3EMACEATE



С нами расти легче



























Серия F-MATRIX | 100 / 150 / 195 / 300 Вт



Серия F-OPTIMA | 30 / 50 / 60 / 100 Вт



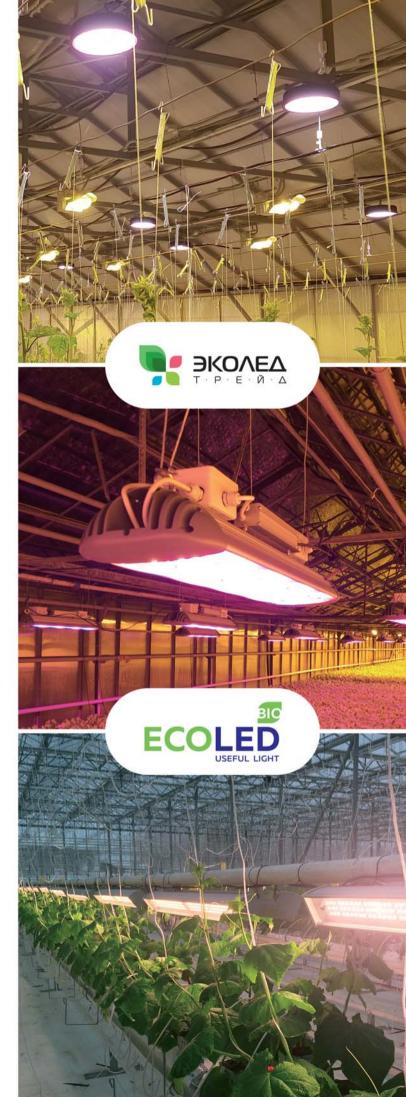
Серия F-SFERA | 25 / 50 / 75 Вт





ООО «ЭКОЛЕД-ТРЕЙД»

тел.: 8 495 134 52 02 www.ecoledbio.ru Москва, ул. Кольская, 1, оф. 210







ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

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

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

полеводство и луговодство

FIELD CROPS

- Г. Н. Суворова, Г. П. Гурьев, А. В. Иконников. Влияние метеоусловий года и инокуляции ризобиями на формирование урожайности чечевицы и показатели ее структуры
- И. Л. Тычинская, А. А. Зеленов, Е. Н. Мерцалов, Е. С. Михалева.

Влияние препаратов Биоклад и Вермикс на элементы продуктивности, урожайность и качественные показатели ярового

А. С. Акименко, Т. А. Дудкина, Н. В. Долгополова, В. Г. Вавин, Л. И. Садыкова. Методологические основы производства заданного количества продовольственного зерна в севооборотах Центрального Черноземья 10

- G. N. Suvorova, G. P. Gur'ev, A. V. Ikonnikov. Influence of meteorological conditions of the year and inoculation with rhizobia on the formation of the lentils vield
- I. L. Tychinskay, A. A. Zelenov, E. N. Mertsalov, E. S. Mikhaleva. Influence of Bioclad and Vermix preparations on the elements of productivity, productivity and

quality indicators of spring

3 and indicators of its structure

7 barley

A. S. Akimenko, T. A. Dudkina, N. V. Dolgopolova, V. G. Vavin, L. I. Sadykova. Methodological bases for obtaining a preplanned amount of food grain in crop rotations in the Central Chernozem Region

ПЛОДОРОДИЕ

FERTILITY

- С. А. Курбанов. Сохранение и повышение плодородия почв основа увеличения эффективности земледелия Дагестана
- В. А. Стукало, Т. Г. Зеленская, Е. Е. Степаненко, А. В. Лошаков.

Влияние развития эрозионных

процессов на содержание и

запасы органического вещества,

урожайность озимой пшеницы и

разнотравно-злаковых ассоциаций,

возделываемых на темно-

каштановых почвах

- S. A. Kurbanov. Preservation and improvement of soil fertility is the basis for improving the farming 16 efficiency in Dagestan
- V. A. Stukalo, T. G. Zelenskaya, E. E. Stepanenko,
 - A. V. Loshakov. Influence of the development of erosion processes on the content and reserves of organic matter, the yield of winter wheat, and motley grass - cereal association cultivated on dark

20 chestnut soils

Основан в 1939 г.

