы) + прилистники	семенные оболочки + семядоли
Активность пероксидазы, изменение оптической плотности/г сырой массы/мин				
Начало налива	282	2,4	378	276
Завершение налива	420*	54	276	150
Активность каталазы, мкмоль H_2O_2/г сырой массы/мин				
Начало налива	93,2	105,5	95,5	118,9
Завершение налива	62,8*	74,1*	70,1	76,4*

** различия существенны, по сравнению с началом налива, при p<0,001*

как в фотосинтетических органах растений, так и в семядолях с семенными оболочками. При этом была отмечена тенденция снижения величины этого показателя к завершению периода налива семян во всех изученных органах.

9. Активность пероксидазы на разных этапах фазы налива семян, изменение оптической плотности/г сырой массы/мин

Образец	Подвид	Начало налива	Завершение налива
к-5322	*asiaticum*	132	246*
к-3370	*elatius*	120	354*
к-4014	*elatius*	246	108

** различия, по сравнению с периодом начала налива, существенны при p<0,001*

У растений диких образцов гороха активность каталазы существенно снижалась как в фотосинтезирующих (на 32,6 %), так и запасающих органах растений (на 29,8 %). У сортов гороха существенное снижение величины этого показателя на 35,7 % отмечено только в семенных оболочках и семядолях. Небольшое уменьшение активности каталазы в фотосинтезирующих органах не нашло статистического подтверждения.

Пероксидаза – основной фермент, нейтрализующий перекись водорода в хлоропластах, а каталаза – в пероксисомах, где протекают важные метаболические реакции, в том числе окисление гликолата и β-окисление жирных кислот. Поэтому увеличение активности пероксидазы в фотосинтезирующих органах диких растений гороха может свидетельствовать об активном фотосинтезе в период завершения налива семян.

В результате исследования выявлены образцы дикого гороха к-5322 (*asiaticum*) и к-3370 (*elatius*), характеризующиеся повышением активности пероксидазы на стадии завершения фазы налива семян (табл. 9). У образца к-5322 средняя величина этого показателя от начала до завершения стадии налива семян возрастала со 132 до 246 ед. оптической плотности/г сырой массы/мин, а у образца к-3370 со 120 до 354 ед. Образец к-4014 продемонстрировал статистически несущественное снижение активности этого фермента с 246 до 108 ед.

Между содержанием каротиноидов и хлорофиллов *a* и *b* у диких образцов гороха установлены очень сильные коррелятивные связи (r=+0,93-0,95), у сортов – умеренные и сильные (r=+0,64-0,71). Изучение связей между активностью ферментов окислительного стресса и содержанием хлорофиллов *a* и *b*, а также каротиноидов выявило различия между диким и культурным горохом (табл. 10).

10. Анализ коррелятивных связей между активностью антиоксидантных ферментов и содержанием хлорофиллов и каротиноидов

Хлорофиллы, каротиноиды	Дикие образцы		Сорта	
	пероксидаза	каталаза	пероксидаза,	каталаза
Хлорофилл *a*	-0,32	+0,31	+0,46*	+0,61*
Хлорофилл *b*	-0,31	+0,36*	+0,39	+0,56*
Каротиноиды	-0,27	+0,37*	+0,45*	+0,52*

** статистические значимые корреляции при p<0,05*

У диких образцов между активностью пероксидазы и содержанием каротиноидов и хлорофиллов *a* и *b* отмечена слабая статистически незначимая отрицательная корреляционная связь, а у сортов гороха наблюдали умеренную положительную. Между активностью каталазы и содержанием пигментов у диких образцов и сортов гороха установлено наличие умеренных положительных корреляций. При этом у сортов корреляция была более тесной (r=+0,52-0,61).

Сравнительное изучение диких высокобелковых образцов гороха и культурных сортов по содержанию хлорофиллов и каротиноидов, а также активности ферментов окислительного стресса – пероксидазы и каталазы показало, что дикие формы характеризуются более высоким содержанием пигментов фотосинтеза. Наибольшая величина этого показателя у дикого и культурного гороха наблюдается в фазе бутонизации. В отличие от сортов дикие образцы гороха сохраняют высокое содержание хлорофиллов и каротиноидов более продолжительное время, существенное его снижение происходит только к периоду завершения налива семян. У диких образцов гороха активность пероксидазы в листьях и прилистниках на порядок выше, чем в семенных оболочках и семядолях, а у сортов гороха фотосинтезирующие и запасающие органы не различаются по активности указанного фермента. В отличие от культурного гороха у диких образцов наблюдали увеличение активности пероксидазы в листьях и прилистниках к завершению периода налива семян. Кроме того, для них характерна слабая отрицательная корреляционная связь между содержанием пигментов фотосинтеза и активностью пероксидазы. Дикие образцы гороха к-3370 (*elatius*) и к-5322 (*asiaticum*) отличались наличием ряда селекционно-ценных биохимических признаков – высоким содержанием белка, высоким уровнем хлорофиллов и каротиноидов, высокой активностью пероксидазы как в фазе бутонизации, так и на более поздних этапах налива семян. Полученные результаты указывают на наличие связи между высоким содержанием белка в семенах и повышенным содержанием хлорофиллов и каротиноидов, а также повышенной активностью пероксидазы на завершающей стадии налива семян, которая свидетельствует о большей продолжительности периода активного фотосинтеза у диких образцов гороха.

Литература.

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations (Crops). URL: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC (дата обращения: 28.04.2018).

2. Improving protein content and nutrition quality / J. Burstin, K. Gallard, R. R. Mir, etc. // Biology and Breeding of Food Legumes / eds. A. Pratap and J. Kumar. Wallingford, CT: CAB International, 2011. 314–328.

3. The role of grain legumes in the prevention of hypercholesterolemia and hypertension / A. Arnoldi, C. Zanoni, C. Lammi, etc. // Crit. Rev. Plant Sci. 2015. Vol. 34. Pp. 144–168.

4. Бобков С. В., Сучкова Т. Н. Аминокислотный состав запасных белков у диких подвидов гороха // Вестник ОрелГАУ. 2012. № 3 (36). С. 30–33.

5. Genetic and genomic analysis of legume flowers and seeds / C. Domoney, G. Duc, T. H. N. Ellis, etc. // Current Opinion in Plant Biology. 2006. Vol. 9. Pp. 133–141.

6. Roy F., Boye J., Simpson B. Bioactive proteins and peptides in pulse crops:

pea, chickpea and lentil // Food Research International. 2010. Vol. 43 (2). Pp. 432–442.

7. Dissecting the proteome of pea mature seeds reveals the phenotypic plasticity of seed protein composition / M. Bourgeois, F. Jacquin, V. Savois, etc. // Proteomics. 2009. Vol. 9. Pp. 254–271.

8. Влияние регуляторов роста и поздней некорневой подкормки удобрениями на урожайность и белковую продуктивность / Н. Е. Новикова, А. О. Косиков, С. В. Бобков и др. // Агрохимия. 2017. № 1. С. 32–40.

9. Weeden N. F. Genetic changes accompanying the domestication of Pisum sativum: is there a common genetic basis to the 'Domestication syndrome' for legumes? // Annals of Botany. 2007. Vol. 100. Pp. 1017–1025.

10. Макашева Р. Х. Зерновые бобовые культуры // Культурная флора СССР. Л.: Колос, Ленинградское отделение, 1979. С. 44–50.

11. Бобков С. В., Уварова О. В. Растительный белок зернобобовых культур и перспектива получения белковых изолятов // Вестник РАСХН. 2010. № 6. С. 83–88.

12. Бобков С. В., Уварова О. В. Перспектива использования гороха для производства изолятов запасных белков // Земледелие. 2012. № 8. С. 47–48.

13. Бобков С. В., Лазарева Т. Н. Компонентный состав электрофоретических спектров запасных белков межвидовых гибридов гороха // Генетика. 2012. Т. 48. № 1. С. 56–61.

14. Кретович В. Л. Биохимия растений: учебник для биол. факультетов ун-тов. М.: Высшая школа, 1980. 445 с.

15. Андрианова Ю. Е., Тарчевский И. А. Хлорофилл и продуктивность растений. М.: Наука, 2000. 135 с.

16. Ладыгин В. Г., Кособрюхов А. А., Вайшля О. Б. Пигменты и особенности газообмена в листьях хлорофилльных мутантов Pisum sativum // Физиология растений. 2004. Т. 51. № 5. С. 666–673.

17. Зеленов А. А., Зеленов А. Н., Новикова Н. Е. Физиологический и адаптивный потенциал рассечённолисточкового морфотипа гороха в чистых и смешанных посевах // Зернобобовые и крупяные культуры. 2015. № 4. С. 3–12.

18. Новикова Н. Е., Зотиков В. И., Фенин Д. М. Механизмы антиоксидантной защиты при адаптации генотипов гороха (Pisum sativum L.) к неблагоприятным абиотическим факторам среды // Вестник ОрелГАУ. 2011. № 2 (29). С. 5–8.

19. Sairam R. K., Deshmukh P. S., Saxena D. C. Role of antioxidant systems in wheat genotypes tolerance to water stress // Biol. Plant. 1998. Vol. 41. Pp. 387–394.

20. Proteolytic activity and cysteine protease expression in wheat leaves under severe soil drought and recovery / L. Simova-Stoilova I. Vaseva, B. Grigorova, etc. // Plant Physiol. Biochem. 2010. Vol. 48. Pp. 200–206.

21. Overexpression of ascorbate peroxidase in tobacco chloroplasts enhances the tolerance to salt stress and water deficit / G. H. Badawi, N. Kawano, Y. Yamauchi, etc. // Physiol. Plant. 2004. Vol. 121. Pp. 231–238.

22. Aghaei K., Ehsanpour A. A., Komatsu S. Potato responds to salt stress by increased activity of antioxidant enzymes // J. Integr. Plant Biol. 2009. Vol. 51. Pp. 1095–1103.

Contents of Photosynthetic Pigments and Activity of Oxidative Stress Enzymes in Wild Pea

S. V. Bobkov, I. A. Bychkov
All-Russian Research Institute of Legumes and Groat Crops
ul. Molodezhnaya, 10, k. 1, pos. Streletskii, Orlovskii r-n., Orlovskaya obl., 302502, Russian Federation

Abstract. *The authors studied the content of chlorophylls and carotenoids, the activity of peroxidase and catalase in the samples of wild pea subspecies K-5322 (asiaticum), K-3370 (elatius), K-4014 (elatius) and pea 'Temp' (with leaves) and 'Stabil' (leafless). The contents of chlorophylls a and b, as well as of carotenoids were determined in leaves (tendrils) and stipules, isolated from the first and the second productive nodes at the bud formation, the beginning and the end of seed filling. The activity of peroxidase and catalase was determined in leaves, stipules, seed coats, cotyledons, isolated from plants at the beginning and the end of seed filling. The content of chlorophyll a in pea reached maximum at the period of bud formation, and it significantly decreased to the beginning of seed filling. In the wild samples K-5322 and K-3370, the level of chlorophyll a remained high for a longer time and, unlike the cultivated pea, significantly decreased only to the end of the seed-filling period. The change in the content of carotenoids in the studied samples and varieties of pea during the vegetative period coincided with the dynamics of the level of chlorophyll a. Wild samples and varieties of pea did not differ in catalase activity. The activity of peroxidase in leaves and stipules of plants of wild pea samples was an order of magnitude higher than in seed coats and cotyledons, the photosynthetic and storing organs did not differ in the value of this indicator. In wild pea samples, an increase in the activity of peroxidase in leaflets and stipules was observed at the end of the period of seed filling; in contrast, in varieties it reduced. Wild samples of pea K-3370 and K-5322 were characterized by a high protein content, a high level of chlorophylls and carotenoids, high peroxidase activity both in the budding phase, and at later stages of seed filling. The sample of the wild subspecies K-3370 was characterized by the highest content of carotenoids (1.5 mg/g dry matter).*

Keywords: *pea; protein; wild samples; P. sativum; sativum; elatius; asiaticum; chlorophyll; carotenoids; oxidative stress; catalase; peroxidase.*

Author Details: *S. V. Bobkov, Cand. Sc. (Agr.), head of laboratory (e-mail: svbobkov@gmail.com); I. A. Bychkov, junior research fellow.*

For citation: *Bobkov S.V., Bychkov I.A. Contents of Photosynthetic Pigments and Activity of Oxidative Stress Enzymes in Wild Pea. Zemledelije. 2018. № 4. Pp. 29-33 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10409.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10410
УДК 635.655.581.1

Сравнительное исследование засухоустойчивости новых сортов сои различными методами

Е. В. ГОЛОВИНА, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: kat782010@mail.ru)
Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур, ул. Молодёжная, 10, к. 1, пос. Стрелецкий, Орловский р-н, Орловская обл., 302502, Российская Федерация

С учетом потепления климата России вопросы засухоустойчивости отдельных видов и сортов приобретают первостепенное значение. В условиях лабораторного и полевого опытов изучали показатели засухоустойчивости новых сортов сои, выведенных селекционерами Всероссийского научно-исследовательского института зернобобовых и крупяных культур, Зуша, Красивая Меча, Ланцетная, Мезенка, Осмонь, Свапа, Шатиловская 17, Л-216, Л-85. Полевые опыты закладывали в 2015-2017 гг. в селекционном севообороте института в Орловской области. Оценку устойчивости сортов сои к дефициту влаги осуществляли в растворе сахарозы с осмотическим давлением 7 атм. Водоудерживающую и водопоглощающую способность оценивали методом завядания срезанных листьев. Цель исследований заключалась в оценке показателей засухоустойчивости проростков и взрослых растений новых сортов сои. Сухая масса 1 проростка в контроле составила 7,6 мг (Красивая Меча) – 18,1 мг (Л-85), на сахарозе – 3,9 мг (Мезенка, Осмонь) – 7,5 мг (Зуша). Установлена отрицательная корреляция между уровнем устойчивости и отношением массы проростка в растворе сахарозы к массе в контроле r= –0,572. Сорта сои разделились на две группы: Красивая Меча, Ланцетная, Свапа и Зуша с уровнем устойчивости 29-61 %, водоудерживающей способностью 31-34 % и водопоглощающей способностью 23-28 %; Мезенка, Осмонь, Шатиловская 17, Л-216, Л-85, у которых величины этих показателей были равны соответственно 80-90 %, 39-43 %, 30-33 %. У сортов первой группы уровень устойчивости ниже, чем у сортов 2 группы, в среднем на 39 %, водоудерживающая способность – на 9 %, водопоглощающая способность – на 6 %. По результатам лабораторных и полевых

исследований сорта и селекционные линии сои Мезенка, Осмонь, Шатиловская 17, Л-103 и Л-85 по засухоустойчивости превосходят Красивую Мечу, Ланцетную, Свапу и Зушу.

Ключевые слова: *новые сорта сои, уровень устойчивости к осмотическому стрессу, водоудерживающая и водопоглощающая способность, сухая масса проростка.*

Для цитирования: *Головина Е. В. Сравнительное исследование засухоустойчивости новых сортов сои различными методами // Земледелие. 2018. № 4. С. 33-35. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10410.*

В связи с изменением биоклиматического потенциала Российской Федерации и, в частности, Центрально-Черноземного региона необходима разработка системы адаптации сельскохозяйственных культур, оптимизация видовой и сортовой структуры посевов с учетом анализа реакции растений на меняющиеся погодные условия [1, 2].

Физиологические процессы, формирование биологической и семенной продуктивности обусловлены устойчивостью организма, его способностью поддерживать в процессе экологического приспособления нарушенное в результате стресса равновесие между внутренней организацией и средой. Важнейшую регуляторную роль в жизнедеятельности растений играет их водный режим, оценка которого позволяет определить его вклад в ростовые, продукционные и адаптационные процессы при взаимодействиях генотип – среда [3].

На сегодняшний день используются как методы оценки относительной засухоустойчивости, основанные на определении всхожести семян и роста проростков в растворах осмотиков, имитирующих недостаток влаги, так и методики оценки показателей водного режима взрослых растений [4, 5]. Наиболее значима из этих показателей водоудерживающая способность [6].

В связи с изложенным, цель наших исследований заключалась в оценке показателей засухоустойчивости проростков и взрослых растений новых сортов сои.

Полевые опыты закладывали в 2015-2017 гг. в селекционном севообороте ФГБНУ ВНИИЗБК в Орловской области. Почва опытного участка темно-серая лесная средней окультуренности. Мощность гумусового горизонта 30-35 см. Содержание гумуса в пахотном горизонте (по Тюрину) 4,3-5,6 %, легкогидролизуемого азота (по Кононовой и Тюрину) – 6,4-10,1 мг/100 г почвы, обменного калия (по Масловой) – 7-15 мг/100 г почвы, подвижного фосфора (по Кирсанову) – 6,8-16,5 мг/100 г почвы. Осенью проводили зяблевую вспашку на глубину 20-25 см. Площадь делянки 7,5 м^2, повторность 4-кратная. Исследовали 7 сортов и 2 линии селекции ФГБНУ ВНИИЗБК. Годы исследований различались по метеоусловиям. В 2015 г. количество осадков находилось в пределах нормы (ГТК = 1,4). В 2016 г. погода была теплой, избыточно влажной с суммой осадков 450,5 мм, превышающей количество осадков в мае – сентябре за 11-летний период (2005-2015 гг.), ГТК = 2,3. В 2017 г. температура в мае – июне была ниже среднемноголетней на 1 °С, а увлажнение в июле – августе повышенным (количество осадков превышало среднемноголетние на 60 %), ГТК = 1,9.

Оценку устойчивости сортов сои к дефициту влаги осуществляли в растворе сахарозы с осмотическим давлением 7 атм. (контроль – вода), в 4-х кратной повторности (по 25 семян в повторности) по методике ВИР им. Н.И. Вавилова. Водоудерживающую и водопоглощающую способность оценивали методом завядания срезанных листьев [7]. Показатели водного баланса в полевых условиях определяли в период бутонизация – цветение.

Прорастание семян в растворе сахарозы характеризует генетически обусловленные способность развиваться при недостаточном количестве воды и сосущую силу. Последняя обеспечивает не только прорастание при недостатке влаги, но и формирование первичной корневой системы.

В наших исследованиях в лабораторных условиях уровень устойчивости сортов сои колебался от 29 до 89 % (см. табл.). Изученные сорта разделились на две группы: Красивая Меча, Ланцетная, Свапа и Зуша – 29-61 % и Мезенка, Осмонь, Шатиловская 17, Л-216, Л-85 с уровнем устойчивости 80-90 %. Сухая масса 1 проростка в контроле составила 7,6 мг (Красивая Меча) – 18,1 мг (Л-85), на сахарозе – 3,9 мг (Мезенка, Осмонь) – 7,5 мг (Зуша).

Наиболее высокое отношение массы проростка в растворе сахарозы к величине этого показателя в контроле отмечено у Красивой Мечи, Зуши и Ланцетной – 64-82 %; у остальных сортов оно находилось на уровне

Показатели устойчивости проростков семян сои к осмотическому стрессу

Сорт	Уровень устойчивости, %*	Сухая масса проростка, мг		$m_{сах}/m_к$ х 100, %**
		контроль	сахароза	
Красивая Меча	29,2±5,3	7,6	6,2	81,6
Ланцетная	49,2±5,8	10,0	6,4	64,0
Свапа	60,6±2,0	8,5	4,1	48,2
Зуша	43,2±5,6	9,7	7,5	77,3
Мезенка	87,0±3,9	9,9	3,9	39,4
Осмонь	89,5±3,5	9,2	3,9	42,4
Шатиловская 17	80,1±5,6	13,1	6,1	46,6
Л-216	80,0±4,6	7,8	3,6	46,2
Л-85	88,5±5,8	18,1	6,2	34,3

**всхожесть семян в растворе сахарозы к контролю, %.*
***масса проростка в растворе сахарозы к контролю, %.*

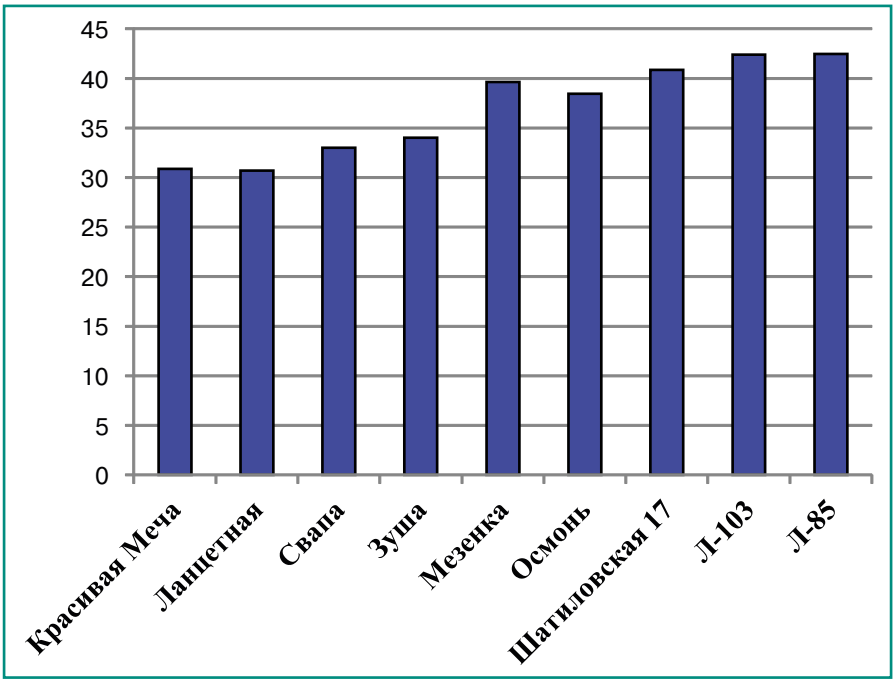


Рис. 1. *Водоудерживающая способность листьев сои, %.*

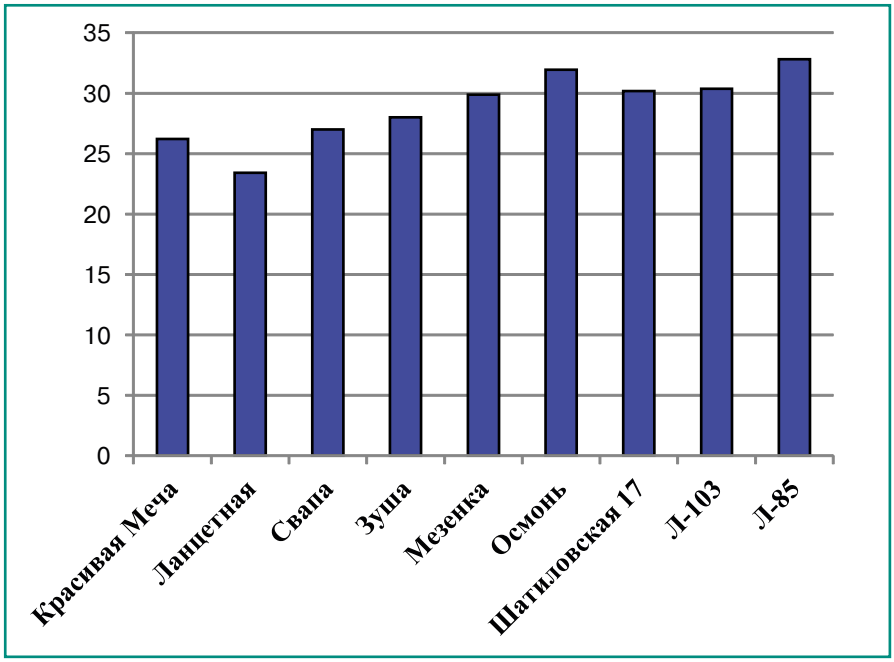


Рис. 2. *Водопоглощающая способность листьев сои, %.*

34-48 %. По-видимому, у сортов с низким уровнем засухоустойчивости в неблагоприятных условиях прорастают семена с повышенной жизнеспособностью, образующие хорошо развитый первичный корешок. Между уровнем устойчивости и отношением массы проростка в растворе сахарозы к массе в контроле установлена отрицательная корреляция r= –0,572.

По водоудерживающей способности можно судить о возможности растений противостоять засухе. При недостатке влаги содержание связанной воды и водоудерживающая способность увеличиваются.

В среднем за 3 года она изменялась в пределах от 31 % у Ланцетной и Красивой Мечи до 43 % у Л-103 и Л-85 (рис. 1). У сортов первой группы (Красивая Меча, Ланцетная, Свапа, Зуша) она была ниже, чем у остальных сортов, в среднем на 9 %.

Водопоглощающая способность характеризует устойчивость растений к обезвоживанию и определяется путем предварительного глубокого завядания и последующего насыщения листьев. У сортов первой группы величина этого показателя составляла в среднем 26 %, что ниже, чем у Мезенки, Осмони, Шатиловской 17, Л-103 и Л-85, на 5 % (рис. 2).

Таким образом, изученные сорта сои разделились на две группы: Красивая Меча, Ланцетная, Свапа и Зуша, уровень устойчивости которых составил 29-61 %, водоудерживающая способность – 31-34 %, водопоглощающая способность – 23-28 %; Мезенка, Осмонь, Шатиловская 17, Л-216, Л-85 с величинами этих показателей – 80-90 %, 39-43 %, 30-33 %. У сортов первой группы уровень устойчивости был ниже в среднем на 39 %, водоудерживающая способность – на 9 %, водопоглощающая способность – на 6 %, чем у сортов 2 группы. Между уровнем устойчивости и отношением массы проростка в растворе сахарозы к массе в контроле существует отрицательная корреляция r= –0,572.

Литература.

1. Биоклиматический потенциал России: меры адаптации в условиях изменяющегося климата / под ред. А.В. Гордеева. М., 2008. 207 с.

2. Головина Е. В. Научно-теоретическое обоснование возделывания сортов сои северного экотипа в условиях Центрально-Черноземного региона РФ: автореф. дис. … д-ра с.-х. наук. Пенза, 2016. 41 с.

3. Гончарова Э. А. Изучение устойчивости и адаптации культурных растений к абиотическим стрессам на базе мировой коллекции генетических ресурсов: Научное наследие профессора Г. В. Удовенко / под ред. А. А. Жученко. СПб.: ГНУ ВИР, 2011. 336 с.

4. Головина Е. В., Зайцев В. Н. Влияние погодных условий на водный режим, пигментный комплекс и продуктивность сои // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 2 (18). С. 111–116.

5. Соболева Г. В., Зеленов А. А. Скрининг линий гороха с измененной архитектоникой листового аппарата по морфологическим показателям засухоустойчивости // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 2 (18). С. 105–111.

6. Кожушко Н. Н. Оценка засухоустойчивости полевых культур // Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям (методическое руководство) / под ред. Г. В. Удовенко. Л.: ВИР. 1988. С. 10–25.

7. Кожушко Н. Н. Методические указания по определению относительной засухоустойчивости образцов зернобобовых культур способом проращивания семян в растворах сахарозы с высоким осмотическим давлением (горох, вика, фасоль, соя, чечевица, нут, чина, бобы, люпин). Л.: ВИР, 1978. 11 с.

Comparative Study of Drought Resistance of New Soybean Varieties by Different Methods

E.V. Golovina
All-Russian Research Institute of Legumes and Groat Crops, ul. Molodezhnaya, 10, k. 1, pos. Streletskii, Orlovskii r-n., Orlovskaya obl., 302502, Russian Federation

Abstract. *Taking into account the warming of the Russian climate, the issues of drought resistance of certain species and varieties become of primary importance. Under the conditions of laboratory and field experiments, it was studied the drought resistance of new soybean varieties developed by breeders of the All-Russia Research Institute of Legumes and Groat Crops: Zusha, Krasivaya Mecha, Lancetnaya, Mezenka, Osmon', Svapa, Shatilovskaya 17, L-216, L-85. Field experiments were laid in a breeding crop rotation of the Institute in Orel region in 2015–2017. An assessment of the resistance of soybean varieties to a moisture deficit was carried out in a sucrose solution with an osmotic pressure of 7 atm. The water-retaining and water-absorbing abilities were evaluated by the method of the withering of cut leaves. The aim of the research was to assess the drought resistance of seedlings and adult plants of new soybean varieties. The dry weight of one seedling in the control was from 7.6 mg (Krasivaya Mecha) to 18.1 mg (L-85), in sucrose – from 3.9 mg (Mezenka, Osmon') to 7.5 mg (Zusha). A negative correlation was established between the level of resistance and the ratio of the weight of the sprout in the sucrose solution to the weight in the control, r= –0.572. Soybean varieties were divided into two groups: Krasivaya Mecha, Lancetnaya, Svapa and Zusha with a level of stability of 29–61%, water-retaining ability of 31–34%, water-absorbing capacity of 23–28% and Mezenka, Osmon', Shatilovskaya 17, L-216, L-85, the values of these indicators were equal to 80–90%, 39–43%, 30–33%, respectively. In the varieties of the first group, the resistance level is lower than in the varieties of group 2, on average by 39%, water retention capacity – by 9%, water absorbing capacity – by 6%. According to the results of laboratory and field studies, the varieties and selection lines of soybean Mezenka, Osmon', Shatilovskaya 17, L-103 and L-85 are more drought-resistant than Krasivaya Mecha, Lancetnaya, Svapa and Zusha.*

Keywords: *new soybean varieties; level of resistance to osmotic stress; water-retaining and water-absorbing capacity; dry weight of sprout.*