УЧРЕДИТЕЛИ:

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии

000 «Редакция журнала «Земледелие»

ИЗДАТЕЛЬ:

000 «Редакция журнала «Земледелие»

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ коллегии:

Л. В. Будажапов, член-корреспондент РАН, доктор биологических наук

А. Н. Власенко, академик РАН и НА Монголии, доктор сельскохозяйственных наук

Н. Г. Власенко, академик РАН, доктор биологических наук

А. А. Завалин, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук

А. Л. Иванов, академик РАН, доктор биологических наук

В. А. Иванов, почетный член редколлегии, главный редактор журнала «Земледелие» в 1978-2001 гг.

А. Н. Каштанов, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук

В. И. Кирюшин, академик РАН, доктор биологических наук

В. В. Кулинцев, доктор сельскохозяйственных наук

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

М. А. Мазиров, доктор биологических

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

член-корреспондент РАН. доктор сельскохозяйственных наук

В. А. Романенков, доктор биологических

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

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

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

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Р. Ф. Байбеков **BEPCTKA**

Н. Ю. Луценко

контакты:

Тел./факс: +7 916 241 63 43

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

АДРЕС ДЛЯ ОТПРАВКИ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

101000, г. Москва, Моспочтамт, а/я 629

1 Земледелие № 4

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 10.05.21 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". 2021.

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

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

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

СОРТА И СЕМЕНА

С. В. Бобков. О. В. Уварова.

Накопление запасных веществ в

семенах дикого и культурного гороха 24

М. В. Донская, В. И. Мазалов, М. М. Донской. Сортоиспытание перспективных зернобобовых культур на Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции

О. А. Миюц, М. П. Мирошникова.

Обоснование параметров модели высокопродуктивного сорта фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* (L.) Savi) для Центральной полосы России

С. Д. Вилюнов, В. С. Сидоренко.

Адаптивность и стабильность мультилинейного сорта проса посевного Квартет, в сравнении с сортами традиционной селекции

S. V. Bobkov, O. V. Uvarova.

Accumulation of storage matter in seeds of wild and cultural pea

GRADES AND SEEDS

M. V. Donskaya, V. I. Mazalov, M. M. Donskoi. Variety testing of promising leguminous crops at the Shatilovo Agricultural

27 Experimental Station

35 traditional breeding

O. A. Miyuts, M. P. Miroshnikova.
Justification of the model
parameters of a high-productive
variety of haricot (*Phaseolus*vulgaris (L.) Savi) for Central

31 Russia

S. D. Vilyunov, V. S. Sidorenko. Adaptability and stability of the multilinear millet variety *Quartet* in comparison to the varieties of

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

А. П. Савва, Т. Н. Тележенко, С. С. Ковалёв, В. А. Суворова.

Отечественный комбинированный гербицид Суперкорн, МД для защиты посевов кукурузы

С. В. Кузнецова, В. Н. Багринцева.

Отечественные гербициды для защиты кукурузы от сорняков

PLANT PROTECTION

A. P. Savva, T. N. Telezhenko,
S. S. Kovalev, V. A. Suvorova.
Domestic combined herbicide
Supercorn, MD for the protection
of corn crops

S. V. Kuznetsova, V. N. Bagrintseva.
 Domestic herbicides to protect
 corn from weeds

Уважаемые читатели!

В 2021 г. наш журнал будет, как и прежде, выходить 8 раз в год, в первый и второй месяцы каждого квартала. Наш подписной индекс в каталоге Урал-Пресс 70329, в каталоге Почта России – ПП852.
Возможна подписка через редакцию как на бумажную, так и электронную версию журнала.