Author Details: *E.V. Golovina, D. Sc. (Agr.), leading research fellow (e-mail: kat782010@mail.ru).*

For citation: *Golovina E.V. Comparative Study of Drought Resistance of New Soybean Varieties by Different Methods. Zemledelie. 2018. No 4. Pp. 33-35 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10410.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10411
УДК 633.12:631.526.32

Новый сорт гречихи Даша

А. Н. ФЕСЕНКО[1], доктор биологических наук, зав. лабораторией
А. В. АМЕЛИН[2], доктор сельскохозяйственных наук, профессор
И. Н. ФЕСЕНКО[1], доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник
О. В. БИРЮКОВА[1], кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
В. В. ЗАИКИН[3], кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
[1]Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур, ул. Молодёжная, 10, к. 1, пос. Стрелецкий, Орловский р-н, Орловская обл., 302502, Российская Федерация
[2]Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина, ул. Генерала Родина, 69, Орёл, 302019, Российская Федерация
[3]Центр коллективного пользования «Генетические ресурсы растений и их использование», ул. Генерала Родина, 69, Орёл, 302019, Российская Федерация

Высокоурожайный сорт гречихи Даша создан с использованием некоторых новых генетических и физиологических подходов. Исходный материал получен гибридизацией сортов Астра (Украина) и Дикуль (широко распространенный в России детерминантный сорт) с последующим пятикратным беккроссом на Дикуль. Исходно в качестве материнских использовали короткостолбчатые растения сорта Астра (генотип Ss), далее для получения каждого поколения беккроссов отбирали короткостолбчатые гибриды для опыления длинностолбчатыми растениями сорта Дикуль. В результате созданный материал несет доминантный аллель S из сорта Астра. До начала цветения осуществляли отбор растений с оптимальной зоной ветвления стебля в сочетании с отбором на уменьшение числа вегетативных узлов на верхних ветвях. После отбора по метамерийной архитектонике осуществляли селекцию по интенсивности фотосинтеза в период активно протекающего образования и налива семян (на двадцатый день с начала цветения). Интенсивность фотосинтеза определяли на интактных растениях в режиме реального времени с помощью портативного газоанализатора Li–COR– 6400 по оригинальной методике фирмы Li–COR. Установлено наличие широкой внутрипопуляционной изменчивости по этому признаку. Растения с максимальными значениями этого показателя были переопылены между собой. Создание нового детерминантного сорта Даша – первый пример успешного использования в селекции гречихи интрогрессии S-аллеля, предположительно сцепленного с другим «шлейфом» мутаций, из материала, имеющего отдаленное географическое происхождение, в сочетании с последующим отбором по показателям продуктивности, архитектоники и интенсивности фотосинтетической активности растений. Новый сорт отличается повышенной урожайностью и устойчивостью к полеганию, увеличенным уборочным индексом, а также оптимизированным строением соцветия.

Ключевые слова: *гречиха, гетерозис, фотосинтез, сорт.*

Для цитирования: *Фесенко А. Н., Амелин А. В., Фесенко И. Н., Бирюкова О. В., Заикин В. В. Новый сорт гречихи Даша // Земледелие. 2018. № 4. С. 36-38. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10411.*

Россия – один из лидеров по производству гречихи в мире, однако ее урожайность в нашей стране пока невысока и значительно уступает величине этого показателя у зерновых культур. Это обусловлено рядом причин.Так, только около полувека назад был разработан метод «экранной» изоляции селекционных диплоидных сортообразцов гречихи тетраплоидным сортом [1], что дало возможность вести селекцию в широких масштабах. А концепция селекционного совершенствования культуры на основе глубокого анализа ее защитно-приспособительного комплекса была разработана только в конце прошлого века[2]. В частности, одна из актуальных проблем селекции гречихи – повышение уровня внутрипопуляционного гетерозиса.

Для культуры характерна диаллельная гетеростилия, при которой популяции состоят из длинностолбчатых (Д, генотип ss) и короткостолбчатых (К, генотип Ss) растений в равном соотношении. А.И.Палилов [3] выдвинул гипотезу, согласно которой возле доминантного (S) аллеля локуса гетеростилии, почти никогда не переходящего в гомозиготное состояние, может формироваться «шлейф» аллелей, обеспечивающих формирование дополнительного гетерозиса, длительно сохраняющегося в потомстве. На *Solanum carolinense* были получены экспериментальные данные, согласно которым одним из генетических механизмов поддержания гетерозиса на уровне популяции служит накопление генетического груза в области генома, сцепленной с S-локусом [4]. Поскольку S-аллели почти никогда не оказываются в гомозиготном состоянии, сцепленные с ними фрагменты генома также почти всегда гетерозиготны. Показано, что может существовать связь между комбинационной способностью S-гаплотипа (S-аллеля в сочетании с соответствующим «шлейфом») и частотой его встречаемости в популяции [4].

При создании нового сорта гречихи Даша мы апробировали подход, основанный на интрогрессии в детерминантный сорт Дикуль доминантного *S*-аллеля из высокоурожайного индетерминантного сорта украинской селекции Астра в сочетании с использованием для отбора новых признаков, позволяющих проводить оценку растений гречихи в фазе цветения.

Цель исследований – описание процесса создания и характеристика нового сорта гречихи Даша.

Исследования проводили в 2005-2015 гг. на опытной базе лаборатории селекции крупяных культур ФГБНУ ВНИИ зернобобовых и крупяных культур и Центра коллективного пользования «Генетические ресурсы растений и их использование» Орловского ГАУ.

Исходный материал получен гибридизацией сортов Астра (Украина) и Дикуль (широко распространенный в России детерминантный сорт) с последующим пятикратным беккроссом на Дикуль. Исходно в качестве материнских использовали короткостолбчатые растения сорта Астра (генотип Ss), далее для получения каждого поколения беккроссов отбирали короткостолбчатые гибриды для опыления длинностолбчатыми растениями сорта Дикуль. Таким образом, полученный материал несет доминантный аллель S из сорта Астра.

Интенсивность фотосинтеза (ИФ) определяли на интактных растениях в режиме реального времени с помощью портативного газоанализатора Li–COR – 6400 по оригинальной методике фирмы Li–COR.

Отбор по ИФ проводили при густоте стояния растений 5×30 см в фазе «цветение + 20 дней» в условиях «экранной» изоляции тетраплоидным сортом [5]. Поскольку сокращение численности популяции до менее чем 12-15 растений ведет к заметному снижению продуктивности потомства [6], на делянке после проведения отбора оставляли не менее 20 растений, на которых удаляли завязавшиеся семена и открытые цветки для направленного переопыления лучших генотипов. Собранные семена высевали на изолированной делянке, где проводили отбор по морфологическим признакам и озерненности

1. Характеристика нового сорта гречихи Даша (среднее за 2013-2015гг.)

Признак	Сорт			$НСР_{05}$
	Дикуль (стандарт)	$ВС_5$ (Астра × Дикуль)	Даша	
Урожайность семян, т/га	1,62	1,75	1,93	0,19
Урожайность биомассы, г/м²	649	711	609	38,2
$К_{хоз}$, %	25,7	24,9	27,6	0,93
Вегетационный период, сут	71,0	73,0	71,3	
Устойчивость к полеганию, балл	3,1	3,0	3,4	

растений. Потомство использовали для следующего цикла отбора.

Оценку урожайности осуществляли по методике конкурсного сортоиспытания: посев рядовой, норма высева 3 млн всхожих семян/га, площадь делянки – 10 м², повторность пятикратная. Учет урожая поделяночный сплошной, уборка комбайном «Сампо-130».

гречихи – у гетерозисных гибридов этой культуры урожайность биомассы возрастает в большей мере, чем урожайность семян [2]. Кроме того, гибрид был несколько более позднеспелым, чем сорт Дикуль.

В связи с этим, созданную популяцию подвергли комплексной селекционной проработке. До начала цветения осуществляли отбор растений с

в период активно протекающего образования и налива семян (на двадцатый день с начала цветения). Установлено наличие широкой внутрипопуляционной изменчивости по этому признаку (см. рисунок). Интенсивность фотосинтеза растений $ВС_5$ (Астра × Дикуль) варьировала от 2,20 до 5,49 μmol CO_2/m^2s (более чем в 2 раза). Доля растений с максимально

2. Архитектоника вегетативной сферы растений нового сорта гречихи Даша (среднее за 2013-2015 гг.).

Сорт	Среднее число вегетативных узлов, шт.			Доля ограниченно ветвящихся растений в популяции, %
	на стебле	на ветвях	на растении	
Астра	6,0	15,7	21,7	5,5
Дикуль	5,6	12,5	18,1	19,8
$ВС_5$ (Астра × Дикуль)	5,7	13,8	19,5	3,4
Даша	5,7	12,5	18,2	11,2
$НСР_{05}$	0,26	0,88	1,05	

Для анализа соцветий в фазе уборочной спелости со средних рядков отбирали по 40 типичных растений каждого сорта, с каждого растения на анализ брали первое соцветие с главного побега.Подсчитывали число раскрывшихся цветков, отмерших завязей и налитых семян в каждом элементарном соцветии (соцветие гречихи состоит из нескольких элементарных соцветий); сумма величин этих показателей соответствует общему числу цветков в соцветии. В фазе уборочной спелости с учетных площадок размером 1 м² отбирали пробы растений для определения воздушно-сухой биомассы и массы зерна; на основании этих данных рассчитывали $К_{хоз}$ (долю зерна в биомассе).

Для проведения морфологического анализа растения выращивали в полевых условиях, схема посева 10 × 30 см. В фазе «цветение + 20 дней» у 100 растений каждого сорта подсчитывали число вегетативных узлов на стебле и на ветвях первого порядка; сумма этих показателей (число вегетативных узлов на растении) определяет потенциал ветвления растений сорта [7].

Полученные экспериментальные данные обрабатывали общепринятыми статистическими методами [8].

Гибридная популяция $ВС_5$ (Астра × Дикуль) на протяжении ряда лет недостоверно превосходила сорт-стандарт Дикуль по урожайности (табл. 1), что было обусловлено формированием большей биомассы (при сниженном $К_{хоз}$). Такой результат характерен для

оптимальной зоной ветвления стебля в сочетании с отбором на уменьшение числа вегетативных узлов на верхних ветвях. Поскольку известно, что увеличение доли растений с редуцированной зоной ветвления верхних ветвей (ограниченно ветвящихся) в популяции способствует повышению дружности цветения и созревания растений [9]. Проведение четырех циклов такого отбора позволило сократить потенциал ветвления растений прорабатываемого гибрида до уровня сорта Дикуль (табл. 2). Доля ограниченно ветвящихся растений в отселектированной популяции (сорт Даша) возросла на 7,8 %.

После отбора по метамерийной архитектонике осуществляли селекцию по интенсивности фотосинтеза

высокой интенсивностью фотосинтеза листьев (более 5 μmol CO_2/m^2s) составляла 8,8 % (см. рисунок): такие растения оставляли на делянке.

Два цикла отбора из популяции $ВС_5$ (Астра × Дикуль) по интенсивности фотосинтеза и озерненности позволили сформировать перспективный сорт гречихи Даша, отличающийся умеренным ростом.Новый сорт формирует в среднем на 14,7 % меньшую биомассу, чем исходная популяция, однако благодаря более высокому $К_{хоз}$ превосходит по урожайности как исходную популяцию, так и сорт-стандарт Дикуль (см. табл. 1). Устойчивость к полеганию сорта Даша на 0,3 балла выше, чем у стандарта. Продолжительность вегетационного периода – на уровне сорта-стандарта

Рисунок. *Популяционная структура (%) гибрида $ВС_5$ (Астра × Дикуль) по интенсивности фотосинтеза листьев (μmol CO_2/m^2s), 2009 г.*

3. Развитие соцветий у современных районированных детерминантных сортов гречихи (среднее за 2013-2015 гг.)

Сорт	Среднее число, шт.		
	элементарных соцветий в соцветии	цветков в элементарном соцветии	цветков в соцветии
Даша	10,4	4,2	43,9
Дождик	11,1	5,2	57,3
Деметра	13,6	5,0	68,4
Дикуль	11,8	5,2	60,2
Девятка	12,8	4,8	61,2
Дружина	13,5	5,4	72,8
$НСР_{05}$	0,54	0,43	11,8

Дикуль. Интенсивность фотосинтеза листьев растений сорта Даша возросла, по сравнению с исходной популяцией, недостоверно – с 12,5±0,23 до 12,9±0,33 μmol CO_2/m^2s (t= 0,99).

Отличительная особенность нового сорта гречихи Даша – уменьшенный размер соцветий: сниженное число элементарных соцветий, уменьшенное число цветков в элементарном соцветии и в соцветии в целом (табл. 3).

«шлейфом» мутаций, из материала, имеющего отдаленное географическое происхождение, в сочетании с последующим отбором по показателям продуктивности, архитектоники и интенсивности фотосинтетической активности растений. Новый сорт отличается повышенной урожайностью и устойчивостью к полеганию, увеличенным уборочным индексом, а также оптимизированным строением соцветия.

4. Урожайность перспективного сорта гречихи Даша в Государственном сортоиспытании (2016-2017 гг.)

Регион	Максимальная урожайность, т/га	Прибавка к сорту-стандарту, т/га
Центральный	3,18	0,60
Центрально-Черноземный	3,61	0,22
Северо-Кавказский	1,92	0,29
Средне-Волжский	2,63	0,65
Нижне-Волжский	2,85	0,25
Уральский	3,56	0,72
Западно-Сибирский	3,75	0,95
Восточно-Сибирский	3,16	0,78

Следует отметить, что до недавнего времени одним из основных направлений селекции при создании детерминантных сортов гречихи был отбор растений с крупными соцветиями [2]. Сорт Даша – первый сорт культуры с экономным габитусом соцветия, что обеспечивает ему дружное отцветание и созревание.

По результатам двухлетнего Государственного сортоиспытания сорт Даша рекомендован к использованию в Центральном, Западно-Сибирском и Восточно-Сибирском регионах Российская Федерация. В этих регионах наибольшие прибавки урожайности семян отмечены на Плавском ГСУ Тульской области (0,60 т/га), Чистоозерном ГСУ Новосибирской области (0,95 т/га), Нижнеудинском ГСУ Иркутской области (0,78 т/га). Максимальная урожайность (3,75 т/га) зафиксирована на Горьковском ГСУ Омской области. Высокий потенциал урожайности сорт Даша продемонстрировал в Центрально-Черноземном и Уральском регионах (табл. 4).

Создание нового детерминантного сорта Даша – первый пример успешного использования в селекции гречихи интрогрессии S-аллеля, предположительно сцепленного с другим

Литература.

1. Неттевич Э. Д., Фесенко Н. В. Биологический метод изоляции обыкновенной гречихи // Селекция и семеноводство. 1964. № 2. С. 41–45.

2. Генофонд и селекция крупяных культур. Гречиха / Н. В. Фесенко, Н. Н. Фесенко, О. И. Романова и др. / под ред. В.А. Драгавцева // Теоретические основы селекции растений. Т. 5. СПб.; ГНЦРФВИР, 2006. 196 с.

3. Палилов А. И. Многократный гетерозис. Минск: Наука и техника, 1976. 159 с.

4. Stone J. L. Sheltered load associated with S-alleles in Solanum carolinense // Heredity. 2004. Vol. 92. Pp. 335–342.

5. Фесенко Н. В. Селекция и семеноводство гречихи. М.: Колос, 1983. 190 с.

6. Соболев А. Н. Генетические основы формирования высокопродуктивных популяций гречихи: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1989. 17 с.

7. Морфогенетический метод селекции гречихи (методические рекомендации) / А. Н. Фесенко, Н. В. Фесенко, Г. Е. Мартыненко и др. М.: РАСХН, 2008. 24 с.

8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

9. Фесенко А. Н., Фесенко Н. Н. Влияние локуса LIMITED SECONDARY BRANCHING (LSB) на развитие репродуктивной системы и продуктивность растений гречихи // Доклады РАСХН. 2006. № 3. С. 4–6.

New variety of buckwheat ‘Dasha’

N. Fesenko[1], A. V. Amelin[2], I. N. Fesenko[1], O. V. Birukova[1], V. V. Zaikin[3]

[1]All-Russian Research Institute of Legumes and Groat Crops, ul. Molodezhnaya, 10, k. 1, pos. Streletskii, Orlovskii r-n., Orlovskaya obl., 302502, Russian Federation

[2]N. V. Parakhin Orel State Agrarian University, ul. Generala Rodina, 69, Orel, 302019, Russian Federation

[3]Название, ul. Generala Rodina, 69, Orel, 302019, Russian Federation

Abstract. *A high-yield buckwheat variety ‘Dasha’ was bred using some new genetic and physiological approaches. The initial material was obtained by hybridization of varieties ‘Astra’ (Ukraine) and ‘Diku’ (a widely distributed determinant variety in Russia), followed by a fivefold backcross to Dikul. Initially, short-styled plants of Astra variety (genotype Ss) were used as maternal plants; further short-styled hybrids were selected for each generation of backcrosses for pollination with long-styled plants of Dikul variety. As a result, the material obtained carries the dominant allele S of Astra variety. Before the beginning of flowering, plants were selected for the optimal zone of stem branching, together with the selection for a decrease in the number of vegetative nodes on the upper branches. After the selection for metameric architectonics, the breeding was carried out for the intensity of photosynthesis during the period of an active seed formation and filling (on the twentieth day from the beginning of flowering). The intensity of photosynthesis was determined on intact plants in real time using a portable gas analyzer Li-COR-6400 according to the original instruction of the company Li-COR. Wide intrapopulation variability on this character was revealed. Plants with maximum values of the photosynthesis intensity were cross-pollinated with each other. The development of Dasha variety is the first example of successful usage of S-allele introgression in buckwheat breeding from the material of different origin with subsequent selection for productivity, architectonics and photosynthetic activity of plants. This allele supposedly is linked with another mutation “load”. The new variety is characterized by an increased yield and resistance to lodging, higher harvest index and optimal inflorescence structure.*

Keywords: *buckwheat; heterosis; photosynthesis; variety.*

Author Details: *A. N. Fesenko, D. Sc. (Biol.), head of laboratory; A. V. Amelin, D. Sc. (Agr.), prof.; I. N. Fesenko, D. Sc. (Biol.), leading research fellow; O. V. Birukova, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow; V. V. Zaikin, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow.*

For citation: *Fesenko A. N., Amelin A. V., Fesenko I. N., Birukova O. V., Zaikin V. V. New variety of buckwheat ‘Dasha’. Zemledelie. 2018. No. 4. Pp. 36-38 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10411.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10412
УДК 633.12:631.528:631.529

Интродукция генов инорайонных сортов в геном *Fagopyrum esculentum* Moench.

Г. Е. МАРТЫНЕНКО,
ведущий научный сотрудник
Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур,
ул. Молодёжная, 10, к. 1,
пос. Стрелецкий, Орловский р-н,
Орловская обл., 302502, Российская Федерация

Цель исследования – создание высокоурожайного детерминантного донора гречихи с блоком генов инорайонных короткостебельных сортов. Исследования проводили в 1996-2008 гг. на опытных полях селекционного севооборота ВНИИЗБК, в Орловской области, расположенной в восточно-европейском ареале возделывания гречихи. Исходную популяцию создавали методом сложных ступенчатых скрещиваний фотонейтральных детерминантных ограниченноветвящихся сортообразцов с короткодневными японскими сортами, а также с материалами Башкирского НИИСХ и Каменец-Подольского СХИ – соответственно уральского и западно-украинского регионов. Для гибридизации с японскими сортами использовали детерминантную форму Д $\frac{3-4}{10}$, с длинным соцветием и 10-ю вегетативными узлами в зоне ветвления главного побега. Смесь японских сортов, составленную в равных количествах, использовали в качестве отцовского компонента и высевали черезрядно с этой формой. В гибридной популяции проводили отбор по признакам ограниченного ветвления, длине и озерненности соцветий, крупноплодности. Созданный сортообразец Яруд в трехлетнем конкурсном сортоиспытании превысил стандарт Дикуль по урожаю семян в среднем на 4,4 ц/га, или на 18,2 %, при средней урожайности 28,6 ц/га. Вегетационный период (74 суток) равен стандарту. По урожайности биомассы Яруд превысил стандарт на 8,8 ц/га. Доля ограниченноветвящихся растений в популяции нового сорта в условиях сплошного посева составляет 56,8 %. Для сорта характерна длинная (5,2 см) кисть с повышенной озерненностью. Масса 1000 семян в среднем составляет 35,3 г, это на 7,2 г больше, чем у Дикуля, общий выход крупы у Яруда близок к стандарту (+0,6 %), а по выходу ядрицы он превышает Дикуль (+4,8 %). Крупность крупы больше, чем у стандарта, на 33,2 %, выровненность зерна – на 33,0 %. Обсуждается положительное действие мутации ограниченного ветвления «lsb» в интродукции инорайонного материала.

Ключевые слова: *гречиха, мутация, селекция, урожайность, геном, интродукция, гетерозис, ограниченное ветвление.*

Для цитирования: *Мартыненко Г. Е. Интродукция генов инорайонных сортов в геном Fagopyrum esculentum Moench. // Земледелие. 2018. № 4. С. 39-42. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10412.*

В Государственном реестре сортов сельскохозяйственных культур, допущенных к использованию на территории Российской Федерации, нет сортов гречихи, созданных с участием сортов *F. esculentum* зарубежной селекции (без стран бывшего СССР). При этом многолетний опыт работы с другими культурами показывает высокую эффективность скрещивания сортов различного эколого-географического происхождения. Генетическое взаимодействие разнонаправленных экологических блоков генов при гибридизации служит источником гетерозиса, инициирует выщепление трансгрессивных форм, часто обладающих более высоким уровнем ценных свойств, нежели родительские формы. Вследствие канализованной изменчивости у мутантов эффективность скрещивания с мутантными формами может быть аналогичной гибридизации эколого-географически отдаленных форм.

Цель нашего исследования заключалась в создании высокоурожайного донора с блоком генов короткодневных сортов путем объединения методов отдаленного эколого-географического скрещивания и мутационной селекции.

Решение этой проблемы могло бы содействовать обогащению отечественного генофонда гречихи и расширить базу исходного материала для выведения новых высокопродуктивных сортов с повышенными адаптивными свойствами [1, 2].

В лаборатории селекции гречихи ВНИИЗБК неоднократно предпринимали попытки включения в селекционный процесс материалов коллекции ВИР из Индии и Китая. Это были мелкозерные позднеспелые образцы. Отбор из гибридных популяций с этими образцами долгое время не давал положительных результатов. Первым примером эффективного использования в качестве исходного материала короткодневных сортов из восточноазиатского региона стал детерминантный сорт Яруд. Это селекционный среднеспелый детерминантный сортообразец, с крупным соцветием, широколистный; отобран из сложной гибридной популяции.

Опыты и селекцию проводили в 1996-2008 гг. на полях селекционного севооборота ВНИИЗБК в Орловской области, расположенной в восточно-европейском ареале возделывания гречихи. Исходную популяцию создавали методом сложных ступенчатых скрещиваний с включением геномов 4-х японских короткодневных сортов, а также сорта Уфимская селекции Башкирского НИИСХ, выведенного на основе местных форм уральского региона; украинского сорта Роксолана селекции Каменец-Подольского СХИ; мутантной формы Треугольнолистная и детерминантных популяций с крупным соцветием Дождик и Д-10, которые были отобраны из сложных гибридных популяций с участием ограниченноветвящихся детерминантных образцов (рис. 1).

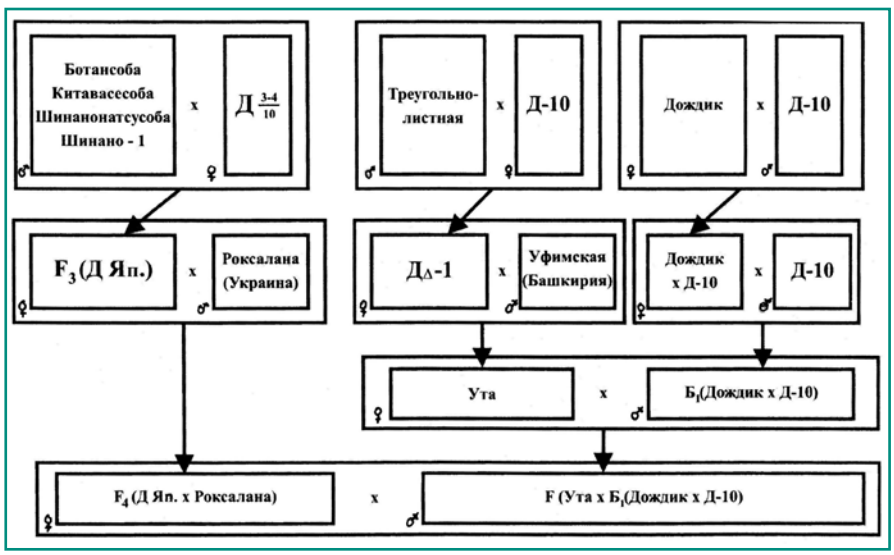


Рис. 1. *Родительские формы и схема гибридизации, применявшиеся в создании исходной популяции сортообразца Яруд.*

1. Продуктивность японских сортов в конкурсном сортоиспытании ВНИИЗБК, 1996 г.

Сорт	Урожайность семян, ц/га	Масса 1000 семян, г	Пленчатость %
Баллада, стандарт	22,9	26,6	18,6
Сумчанка	23,5	28,8	19,6
Китавасесоба	0,05	23,9	25,8
Ботансоба	0,03	27,4	21,8
Шинано-Натсусоба	0,03	26,5	23,7
Шинано 1	0,01	28,5	21,0

Начиная со 2-го поколения был проведен трехкратный отбор на детерминантность, ограниченное ветвление (ОВ), крупную кисть, озернённость и крупноплодность, разработанными в лаборатории ВНИИЗБК способами. Дальнейший селекционный процесс осуществляли в соответствии с типовой схемой для детерминантных сортов [3].

Использованные в качестве исходного материала короткодневные японские сорта Ботансоба, Китавасесоба, Шинано-Натсусоба, Шинано 1 имели традиционный габитус, отличались исключительно поздним сроком зацветания и низкой продуктивностью. По массе 1000 семян они находились на уровне российских среднезёрных сортов Баллада и Сумчанка (табл. 1).

В конкурсном сортоиспытании ВНИИЗБК в 1996 г. японские сорта отличались исключительно недружным цветением: количество зацветших растений на 10 июля (через 12 дней от даты начала цветения стандарта) у них составляло 1,0-10,0 %, на 29 июля – 16,0-33,0 %. Часть растений не цвела вплоть до уборки.

Для гибридизации с японскими сортами использовали детерминантную форму с 10-ю вегетативными узлами в зоне ветвления главного побега, выделенную из популяции Д-10 и размножаемую как образец $Д\frac{3-4}{10}$. Растения, составляющие модальный класс этой формы, зацветают на 14-18 дней позже самого позднеспелого детерминантного сорта Деметра.

Смесь японских сортов (составленную в равном количестве) использовали в качестве отцовского компонента и высевали черезрядно с формой $Д-\frac{3-4}{10}$, используя последнюю в качестве материнского компонента (рис. 2). В фазе начала цветения в ее рядках удаляли короткостолбчатые растения.

В процессе селекции Яруда особое внимание уделяли формированию оптимальной (в критериях морфогенетического метода) вегетативной зоны [4] основных побегов. Для чего в F_2-F_4 до цветения (в фазе бутонизации) в популяции оставляли растения только с 5-6 вегетативными узлами на главном побеге, в фазе цветения проводили негативный отбор, оставляя в популяции растения морфотипов с полной или частичной редукцией вегетативных узлов, до одного на первой ветви (считая сверху) и до двух на второй ветви.

В первоочередном порядке, начиная с периода «цветение + 30 суток», проводили отбор на крупноплодность и озерненность соцветий, что должно было способствовать накоплению в популяции растений с повышенной плодовой нагрузкой в фазе начала созревания, действующей в качестве физиологического ограничителя избыточной ремонтантности.

***Рис. 2.** Растения формы $Д\frac{3-4}{10}$ в окружении японских сортов в питомнике гибридизации.*

Сорт Яруд в конкурсном сортоиспытании в 2005, 2006, 2008 гг. продемонстрировал существенную прибавку урожая зерна к стандарту Дикуль, превысив его на 4,4 ц/га, или 18,2 %, при средней урожайности 28,6 ц/га. Следует отметить, что величина показателя $K_{хоз}$ у созданного сорта находилась на уровне мелколистного дружно созревающего Дикуля, а в отдельные годы и превосходила его. Весьма ценно отметить, что урожайность биомассы у сорта Яруд оказалась выше (на 8,8 ц/га), чем у стандарта Дикуль (табл. 2).

По устойчивости к полеганию Яруд только в 2008 г. уступил Дикулю – 3,2 и 4,4 балла соответственно, причем даже в этом году новый сорт сформировал более высокую урожайность.

Можно предположить, что широкая генетическая основа сорта, обусловленная экологическим разнообразием исходного материала и включением мутантных образцов, отселектированных по продуктивности, обеспечили широколистному детерминантному сорту уровень гетерозисности, достаточный, для того чтобы на широте Орла конкурировать с мелколистным урожайным сортом Дикуль.