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



doi: 10.24411/0044-3913-2021-10401

УДК: 635.658:631.461

Влияние метеоусловий года и инокуляции ризобиями на формирование урожайности чечевицы и показатели ее структуры

Г. Н. СУВОРОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией (e-mail: galina@vniizbk.ru) Г. П. ГУРЬЕВ, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник А. В. ИКОННИКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур, ул. Молодёжная, 10, к. 1, пос. Стрелецкий, Орловский р-н., Орловская обл., 302502, Российская Федерация

Исследования проводили с целью изучения влияния инокуляции семян бактериями рода Rhizobium и условий выращивания на урожайность и показатели структуры урожая сортов чечевицы Аида и Фламенко. Эксперименты выполняли в 2019-2020 гг. в Орловской области. Схема опыта учитывала три фактора в двух градациях: условия года; сорт; инокуляция семян (контроль и обработка ризобиями). Формирование клубеньков на корнях чечевицы наблюдали во всех вариантах опыта. Инокуляция увеличивала их число, в сравнении с контролем, на 3...8 шт./растение. Дисперсионный анализ выявил значительное влияние фактора условия года на урожайность чечевицы, содержание белка в семенах, длину стебля, продуктивность растения и другие элементы структуры урожая. Сбор семян чечевицы в 2019 г. составил в среднем 2,34 т/га, в 2020 г. -0,86 т/га. Содержание белка находилось на уровне соответственно 25,2 % и 29,6 %, средняя длина стебля - 39,2 см и 47,9 см. Продуктивность одного растения чечевицы в 2019 г. (1,55 г) была в 2,3 раза больше, чем в 2020 г. Фактор сорта оказывал влияние на содержание белка (1 %), длину стебля (6,1 %), массу растения (37,6 %). Средняя урожайность сорта Аида в опыте за 2 года составила 1,52 т/га, Фламенко - 1,67 т/га, содержание белка - соответственно 27,1% и 27,6 %. Фактор инокуляции не оказывал значительного влияния на урожайность чечевицы и другие признаки.

Ключевые слова: чечевица (Lens culinaris Medik.), инокуляция, ризобии, сорт, урожайность, содержание белка.

Для цитирования: Суворова Г. Н., Гурьев Г. П., Иконников А. В. Влияние метеоусловий года и инокуляции ризобиями на формирование урожайности чечевицы и показатели ее структуры // Земледелие. 2021. №4. С. 3–6. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10401.

Чечевица (Lens culinaris Medik.) становится все более популярной в мире и в нашей стране. Однако ее урожайность в значительной мере подвержена воздействию внешних факторов. Низкая и нестабильная продуктивность, зависимость от условий выращивания и уборки, низкая технологичность остаются основными причинами, сдерживающими производство культуры [1, 2].

Чечевица, как и другие бобовые, способна к симбиотической азотфиксации азота воздуха при взаимодействии с азотфиксирующими бактериями. Известны положительные результаты использования ризобиальных инокулянтов на чечевице, которые обеспечивали более интенсивное формирование клубеньков, активный рост и развитие растений, значительную прибавку урожая. Так, исследования, проведенные в провинции Саскачеван (Канада), показали, что доля азота, фиксированного из атмосферы, в семенах чечевицы при инокуляции ризобиями может составлять 61,6...71,7 % в зависимости от способа обработки почвы [3]. Совместная инокуляция штаммами Rhizobium и Pseudomonas в штате Пенджаб (Индия) способствовала повышению урожайности на 10...15 % [4]. Внесение минеральных и бактериальных удобрений в условиях Челябинской области (Россия) обеспечивало рост урожайности, в сравнении с контролем, на 22 % [5]. Вместе с тем, показано, что только 42 % клубеньков у чечевицы образованы штаммами, использованными при инокуляции семян [6]. Симбиотические взаимодействия бобовых растений с азотфиксирующими бактериями зависят от многих факторов, включая генотип растений и бактерий, а также комплекс неконтролируемых экологических факторов [7, 8].

Цель исследования – определение влияния инокуляции семян бактериями рода *Rhizobium* и условий выращивания на урожайность и показатели ее структуры у разных сортов чечевицы.

Работу выполняли в 2019–2020 гг. в Федеральном научном центре зернобобовых и крупяных культур (Орловская область). Почва опытного участка – темно-серая лесная с содержанием гумуса 5%; P_2O_5 и K_2O (по Кирсанову) – 9.3...11,45 и 5.7...9,5 мг/100 г почвы соответственно; рН солевой вытяжки – 4.9 ед.