Яруд – крупнозерный сорт. Масса его 1000 семян в среднем составляет 35,3 г, что на 7,2 г выше, чем у Дикуля (табл. 3). Общий выход крупы у Яруда близок к стандарту (+ 0,6 %), однако по выходу ядрицы он существенно превышает Дикуль (+4,8 %). Крупность крупы также выше стандарта на 33,2 %, выровненность зерна – на 33,0 %. Выровненность – ценный технологический показатель. Кроме того, ее высокая величина у Яруда (88,7 %) свидетельствует об интенсовном отборе крупнозерных генотипов [5]. Сужение популяции по признаку крупности плодов не воспрепятствовало формированию у нового сорта высоких урожайных качеств.

Отмеченные свойства сорта свидетельствуют о его перспективности не только для передачи на государственное сортоиспытание, но и использования в качестве ценного исходного материала.

Фенотип Яруда характеризуется наличием в популяции ограниченноветвящихся растений и крупной репродуктивной кистью. По сравнению с первым детерминантным сортом Сумчанка, обладающим традиционным типом ветвления, количество ОВ-растений у Яруда выше в 6,2 раза, а с сортом Дикуль – более чем на 11 % (табл. 4). Для более длинной (5,2 см), чем у сравниваемых сортов (табл.5), кисти Яруда свойственны более высокие показатели продуктивности: по числу и массе плодов, массе 1000 семян, индексу фертильности, рассчитываемому как отношение количества плодов в кисти к числу элементарных соцветий.

2. Продуктивность и агробиологические свойства сортообразца Яруд в конкурсном сортоиспытании

Признак	Показатель	2005 г.	2006 г.	2008 г.	В среднем
Урожайность, ц/га	сорт	24,4	26,6	34,9	28,6
	±к стандарту	+4,8	+4,4	+4,0	+4,4
	$НСР_{05}$	1,8	2,7	2,3	2,3
Вегетационный период, сут.	сорт	71	71	80	74
	±к стандарту	±0	±0	±0	±0
$K_{хоз}$, %	сорт	26,3	29,1	29,1	28,2
	±к стандарту	+3,7	-0,9	+2,7	+ 1,8
Устойчивость к полеганию, балл	сорт	5,0	4,4	3,2	4,2
	±к стандарту	±0	±0	-1,1	-0,4
Урожайность биомассы, ц/га	сорт	92,8	91,4	119,9	101,4
	±к стандарту	+6,1	+17,4	+2,9	+8,8

3. Технологические качества зерна у сортообразца Яруд

Признак	Показатель	2005 г.	2006 г.	2008 г.	В среднем
Масса 1000	сорт	33,4	36,2	36,3	35,3
зерен, г.	±к стандарту	+5,4	+8,4	+7,7	+7,2
Общий выход	сорт	71,6	71,4	71,9	71,6
крупы, %	±к стандарту	-0,5	+1,7	+0,1	+0,4
Выход ядрицы, %	сорт	67,0	64,0	65,1	65,4
	±к стандарту	+3,5	+4,7	+6,3	+4,8
Крупность	сорт	74,8	77,7	81,3	77,9
крупы, %	±к стандарту	+30,8	+29,6	+39,2	+33,2
Выравненность,	сорт	87,6	88,5	90,1	88,7
% (5,0 + 4,8)	±к стандарту	+36,0	+30,2	+32,9	+33,0

Создание высокоурожайного детерминантного образца из комбинации с японскими сортами означает возможность интродукции эколо-

4. Доля ОВ-растений в сортовых популяциях гречихи, в условиях сплошного посева, 2011 г.

Сорт	Формула вегетативной зоны основных побегов (по Н.В.Фесенко)	Доля ОВ-растений, %
Сумчанка	4,9+2,0+2,4	9,1
Дикуль, стандарт	5,8+1,5+2,0	45,0
Яруд	5,4+1,4+1,9	56,8

гического блока генов короткодневных японских сортов в геном фотонейтральных российский сортов. Положительный результат, на наш взгляд, может быть объяснен плейотропным влиянием мутации ограниченного ветвления *lsb*, вызывающий редукцию (полную или части)

5. Характеристика верхушечной репродуктивной кисти у детерминантных сортов гречихи, в условиях сплошного посева, 2017 г.

Сорт	Длина кисти, см	Количество элементарных соцветий	Количество плодов	Масса плодов, г	Масса 1000 семян, г	Индекс фертильности
Сумчанка	3	14,9	21,5	0,68	29,2	1,4
Дикуль, стандарт	4,6	17,7	26,9	0,85	31,5	1,5
Яруд	5,2	17,5	32,9	1,22	37,6	1,7

вегетативных узлов и соответственно вегетативных почек, меристемы которых содержат фоторецепторы, реагирующие на длину дня [6]. ОВ-мутация как фактор интродукции инорайонного экологического блока генов проявила себя ранее в создании индетерминантного ОВ-сорта Есень (14), с потенциалом продуктивности 54,9 ц/га. Повышенная в условиях уральского региона конкурентоспособность этого сорта, созданного на основе позднозревающих с высоким морфологическим потенциалом сортов западно-украинского экотипа, сформировавшегося в условиях относительно мягкого климата, также означало продвижение блока генов западно-украинских сортов в регион с резко-континентальным климатом.

Сорт Есень был выведен однократным отбором семей на высокую комбинационную способность из ОВ-сорта Баллада. В конкурсном сортоиспытании в течение 5 генераций сохранялся и достигнутый уровень гетерозисного эффекта (+3,2 ц/га к Балладе) и близкий к Балладе ОВ-фенотип [7]. В последующих опытах была подтверждена повышенная стабильность урожаев у районированных ОВ-сортов и у создаваемых детерминантных ОВ-сортообразцов [8, 9].

Эволюционные процессы, как и микроэволюционные в культуре, происходят последовательно и не так быстро, как бы этого хотелось. Однонаправленное воздействие среды, в нашем случае – отбор на продуктивность, вызвало в русле канализованного рекомбиногенеза исходной мутации дальнейшее выщепление мутаций, в частности «*lr*» (форма ДС), вызывающей увеличение длины оси репродуктивной кисти. Мутация *lr* была выделена из гибридной комбинации Д-1 (Сумчанка) × ПВО-1. Взаимодействие обоих генов детерминантности *d* и ограниченного ветвления *lsb* способствовало повышению адаптивности и продуктивности современных детерминантных сортов и расширению их ареала [2, 10]. Донорами, сочетавшими оба признака, при создании Яруда были сортообразцы Д-10 и $Д^{3-4}_{10}$ (см. рисунок).

Считается, что полудоминантные мутации, к которым относятся и *lsb*, и *lr* [11] в популяциях способствуют повышению продуктивности [12]. Обе мутации обладают значительным материнским эффектом в наследовании, указывающим на роль цитоплазмы, которая модифицирует отклик растения на внешние воздействия, что, возможно, повышает устойчивость плодообразования.

Таким образом, в результате исследований был создан высокоурожайный детерминантный донор гречихи с блоком генов короткодневных сортов, ценный по качеству зерна, расширяющий базу исходного материала культуры в селекции на урожайность и адаптивность.

Получению высокоурожайного донора с блоком генов короткодневных сортов способствовало введение в селекционный процесс мутации ограниченного ветвления *lsb*.

Литература.

1. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого–генетические основы) в 2-х томах. М.: Издательство РУДН, 2001. Т. 1. 1204 с.

2. Мережко А.Ф. Проблема доноров в селекции растений. С.-Пб.: ВИР, 1994. 126 с.

3. Мартыненко Г.Е., Фесенко А. Н., Шипулин О. А. Селекция сортов гречихи нового поколения // Зерновое хозяйство. 2010. № 5 (11). С. 9–15.

4. Фесенко А.Н., Фесенко Н.Н., Романова О.И. Морфогенетический метод селекции гречихи: монография. С.-Пб.: ВИР, 2017. 134 с.

5. Мартыненко Г. Е., Фесенко Н. В., Варлахова Л. Н. Результаты селекции детерминантных сортов гречихи на качество зерна // Научно–технический бюллетень Всероссийского научно–исследовательского института зернобобовых и крупяных культур. 2005. Вып. 43. С. 28–35.

6. Полевой В. В., Саламатова Г. С. Физиология роста и развития растений. Л.: ЛГУ, 1994. 239 с.

7. Фесенко Н. В., Мартыненко Г. Е. Ограниченно ветвящийся сорт Есень // Зерновые культуры. 1993. № 2. С. 37–39.

8. Сравнительная оценка урожайности и адаптивности современных сортов гречихи /Г. Е. Мартыненко, О. А. Шипулин, А. Н. Фесенко и др. // Новые сорта сельскохозяйственных культур – составная часть инновационных технологий в растениеводстве: сборник науч. материалов Шатиловских чтений, посвященных 115-летию Шатиловской СХОС. Орел: ВНИИЗБК, 2011. С. 20–22.

9. Влияние архитектоники вегетативной сферы растений на урожайность детерминантных сортов гречихи / А. Н. Фесенко, В. И. Мазалов, О. А. Шипулин и др. // Аграрная Россия. 2011. № 3. С. 17–19.

10. Создание холодостойкого детерминантного сорта гречихи Девятка / Г. Е. Мартыненко, Н. В. Фесенко, А. Н. Фесенко и др. // Вестник Орел ГАУ. 2010. № 4. С. 85–87.

11. Мартыненко Г. Е. Значение корректирующих мутаций в селекции детерминантных сортов гречихи // Зернобобовые и крупяные культуры. 2012. № 1. С. 68–76.

12. Рапопорт И. А. Особенности и механизм действия супермутогенов // Супермутагены (сборник научных статей). М.: Наука, 1966. С. 176–184.

Introduction of Genes of Varieties from Other Regions into Genome of Fagopyrum esculentum

G. E. Martynenko
All-Russian Research Institute of Legumes and Groat Crops, ul. Molodezhnaya, 10, k. 1, pos. Streletskii, Orlovskii r-n, Orlovskaya obl., 302502, Russian Federation

Abstract. *The aim of the study was to develop a high-yield determinant buckwheat donor with a block of genes from short-stemmed varieties from other regions. The research was carried out in 1996–2008 in the experimental fields of a breeding crop rotation of the All-Russian Research Institute of Legumes and Groat Crops, Orel region, located in the eastern European area of buckwheat cultivation. The initial population was created by the method of complex stepwise crossings of photoneutral determinant limited-branch varieties with short-day Japanese varieties, and also with materials from Bashkir Research Agricultural Institute and Kamenets-Podolsky Agricultural Institute of the Urals and Western Ukraine regions. For hybridization with Japanese varieties, a determinant form D(3-4)/10 with a long inflorescence and 10 vegetative nodes in the branching zone of the main shoot was used. A mixture of Japanese varieties in equal amounts was used as a paternal component and sown sequentially with this form. In F2-F1 of the initial hybrid population, plants were selected according to the signs of limited branching, length and the number of grains in inflorescences, large-fruits. The developed variety Yarud in the three-year competitive variety test exceeded the standard Dikul on average by 0.44 t/ha, or 18.2%, with an average yield of grain of 2.86 t/ha. The vegetation period is 74 days, it is equal to the standard. According to the yield of biomass, Yarud exceeded the standard by 0.88 t/ha. The share of the limited-branched plants in the Yarud population under conditions of continuous sowing is 56.8%. A long (5.2 cm) raceme with increased graininess is characteristic for the variety. The average weight of 1000 seeds is 35.3 g, which is 7.2 g higher than that of Dikul, the total yield of groat in Yarud is close to the standard (+0.6%), and at the output of the unground buckwheat it exceeds Dikul (+4.8%). The grain size is above the standard by 33.2%, the grain evenness is 33.0%. The positive effect of "lbs" mutation of the limited branching in the introduction of material from other regions is discussed.*

Keywords: *buckwheat; mutation; breeding; yield; genome; introduction; heterosis; limited branching.*

Author Details: *G. E. Martynenko, leading research fellow.*

For citation: *Martynenko G. E. Introduction of Genes of Varieties from Other Regions into Genome of Fagopyrum esculentum. Zemledelije. 2018. No. 4. Pp. 39-42 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10412.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10413
УДК 633.12:577.112.083

Оптимизация условий экстракции белков из плодов гречихи

С. В. БОБКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией (e-mail: svbobkov@gmail.com)
В. И. ЗОТИКОВ, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН, зам. директора
О. В. УВАРОВА, научный сотрудник
Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур, ул. Молодёжная, 10, к. 1, пос. Стрелецкий, Орловский р-н, Орловская обл., 302502, Российская Федерация

Цель исследований состояла в оптимизации параметров экстракции белков из плодов гречихи для разработки технологии получения белковых изолятов. Изучали влияние факторов «время экстракции», «pH дисперсии» и «сорт» на выход белка, эффективность экстракции, содержание в изоляте и остаточном материале сырого протеина и золы, содержание крахмала в остаточном материале. Экстракцию белка проводили раствором гидроксида натрия со значениями pH 8 и 9 в течение 1 и 4 ч. Использовали сорта гречихи Дикуль и Девятка с содержанием белка в семенах 11,5 и 12,8 % соответственно. Для увеличения выхода изолята с высоким содержанием сырого протеина следует использовать сорта гречихи с большим содержанием белка в семенах. У сорта Девятка выход изолята был существенно выше, чем у сорта Дикуль (6,9 и 6,1 г соответственно), также как и содержание сырого протеина в изоляте (80,1 и 75,0 % соответственно). Для получения изолятов с высоким содержанием белка экстракция при pH 8 в течение 1 ч предпочтительней, чем при pH 9 и 4 ч, хотя это и не нашло статистического подтверждения. Увеличение pH с 8 до 9 существенно повышает эффективность экстракции – 6,3 и 6,7 г соответственно, уменьшает содержание сырого протеина в остаточном материале – 6,6 и 6,0 % соответственно. Не выявлено существенного влияния изученных факторов на содержание крахмала в остаточном материале. Больше всего минеральных веществ (золы) в белковом изоляте и остаточном материале наблюдали у сорта Девятка (2,20 % против 1,70 % у сорта Дикуль) при времени экстракции 1 ч (2,30 % против 1,60 % при 4 ч).

Ключевые слова: *гречиха, Fagopyrum esculentum Moench, крупа, мука, изолированный белок, сырой протеин, селекция гречихи.*

Для цитирования: *Бобков С. В., Зотиков В. И., Уварова О. В. Оптимизация условий экстракции белков из плодов гречихи // Земледелие. 2018. № 4. С. 42-44. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10413.*

Гречиха – важная сельскохозяйственная культура. В 2016 г. в мире ее выращивали на площади 2,4 млн га, урожайность составила 2,4 млн т зерна [1]. В России гречиху традиционно возделывают для производства крупы-ядрицы [2]. Гречневая крупа обладает ценными питательными свойствами и служит продуктом повседневного потребления. Глубокая переработка зерна гречихи имеет хорошие перспективы вследствие его высокой биологической ценности. Так, содержание белка в плодах гречихи достигает 18,9 % [3]. Белки гречихи характеризуются сбалансированным составом аминокислот, занимая промежуточное положение между злаковыми и бобовыми культурами, отличаются высоким содержанием лизина, аргинина и треонина [4, 5]. Они содержат 50-65 % альбуминов и глобулинов и только 6 % проламинов, что позволяет использовать продукты из семян культуры в диетическом питании при глютеновой энтеропатии [6, 7]. Плоды гречихи также богаты цинком, медью и марганцем [2], энзимрезистентным крахмалом, ненасыщенными жирными кислотами, флавоноидами, фагопиритолами, фитостеролами и другими биологически активными веществами [8, 9, 10].

Разработку методов экстракции белков из плодов можно сочетать с селекцией сортов гречихи с высоким содержанием белка в семенах. Известно, что массовая доля зародыша в обрушенном семени составляет 23,3-27,8 % [11], содержание белка в эндосперме – 5,7-6,1 %, а в зародыше – 48,3-52,5 %. Учитывая большой вклад зародыша (72,5-75,9 %) в накопление белков в семенах, признак «содержание зародыша в семени» можно использовать в качестве маркера в селекции гречихи на высокое содержание белка [11].

В ранее проведенных опытах изолированные белки содержали 71,9-81,4 % сырого протеина в пересчете на абсолютно сухое вещество [11].

Для определения параметров дальнейших исследований требуется

определение влияния сортовых различий, pH дисперсии и затрат времени на выход белка и эффективность экстракции, которая выражается в отношении количества полученного белка к его содержанию в плодах.

Цель исследований состояла в оптимизации параметров экстракции белков из плодов гречихи для повышения выхода изолята с высоким содержанием сырого протеина.

В экспериментах использовали муку сортов Дикуль и Девятка. Изолированные белки выделяли методами щелочной экстракции [11] и кислой преципитации. Последний ранее применяли для получения белковых изолятов гороха [12]. Содержание сырого протеина в муке и изолятах определяли по методу Кьельдаля с использованием дигестора с программируемым нагревом DK-6 фирмы VELP SCIENTIFICA (Италия) для сжигания проб растительного материала и UDK-152 этой же фирмы для дальнейшей перегонки и титрования. Содержания крахмала в муке гречихи определяли поляриметрическим методом по Эверсу, золы – путем сжигания в муфельной печи [13].

Экстракцию белка проводили раствором гидроксида натрия (NaOH) со значениями pH 8 и 9, которые ранее использовали в опытах с горохом [12]. Продолжительность экстракции составляла 1 и 4 ч, поскольку предварительные исследования показали высокую эффективность экстракции белков гречихи в течение указанных периодов времени в зависимости от сочетаний с другими факторами. Экстракцию проводили при 25 °С, непрерывно перемешивая суспензию на шейкере. Затем ее центрифугировали, в полученный супернатант добавляли соляную кислоту, а pH суспензии доводили до значения изоэлектрической точки белков гречихи. Раствор с осаждающимися белками центрифугировали. Для более полного выделения белков проводили второй цикл экстракции и осаждения. Полученные изолированные белки высушивали при температуре не более 50 °С.

1. Влияние сортовых особенностей на выход изолированного белка и эффективность экстракции

Сорт	Содержание белка в 100 г абсолютно-сухой муки, г	Масса абсолютно сухого изолята, г	Эффективность экстракции, %
Дикуль	11,5	6,1*	53,1
Девятка	12,8	6,9	54,1

** существенные различия ($p=0,03$; $R^2=0,91$) между сортами*

Исследовали влияние факторов «сорт», «pH дисперсии» и «время экстракции» на выход белка и эффективность экстракции, содержание сырого протеина и золы в изоляте и остаточном материале, содержание крахмала в остаточном материале. Статистическую обработку полученных данных выполняли с помощью программы STATISTICA. Проводили параметрический корреляционный анализ с использованием коэффициента корреляции Пирсона. В табл. 1 и 2 приведены только данные с существенным влиянием факторов, однако при анализе использовали все перечисленные факторы. При указании pH и влияния времени экстракции в табл. 2-7 учитывали варьирование по градациям фактора «сорт».

2. Влияние величины pH на выход изолированного белка и эффективность экстракции

pH	Содержание белка в 100 г абсолютно-сухой муки, г	Вес абсолютно сухого изолята, г	Эффективность экстракции, %
8	12,1	6,3	51,8*
9	12,1	6,7	55,4

**существенные различия ($p=0,03$; $R^2=0,72$) по фактору pH дисперсии*

У сорта гречихи Дикуль содержание сырого протеина в муке составило 11,5 %, у сорта Девятка – 12,8 %. Факторный анализ выявил существенные различия ($p=0,03$; $R^2=0,91$) между ними по выходу изолированного белка (табл. 1). Средний выход абсолютно сухого белка из 100 г муки у сорта Дикуль составил 6,1 г, у сорта Девятка – 6,9 г. Мы предполагаем, что содержание белка в муке служит определяющим фактором для выхода изолированного белка. Корреляционный анализ подтвердил это предположение, выявив тесную зависимость между содержанием сырого протеина в муке и выходом изолированного белка ($r=0,8$, при $p<0,05$).

Известно, что в плодах гречихи содержится 50-65 % альбуминов и глобулинов, 18,7 % глутелинов и 6 % проламинов [7]. Глутелины хорошо растворяются в разбавленных щелочах, поэтому вполне вероятно, что основная их масса перешла в раствор, а часть глобулинов осталась в связанном состоянии. В дальнейших исследованиях по экстракции белков следует обратить внимание на увеличение выхода в раствор глобулиновой и альбуминовой фракции белков, что подразумевает использование других экстрагирующих агентов.

Сортовые особенности и время не оказывали существенного влияния на эффективность экстракции. Однако в опыте наблюдали существенные различия по фактору pH дисперсии. При его повышении с 8 до 9 средняя эффективность экстракции значимо увеличивалась (табл. 2) с 51,8 % до 55,4 % ($p=0,03$; $R^2=0,72$).

На содержание сырого протеина в изоляте существенное влияние оказывал фактор «сорт». Наибольшее содержание сырого протеина было характерно для изолятов сорта Девятка (табл. 3).

Содержание сырого протеина в остаточном материале позволяет оценить эффективность экстракции для разработки технологии получения изолятов белков. В опыте на величину этого показателя существенное влияние оказывал фактор «pH дисперсии». Его увеличение с 8 до 9 приводило к снижению количества сырого протеина в остаточном материале на 0,6 %.

Концентрация минеральных веществ (золы) в муке сорта Дикуль составляла 1,77 %, в муке сорта Девятка – 1,99 %. На содержание золы в изоляте существенное влияние оказывали факторы «время экстракции» и «сорт» (табл. 4). Наи-

3. Влияние факторов на содержание сырого протеина в изоляте и остаточном материале

Фактор	Градация	Изолят			Остаток		
		содержание сырого протеина, %	p	R^2	содержание белка, %	p	R^2
Время, ч	1	78,8	0,062473	0,94052	6,4	0,347884	0,72648
	4	76,2			6,2		
pH	8	78,4	0,155415		6,6	0,043952*	
	9	76,7			6,0		
Сорт	Дикуль	75,0	0,010630*		6,4	0,360678	
	Девятка	80,1			6,2		

** существенные различия*

4. Влияние экспериментальных факторов на содержание минеральных веществ (зола) в изоляте и остаточном материале

Фактор	Градация	Изолят			Остаток		
		содержание золы, %	p	R^2	Содержание золы, %	p	R^2
Время, ч	1	2,30	0,014524*	0,94687	1,37	0,026197*	0,99985
	4	1,60			1,28		
pH	8	2,00	0,287953		1,30	0,056321	
	9	1,90			1,34		
Сорт	Дикуль	1,70	0,036856*		1,30	0,022805*	
	Девятка	2,20			1,34		

** существенные различия*

большее количество минеральных веществ (золы) в изоляте выделили при меньшем времени экстракции (1 ч) у сорта Девятка. Анализ экспериментальных данных позволил выделить существенное влияние двух исследованных факторов на содержание золы в остаточном материале – времени экстракции и сортовых различий.

5. Влияние экспериментальных факторов на содержание крахмала в остаточном материале

Фактор	Градация	Содержание крахмала, %	p	R^2
Время, ч	1	85,1	0,917462	0,73497
	4	85,3		
pH	8	84,0	0,456315	
	9	86,2		
Сорт	Дикуль	85,9	0,592218	
	Девятка	84,4		

Содержание крахмала в муке сортов Дикуль и Девятка было равно 76,38 и 77,27 % соответственно. После экстракции белка величина этого показателя в остаточном материале возросла до 85,9 и 84,4 % соответственно (табл. 5). Однако существенного влияния исследуемых факторов на содержание крахмала в остаточном материале выявлено не было.

Таким образом, для увеличения выхода изолята с высоким содержанием сырого протеина следует использовать сорта гречихи с большим содержанием белка в семенах. Для получения изолятов с высоким содержанием белка предпочтительна экстракция при pH 8 в течение 1 часа, хотя это и не нашло статистического подтверждения.

Увеличение pH с 8 до 9 существенно повышало эффективность экстракции и уменьшало содержание сырого протеина в остаточном материале. Не выявлено существенного влияния изученных факторов на концентрацию крахмала в остаточном материале. Наибольшее содержание минеральных веществ (золы) в белковом изоляте и остаточном материале наблюдается у сорта Девятка при меньшем времени экстракции (1 час).

Литература.

1. Crops // FAOSTAT [Электронный ресурс]. URL: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize (дата обращения: 17.05.2018).

2. Варлахова Л. Н., Бобков С. В., Михайлова И. М. Технологические качества зерна гречихи различных сортов // Доклады РАСХН. 2012. № 6. С. 37–40.

3. Krkoskova B., Mrazova Z. Prophylactic components of buckwheat // Food Research International. 2005. Vol. 38. Pp. 561–568.

4. Studies on the amino acid and mineral content of buckwheat protein fractions / Y. Wei, X. Hu, G. Zhang, etc. // Nahrung/Food. 2003. Vol. 2. Pp. 114–116.

5. Биохимическая характеристика белков семян современных сортов гречихи / С. В. Бобков, В. И. Зотиков, И. М. Михайлова и др. // Земледелие. 2015. № 5. С. 42-43.

6. Skerritt J. H. Molecular comparison of alcohol-soluble wheat and buckwheat proteins // Cereal Chemistry. 1986. Vol. 63. Pp. 365–369.

7. Extention of the spectra of plant products for the diet in coeliac disease / J. Petr, I. Michalík, H. Tlaskalová etc. // Czech J. Food Sci. 2003. Vol. 21. Pp. 59–70.

8. Is buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) still a valuable crop today? / A. L. Jacquemart, V. Cawoy, J. M. Kinet, etc. // Eur. J. Plant Sci. Biotechnol. 2012. Vol. 6 (2) (Special Issue). Pp. 1–10.

9. Bioactive compounds in functional buckwheat food / Z. L. Zhang, M. L. Zhou, Y. Tang, etc. // Food Res. Int. 2012. Vol. 49. Pp. 389–395.

10. Bobkov S. Biochemical and technological properties of buckwheat grains // Molecular Breeding and Nutritional Aspects of Buckwheat / editors M. Zhou, I. Kreft, S.-H. Woo, etc. Oxford: Academic Press, 2016. Ch. 34. Pp. 423–440.

11. Перспективы получения изолированных белков гречихи / С. В. Бобков, В. И. Зотиков, Т. С. Наумкина и др. // Земледелие. 2017. № 3. С. 27-30.

12. Бобков С. В., Уварова О. В. Перспектива использования гороха для производства изолятов запасных белков // Земледелие. 2012. № 8. С. 47-48.

13. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков, В. В. Арасимович, Н. П. Ярош и др. Л.: Агропромиздат. Ленингр. отделение, 1987. 430 с.

Optimization of Protein Extraction from Buckwheat Seeds

S. V. Bobkov, V. I. Zotikov, O. V. Uvarova

All-Russian Research Institute of Legumes and Groat Crops, ul. Molodezhnaya, 10, k. 1, pos. Streletskii, Orlovskii r-n, Orlovskaya obl., 302502, Russian Federation

Abstract. *The goal of the study was to optimize parameters of protein extraction from buckwheat fruits in order to develop a technology for obtaining protein isolates. The influence of extraction time, pH of dispersion and variety on protein output, extraction efficiency, content of crude protein, ash, starch in the isolate and residual material was studied. Protein extraction was carried out by the solution of sodium hydroxide with pH values of 8 and 9 during 1 and 4 hours. The authors used Dikul and Devyatka buckwheat varieties with the protein content in seeds of 11.5 and 12.8%, respectively. To increase the yield of an isolate with a high content of crude protein, it is necessary to use buckwheat varieties with high protein content in seeds. The output of the isolate was significantly higher in Devyatka variety in comparison with Dikul variety: 6.9 and 6.1 g, respectively, as well as the content of crude protein in the isolate: 80.1 and 75.0%. To obtain isolates with high content of protein, the extraction at pH 8 during 1 hour is more preferable than pH 9 during 4 hours, although this data was not proved statistically. An increase in the pH value from 8 to 9 significantly raises the efficiency of extraction: 6.3 and 6.7 g, respectively, and reduces the content of crude protein in the residual material: 6.6 and 6.0%. All studied factors do not reliably influence starch content in the residual material. The highest content of mineral substances (ash) in the protein isolates and residual material was in Devyatka variety (2.20% vs. 1.70% in Dikul variety) at time of extraction of 1 hour (2.30% vs. 1.60% at 4 hours).*

Keywords: *buckwheat, Fagopyrum esculentum Moench, groat, flour, isolated protein, fat, crude protein, buckwheat breeding.*

Author Details: *S. V. Bobkov, Cand. Sc. (Agr.), head of laboratory (e-mail: svbobkov@gmail.com); V. I. Zotikov, D. Sc. (Agr.), corresponding member of the RAS, deputy director; O. V. Uvarova, research fellow.*

For citation: *Bobkov S. V., Zotikov V. I., Uvarova O. V. Optimization of Protein Extraction from Buckwheat Seeds. Zemledelije. 2018. No. 4. Pp. 42-44 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10413.*

DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10414
УДК 633.11:631.53:632.95

Комплексная защита яровой пшеницы сорта Дарья в питомниках первичного семеноводства

З. Р. ЦУКАНОВА[1], кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией
Е. В. ЛАТЫНЦЕВА[1], научный сотрудник
А. А. МОЛОШОНОК[1], кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
Е. В. КИРСАНОВА[2], кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
П. В. ВАРНАВСКИЙ[3], региональный представитель
[1]Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур, ул. Молодёжная, 10, к. 1, пос. Стрелецкий, Орловский р-н, Орловская обл., 302502, Российская Федерация
[2]Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина, ул. Генерала Родина, 69, Орёл, 302019, Российская Федерация
[3]АО «Байер», ул. 3-я Рыбинская, 18, стр. 2, Москва, 107113, Российская Федерация

Исследования проводили с целью определения эффективности использования системы препаратов компании АО «Байер», применяемых при протравливании семян перед посевом и двукратной обработке растений в период вегетации для повышения посевных качеств и урожайных свойств оригинальных семян (питомник испытания потомств второго года). Опыты проводили в 2014-2016 гг. на темно-серой лесной среднесуглинистой почве в условиях Орловской области. Объектом исследований были две системы защиты, которые различались препаратами для предпосевной обработки семян – в одном варианте это был фунгицидный протравитель Ламадор, во втором инсектофунгицидный препарат Сценик Комби. Первую обработку вегетирующих растений проводили в фазе кущения (в состав баковой смеси входили гербициды Секатор Турбо – 0,1 л/га и Пума Супер 100 – 0,6 л/га, фунгицид Солигор – 0,6 л/га и инсектицид Конфидор Экстра – 0,05 кг/га); вторую – в фазе флагового листа – колошения баковой смесью Прозаро – 0,8 л/га + Конфидор Экстра – 0,05 кг/га. Применение изучаемых систем защиты способствовало повышению урожайности на 0,38-0,95 т/га, или 9,4-23,6 %, в сравнении с контрольным вариантом. При этом лабораторная всхожесть выращенных семян яровой пшеницы сорта Дарья возрастала на 3-4 % (до 98 %), полевая всхожесть – на 7-9 %, количество продуктивных стеблей – на 8-52 шт./м^2, число зерен в колосе – на 8-10 шт., масса зерен в колосе – на 0,01-0,11 г, масса 1000 семян – на 1,4-3,5 г. Обработка семян препаратом Сценик Комби на фоне двукратного опрыскивания посевов пестицидами способствовала повышению выхода семян в среднем за 3 года до 87 % (в контрольном варианте 83 %) от валового сбора.

Ключевые слова: *яровая пшеница, протравители, гербициды, фунгициды, инсектициды, семеноводство, урожайность.*

Для цитирования: *Комплексная защита яровой пшеницы сорта Дарья в питомниках первичного семеноводства / З. Р. Цуканова, Е. В. Латынцева, А. А. Молошонок и др. // Земледелие. 2018. № 4. С. 45-47. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10414.*

Правильно организованное сортовое семеноводство – важнейший фактор повышения урожайности и качества получаемой продукции.

Пшеница относится к основным зерновым культурам в мире. Наряду с Россией, главные производители ее зерна – США, Канада, Индия, Франция. При этом значительная доля в валовых сборах наиболее качественного зерна приходится на яровую пшеницу. В Орловской области яровая мягкая пшеница исторически была одной из основных зерновых культур, способной давать высокие урожаи при надлежащем уровне защиты растений [1].

В случае использования для посева семян с высоким уровнем семенной инфекции обязательный агроприем – протравливание фунгицидами, особенно при заражении жизнеспособными спорами головни. Препараты, покрывающие поверхность семени, убивают споры и мицелий грибов, препятствуют проникновению инфекции внутрь тканей и повышают полевую всхожесть пшеницы [2].

Для протравливания широко используют комбинированные препараты, которые одновременно защищают семена от поражения грибными болезнями, проволочниками и другими насекомыми. Протравливать семена пшеницы можно заранее или накануне сева. Заблаговременно (осенью, зимой или ранней весной) обрабатывают семена кондиционные по влажности, засоренности и всхожести. Благодаря длительному контакту препарата с семенами повышается его эффективность [2, 3].

Химический метод защиты — вынужденный прием. Систематическое внесение даже небольших доз ядохимикатов в почву вместе с семенами не проходит бесследно для окружающей среды. При протравливании пшеницы, особенно заблаговременном, очень важно равномерно распределить препарат. Избыток ядохимиката вызывает утолщение проростка и корешков, что может привести к гибели растений. Эффективность приема снижается также, если на часть семян препарат не попадает [4].

Ранее мы изучали возможности протравливания яровой пшеницы половинной дозой препарата Раксил совместно с регулятором роста растений Биосил. Последний способствует стимуляции ростовых процессов на начальных этапах развития и снимает стрессовое воздействие ядохимиката, а Раксил защищает от семенной инфекции, а также (в начале вегетации) от почвенных патогенных микроорганизмов. Наибольшую урожайность обеспечивало протравливание семян комбинацией препаратов Раксил (0,25 л/т) + Биосил (0,05 л/т), прибавка составляла 0,59 т/га, или 20 % к варианту без обработки. Благодаря использованию препаратов происходило повышение полевой всхожести (на 9 %), ускорение развития растений на начальных этапах вегетации (увеличение высоты побегов между двумя первыми замерами до 20 %), рост урожайности (до 20 %) [5, 6].

Для возделывания яровой пшеницы необходимо использовать только сорта, формирующие в условиях выращивания зерно с высоким содержанием белка и клейковины хорошего качества [7]. Современные сорта, к числу которых относится Дарья, в условиях Орловской области формируют высокие урожаи высококачественного зерна. Поэтому актуальна разработка элементов технологии возделывания яровой мягкой пшеницы этого сорта в условиях области на семенные цели.

Цель исследований заключалась в определении эффективности применения систем защиты на основе

препаратов компании АО «Байер» для повышения посевных качеств и урожайных свойств оригинальных семян (питомника испытания потомств второго года) яровой пшеницы.

Исследования проводили на опытном поле ФГБНУ ВНИИЗБК в Орловской области в 2014-2016 гг., сорт яровой пшеницы – Дарья. Почва – темно-серая лесная среднесуглинистая, среднекислая (pH – 4,6-5,5); содержание фосфора и калия (по Кирсанову) – 10-17 и 7,1-10 мг/100 г почвы соответственно; гумуса (по Тюрину) – 4-6 %.

Подготовка почвы к посеву предусматривала вспашку на глубину 20-25 см, боронование зяби, две предпосевные культивации на 6-8 см. Вносили аммиачную селитру (N 34,4 %) по 100 кг/га в физической массе. Посев проводили рядовым способом в третьей декаде апреля–первой декаде мая. Норма высева – 6 млн всхожих семян на 1 га.

Полевые опыты закладывали по общепринятой методике на делянках с учетной площадью 10 м^2. Повторность – четырехкратная. Способ размещения опытных делянок – рендомизированный [8]. Технология возделывания яровой пшеницы – общепринятая для Орловской области. Предшественник – пар.

Схема опыта предусматривала изучение не отдельного действия каждого препарата, а их совместную эффективность в системе защиты, в сравнении с контрольным вариантом (без применения пестицидов). Обработку семян в одном варианте системы защиты проводили двухкомпонентным системным фунгицидным протравителем Ламадор в дозе 0,2 л/т; во втором – четырехкомпонентным инсектофунгицидным протравителем Сценик Комби в дозе 1,5 л/т. Норма расхода рабочего раствора 10 л/т семян. Применяемые препараты характеризуются продолжительным периодом защитного действия от прорастания семян до фазы выхода в трубку.

Первую обработку посевов яровой пшеницы в обоих вариантах проводили в фазе кущения. В состав баковой смеси входили гербициды Секатор Турбо – 0,1 л/га и Пума Супер 100 – 0,6 л/га, фунгицид Солигор – 0,6 л/га и инсектицид Конфидор Экстра – 0,05 кг/га. Вторую обработку также в обоих вариантах осуществляли в фазе флагового листа – колошение двухкомпонентной баковой смесью Прозаро – 0,8 л/га + Конфидор Экстра – 0,05 кг/га. Расход рабочей жидкости при обработке вегетирующих растений 300 л/га.

В среднем за годы исследований состояние посевов перед обработкой было хорошим. Засоренность, согласно результатам визуальной оценки, – слабая, так как перед посевом были проведены дополнительные культивации.

Отбор проб для определения посевных качеств семян проводили по ГОСТ 12036-85, лабораторную всхожесть – по ГОСТ 12038-84, массу 1000 семян – по ГОСТ 12042-80.

Посев в 2014 г. осуществляли 30.04.; в 2015 г. – 08.05.; в 2016 г. – 09.05. Метеорологические условия в годы исследований в период вегетации яровой пшеницы были контрастными. В 2014 г. отмечали высокую температуру воздуха (28-30 ^{0}C), недостаток влаги в июне и особенно в июле (19,4 мм при среднемноголетнем значении 80,5 мм), что привело к снижению урожая. Аналогичные условия наблюдали в 2016 г. В 2015 г. погода была более благоприятной для роста и развития яровой пшеницы. Из-за обильных осадков сев провели на две недели позже, что способствовало накоплению влаги в почве.

В период первой обработки посевов (фаза кущения) в 2014 г., 2015 г. и 2016 г. складывались соответственно следующие метеоусловия:

температура воздуха – 23 ^{0}C; 17,3 ^{0}C; 10,4 ^{0}C;

влажность – 55 %, 61 %, 65 %;

скорость ветра – 4 м/сек; 0,5 м/сек; 3 м/сек.

В период второй обработки посевов (флаговый лист-колошение) соответственно:

температура воздуха – 14 ^{0}C; 19 ^{0}C; 23,3 ^{0}C;

влажность – 57 %, 53 %, 59 %;

скорость ветра – 2 м/сек, 1 м/сек, 2 м/сек.

Перед обработкой проводили учет поражения и интенсивности развития болезней (корневые гнили, ржавчина, головневые заболевания и др.). Эффективность обработок определяли через 10 и 20 дней после каждого опрыскивания.

За 3 дня до уборки проводили учет биологической урожайности. Уборку осуществляли поделяночно малогабаритным селекционным комбайном «Сампо-130».

В связи с тем, что протравливание проводили двух- и четырехкомпонентными протравителями, эффективно контролирующими семенную и почвенную инфекции, обеспечивающими комплексную защиту от болезней и вредителей, полевая всхожесть семян возрастала, в сравнении с контролем (83 %), от 7 (Ламадор) до 9 (Сценик Комби) % и достигала 90-92 %.

При осмотре посевов яровой пшеницы перед первой профилактической обработкой вегетирующих растений специфических заболеваний (мучнистая роса, септориоз, ржавчина) обнаружено не было. Однако к началу колошения они были заметно поражены бурой ржавчиной. Через 14 дней после обработки в фазе кущения степень поражения болезнью в контрольном варианте составляла 40 %. Повторное опрыскивание позволило приостановить и подавить развитие болезни, а также сдержать проявление других заболеваний. Через 20 дней после второй обработки степень развития ржавчины составила 27 %, против 85 % в контрольном варианте.

Использование инсектицида в составе баковых смесей сдержало численность вредителей ниже порога вредоносности. Биологическая эффективность препарата составила 95 %. Опрыскивание посевов в период вегетации пестицидами не оказало токсического воздействия на растения яровой пшеницы.

Комплексное использование изучаемых препаратов на яровой пшенице сорта Дарья обеспечило положительный результат в обоих вариантах. Протравливание семян и двукратная обработка вегетирующих растений заметно сказалась, как на структуре, так и на размерах урожая. Наибольшая разница между влиянием на эти показатели изучаемых протравителей отмечена в благоприятных условиях 2015 г. (см. табл.). Продуктивная кустистость увеличилась на 0,2-0,5 шт., число зерен с колоса – на 8-10 шт., масса зерен с основного колоса – на 0,01-0,11 г, масса 1000 семян – на 1,4-3,5 г. Однако математически достоверным это превышение было только в варианте с Сценик Комби. При протравливании Ламадором отмечали только тенденцию к росту величин этих показателей. В 2014 и 2016 гг. Сценик Комби также был более эффективным, однако разница между вариантами оказалась менее значительной.

Аналогичная ситуация складывалась по урожайности. Наибольшую величину этого показателя при обработке семян Сценик Комби (5,94 т/га), по сравнению с контролем (3,78 т/га) и вариантом с Ламадором (4,38 т/га), также отмечали в 2015 г. (НСР 0,4 т/га). В 2014 г. разница с контролем была минимальной, что связано с высоким

Влияние комплексных систем защиты растений на структуру урожая яровой пшеницы сорта Дарья (2015 г.)

Вариант	Число продуктивных стеблей, шт./м^2	Продуктивная кустистость, шт.	Число зерен в основном колосе, шт.	Масса зерен с основного колоса, г	Масса 1000 семян, г
Без обработки семян и посевов (контроль)	412	1,1	42	1,20	41,20
Система защиты с протравителем Ламадор (0,2л/т)	420	1,3	50	1,30	42,60
Система защиты с протравителем Сценик Комби (1,5 л/т)	464	1,6	52	1,31	44,70
$НСР_{05}$	43,43	0,40	8,24	0,11	2,70

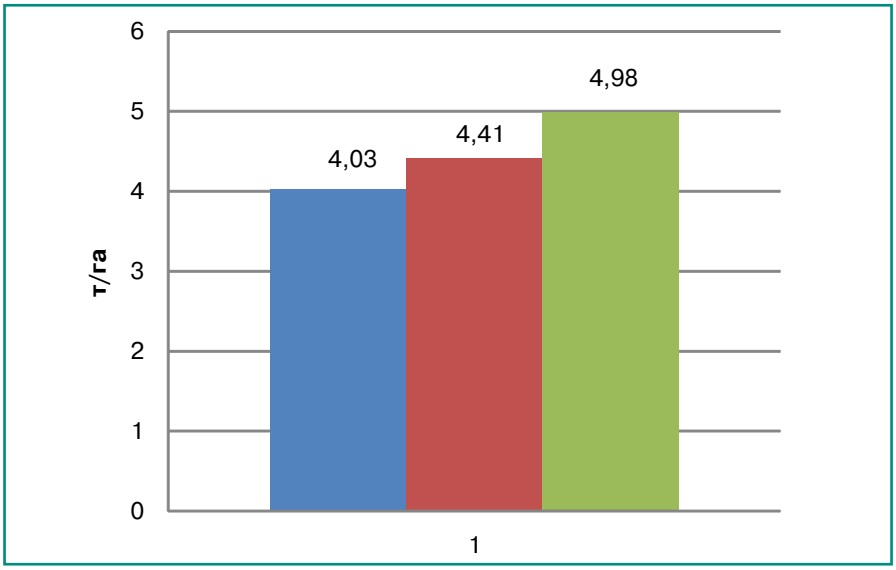


Рисунок. *Влияние комплексных систем защиты растений на урожайность яровой пшеницы сорта Дарья, т/га (2014-2016 гг.): ■ – без обработки семян и посевов; ■ – система защиты с протравителем Ламадор (0,2 л/т); ■ – система защиты с протравителем Сценик Комби (1,5 л/т).*

качеством семян. В 2016 г. прибавки к контролю (4,20 т/га) в результате обработки семян Ламадором и Сценик Комби находились на одном уровне и составляли 0,54-0,63 т/га (при НСР 0,48 т). В среднем за 3 года исследований урожайность в контроле составила 4,03 т/га, в вариантах с обработкой семян препаратом Ламадор она была больше на 0,38 т/га, Сценик Комби – на 0,95 т/га (см. рисунок).

Протравливание посевного материала препаратом Сценик Комби на фоне двукратного опрыскивания посевов фунгицидами способствовало повышению выхода семян в среднем за три года до 87 % (в контрольном варианте 83 %) от валового сбора. В варианте с Ламадором величина этого показателя возрастала на 2,5 %. Применение Сценик Комби и Ламадор обеспечивало повышение лабораторной всхожести полученных семян на 3-4 % (до 98 %).

Таким образом, в результате исследований установлено, что использование комплексной системы защиты семян и растений на семеноводческих посевах (питомниках испытания потомств второго года) яровой пшеницы сорта Дарья позволяет увеличить полевую всхожесть выращенных семян на 7-9 %, количество продуктивных стеблей – на 8-52 шт./м^2, число зерен в колосе – на 8-10 шт., массу зерен в колосе – на 0,01-0,11 г, массу 1000 семян – на 1,4-3,5 г, урожайность – на 0,38-0,95 т/га, или 9,4-23,6 %, в сравнении с контрольным вариантом (без обработки). Использование рассматриваемых вариантов системы защиты обеспечивает увеличение выхода кондиционных семян до 4 %.

Наибольшую эффективность демонстрирует вариант комплексной защиты с протравливанием семян Сценик Комби (1,5 л/т) и совместным применением в фазе кущения гербицидов Секатор Турбо – 0,1 л/га и Пума Супер 100 – 0,6 л/га, фунгицида Солигор – 0,6 л/га и инсектицида Конфидор Экстра – 0,05 кг/га; в фазе выколашивания препарата Прозаро – 0,8 л/га + Конфидор Экстра – 0,05 кг/га.

Литература.

1. Методические рекомендации по производству семян элиты зерновых, зернобобовых и крупяных культур / Н.В. Большаков, В.В. Куварин, В.В. Хоршев и др. М.: ВАСХНИЛ, 1990. 39 с.

2. Строна И. Г. Допосевная и предпосевная обработка и практика предпосевной обработки семян // Теория и практика предпосевной обработки семян: сб. науч. тр. ВАСХНИЛ. Южное отд-ние. Киев, 1984. С. 5–16.

3. Яровая пшеница / А. И. Бараева, Н. М. Бакаев, М. Л. Веденеева и др. М., Колос, 1978. 429 с.

4. Неттевич Э. Д. Яровая пшеница в Нечерноземной зоне. М.: Россельхозиздат, 1976. 220 с.

5. Кирсанова Е. В., Цуканова З. Р., Мусалатова Н. И. О перспективах предпосевной обработки регуляторами роста яровой пшеницы в Орловской области // Вестник ОрелГАУ. 2008. № 3 (12). С. 21–23.

6. Влияние биорегуляторов на морфофизиологические показатели и структуру урожая растений гречихи разных сортов / Н. С. Ковальчук, Т. И. Куликова, Л. Д. Прусакова и др. // Агрохимия. 2006. № 9. С. 46–51.

7. Баталова Т. С., Попова А. А. Научные основы создания ассортимента протравителей семян // Совершенствование ассортимента средств защиты растений и способов их применения на важнейших с.-х. культурах. Л.: 1983. С. 35-39.

8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: «Колос», 1968. С. 256 –281.

Integrated Protection of Spring Wheat 'Darya' in Nurseries of Primary Seed Production

Z. R. Tsukanova[1], E. V. Latynceva[1], A. A. Moloshonok[1], E. V. Kirsanova[2], P. V. Varnavskij[3]

[1]All-Russian Research Institute of Legumes and Groat Crops, ul. Molodezhnaya, 10, k. 1, pos. Streletskii, Orlovskii r-n, Orlovskaya obl., 302502, Russian Federation

[2]N. V. Parakhin Orel State Agrarian University, ul. Generala Rodina, 69, Orel, 302019, Russian Federation

[3]AO Bayer, ul. 3-ya Rybinskaya, 18, str. 2, Moskva, 107113, Russian Federation

Abstract. *The studies were carried out to determine the efficiency of the system of preparations (Bayer), used for seed treatment before sowing and double treatment of plants during the growing season, in order to increase the sowing qualities and yield properties of the original seeds (the second year's nursery test). Experiments were carried out in 2014–2016 on dark grey forest medium loamy soil in Orel region. The object of the research were two systems of protection, which differed in preparations for presowing seed treatment; in the first option, it was Lamadore fungicidal seed dresser, in the second variant it was Scenic Combi insect- fungicidal preparation. The first treatment of vegetating plants was carried out in the tillering phase (composition of the tank mixture consisted of herbicides Sekator Turbo, 0.1 L/ha and Puma Super 100, 0.6 L/ha, Soligor fungicide, 0.6 L/ha and Confidor Extra insecticide, 0.05 kg/ha); the second one – in the phases of the flag leaf and earing with the tank mixture of Prozaro, 0.8 L/ha + Confidor Extra, 0.05 kg/ha. The application of the studied protection systems contributed to an increase in the yield by 0.38–0.95 t/ha, or 9.4–23.6%, in comparison to the control variant. At the same time, laboratory germination of grown seeds of spring wheat 'Darya' increased by 3–4% (up to 98%), field germination – by 7–9%, number of productive stems – by 8–52 pcs/m2, number of grains in an ear – by 8–10 pcs, the weight of grains in an ear – by 0.01–0.11 g, the weight of 1000 seeds – by 1.4–3.5 g. Seed treatment with Scenic Combi against a background of double spraying of crops with pesticides contributed to an increase in the yield of seeds on average over 3 years to 87% (in the control variant 83%) from gross harvest.*

Keywords: *spring wheat; protectants; herbicides; fungicides; insecticides; seed growing; yield.*

Author Details: *Z. R. Tsukanova, Cand. Sc. (Agr.), head of laboratory; E. V. Latynceva, research fellow; A. A. Moloshonok, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow; E. V. Kirsanova, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.; P. V. Varnavskij, regional representative.*

For citation: *Tsukanova Z. R., Latynceva E. V., A. A. Moloshonok, E. V. Kirsanova, P. V. Varnavskij. Integrated Protection of Spring Wheat 'Darya' in Nurseries of Primary Seed Production. Zemledelije. 2018. No. 4. Pp. 45-47 (in Russ.). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10414.*

АМПЛИГО® – новое решение против чешуекрылых вредителей

Развитие и интенсификация минимальных технологий обработки почвы способствуют накоплению и увеличению численности популяций главнейших вредителей пропашных культур, таких как кукурузный стеблевой мотылек, хлопковая совка, луговой мотылек.

Хлопковая совка (*Helicoverpa armigera Hb.*, сем. *Noctuidae*, отр. Чешуекрылые – *Lepidoptera*) – один из основных чешуекрылых вредителей в посевах пропашных культур, широко распространена во многих областях Российской Федерации. Различные авторы указывают, что в пределах нашей страны совка повреждает более 120 видов растений, кормовыми растениями для нее являются подсолнечник, кукуруза, нут, просо, люцерна, пшеница, соя, овощные культуры и др.

Для начала массового вылета бабочек необходима сумма эффективных температур 260–270 °С при пороге 15,5 °С.

Вредитель способен снижать урожай различных культур на 37–92 %. Сорные растения являются альтернативными кормовыми базами совки.

Стеблевой кукурузный мотылек (*Ostrinia nubilalis Hb.*, сем. *Pyralidae*, отр. Чешуекрылые – *Lepidoptera*) — еще один опасный вредитель кукурузы, относящийся к чешуекрылым. Гусеницы бабочки повреждают все органы кукурузы, кроме корней: листья, стебли, метелки, початки. Повреждая стебли, гусеницы перегрызают сосудисто-волокнистые пучки и этим нарушают питание растений.

Вредитель развивается в одном-двух поколениях. Бабочки первого поколения летают с июня до конца июля, второго – с конца августа до середины сентября (общая сумма температур, необходимая для развития одного поколения, равна 711 °С при пороге развития 10 °С).

Зимуют гусеницы последнего возраста в стеблях кукурузы. Окукливаются весной, когда установится среднесуточная температура +15...+16 °С. Оптимальные условия для развития гусениц: температура воздуха +23...+28 °С, влажность не ниже 80 %. Большое количество осадков способствует массовому размножению вредителя, сухая погода ограничивает.

Высокая численность чешуекрылых вредителей в посевах основных пропашных культур вызывает необходимость разработки современных систем защиты. С недавнего времени в линейке препаратов компании «Сингента» появился продукт АМПЛИГО® – инсектицид нового поколения для надежного и продолжительного контроля чешуекрылых, а также других вредителей. Продукт зарегистрирован для применения в посевах кукурузы и подсолнечника.

В чем заключается новизна АМПЛИГО®?

1. АМПЛИГО® – новый продукт на рынке инсектицидов пропашных культур. Он имеет два эффективных действующих вещества с различным механизмом действия: хлорантранилипрол, относящийся к классу диамидов, и лямбда-цигалотрин – к классу пиретроидов.

2. Второй отличительной особенностью АМПЛИГО® является то, что продукт контролирует чешуекрылых вредителей на всех стадиях развития и имеет овиларвицидное (мгновенная интоксикация вредителя во время прогрызания оболочки яйца, обработанного препаратом), ларвицидное (действие на гусеницу) и действие на имаго.

АМПЛИГО® действует при поступлении внутрь насекомых, а также через кутикулу вредителя (контактно-кишечное действие).

3. Третья особенность АМПЛИГО® заключается в том, что продукт действует очень быстро и длительно.

Высокая скорость действия является важной характеристикой препарата. Действие АМПЛИГО® начинается с момента проведения обработки благодаря «нокдаун-эффекту». Первые видимые симптомы наблюдаются уже через час. Отмечается мгновенная остановка питания вредителя, наступает паралич мышц, гусеница уменьшается в размере, темнеет. Первые гусеницы погибают уже через день, гибель всех гусениц наблюдается через три дня. Опытами подтверждено, что АМПЛИГО® обладает длительной остаточной инсектицидной активностью, обеспечивая контроль вредителя в течение 2–3 недель.

4. Четвертое преимущество заключается в том, что АМПЛИГО® имеет доказанную эффективность в широком диапазоне температур, от +10 до +30 °С. Продукт обладает высокой стойкостью к осадкам благодаря быстрому трансламинарному действию. Дождь, прошедший спустя час после обработки, не приводит к снижению эффективности инсектицида. Препарат стоек к смыванию дождем после высыхания на поверхности растений.

5. И, наконец, АМПЛИГО®, имея официальную регистрацию на кукурузе и подсолнечнике, также разрешен к применению авиаметодом. Препарат применяется в норме расхода 0,2–0,3 л/га.

Для мониторинга численности вредителей и сигнализации начала обработки инсектицидом используются феромонные ловушки. Планирование обработки АМПЛИГО® на основе объективных данных мониторинга вредителей феромонными ловушками позволяет повысить эффективность применения препарата по сравнению с обработками с привязкой к фазам развития культуры. Если все же обработка планируется по фазам развития культуры, следует придерживаться оптимальных сроков. Например, обработка для кукурузы против стеблевого мотылька должна производиться в период начала выметывания метелки, против хлопковой совки – 8-10 листьев и начало выметывания метелки.

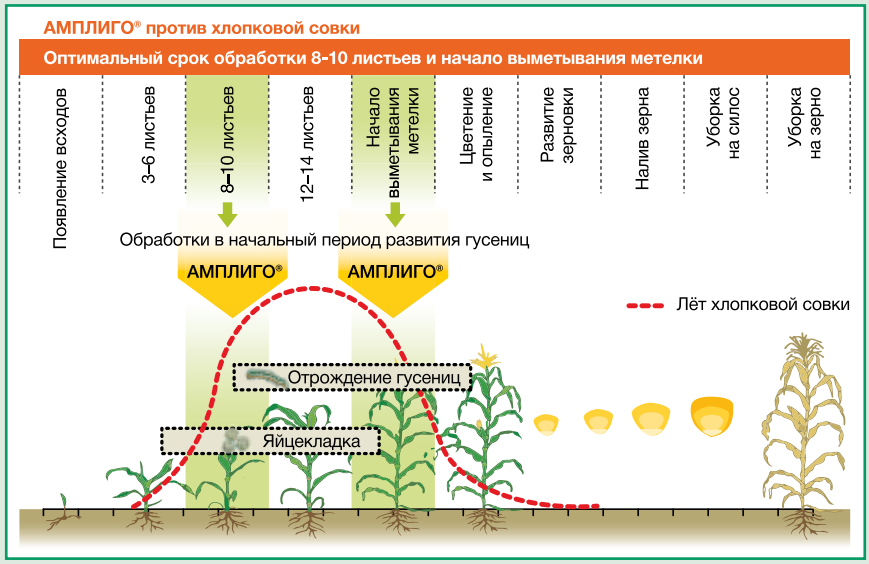


Рисунок. *Схема обработки кукурузы АМПЛИГО® против хлопковой совки (по фазам развития кукурузы)*

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

syngenta®
www.syngenta.ru

Профессиональный взгляд на борьбу с болезнями

Ракурс®

эпоксиконазол, 240 г/л +
+ ципроконазол, 160 г/л

expectrum инновационные продукты

Двухкомпонентный системный фунгицид профилактического и лечащего действия для защиты зерновых и сои от комплекса болезней

Обеспечивает максимальные скорость и период защитного действия против многих заболеваний зерновых культур и сои. Исключительно эффективен против основных болезней пшеницы (виды ржавчины, септориоз), ячменя (сетчатая пятнистость, карликовая ржавчина) и сои (антракноз, альтернариоз, аскохитоз). Устойчив к дождю благодаря высокой скорости проникновения в растение. Содержит уникальную комбинацию двух триазолов, что обуславливает как быстрое и сильное профилактическое и лечащее действие, так и пролонгированный защитный период. Может применяться авиационным методом.

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

С нами расти легче

www.avgust.com

avgust crop protection

BAYER

ПРОПУЛЬС®

На вес золота

Системный комбинированный фунгицид широкого спектра действия с защитным, лечебным и искореняющим эффектом для борьбы с грибными заболеваниями на подсолнечнике, кукурузе, сое и рапсе

www.cropscience.bayer.ru

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

на правах рекламы

ISSN 0044-3913. Земледелие. 2018. № 4.1 - 48. Индекс 70329.