Метеоусловия 2019 г. при теплой погоде, характеризовались неравномерным распределением осадков, избыточным в мае и недостаточным в июне. Если в мае выпало 200 % месячной нормы осадков, то в июне всего 62 %. В 2020 г. май был на 1,8 °С более холодным, а июнь и июль – на 3,2 и 0,7 °С более теплыми, в сравнении со среднемноголетними данными. Осадков в 2020 г. выпало достаточное количество, причем в июле в период уборки чечевицы оно было на 50 % больше нормы (табл. 1).

1. Распределение осадков и среднемесячная температура воздуха за вегетационный сезон чечевицы

Год	Май	Июнь	Июль			
Сумма осадков, мм						
2019	105,9	37,6	85,9			
2020	74,6	74,2	120,9			
Норма	53,0	61,0	80,0			
Температура, °С						
2019	16,2	20,7	17,3			
2020	11,2	20,0	19,2			
Норма	13,0	16,9	18,5			

В опыте высевали 2 сорта чечевицы – Аида и Фламенко. Посев проводили рядовым способом с шириной междурядий 15 см и нормой высева 2,5 млн всхожих семян на 1 га. Площадь делянки – 15 м², повторность – 3-х кратная. Обработку семян из расчета 400 г на гектарную норму семян препаратом Ризоторфин, полученным из Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии, содержащим штамм 724 Rhizobium leguminosarum bv. viciae, осуществляли в день посева. В контроле инокуляцию не проводили.

Содержание общего азота определяли методом Кьельдаля с использова-

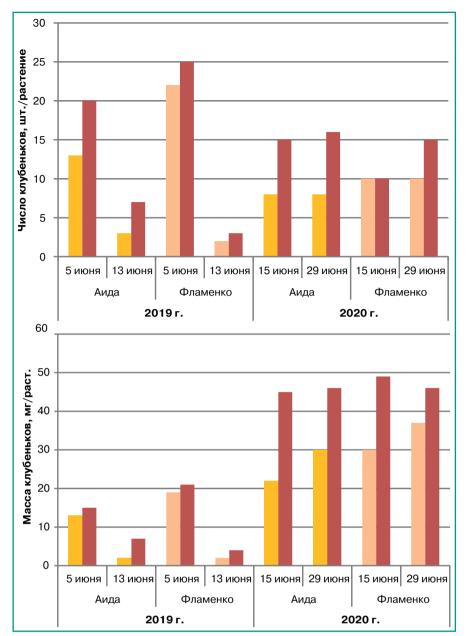


Рисунок. Формирование клубеньков на корнях растений чечевицы сортов Аида и Фламенко в разные фазы развития: а) число клубеньков на 1 растении, б) масса клубеньков с 1 растения: ■ — контроль; ■ — штамм 724.

нием коэффициента пересчета азота на белок 6,25. Для учета числа клубеньков отбирали по 10 растений каждого сорта с обработкой в фазах бутонизации, цветения. Морфологический анализ проводили на пробах из 10 растений с каждого повторения в фазе полного созревания согласно методическим указаниям ВИР [9].

Эксперимент – трехфакторный с двумя градациями каждого фактора, учитывали влияние условий года (фактор A), сорта (фактор B), инокуляции семян (фактор C). Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием программ Microsoft Office Excel 2010 и STATISTICA 7.

Периоды роста чечевицы в 2019 и 2020 гг. были достаточно контрастными. Посев в оба года осуществляли 22 апреля, всходы в 2019 г. появились 2 мая, в 2020 г. – 4 мая. Уборку проводили в 2019 г. в ранние сроки – 15 июля. в 2020 г. - в обычные для Орловской области сроки 28 июля. В 2019 г. при достаточно теплом и влажном мае, июнь был жарким и засушливым, что сдвинуло сроки цветения и уборки на более ранний период. В 2020 г. май был относительно холодным, июнь характеризовался жаркой погодой и достаточным увлажнением, в июле при жаркой погоде выпало излишнее количество осадков. Чечевица зацвела на 2 недели позже, чем в 2019 г., соответственно позже была проведена уборка.

Продолжительность вегетационного периода растений сорта Аида в 2019 г. составила 75 суток, Фламенко – 69 суток. В 2020 г. у обоих сортов она достигала 86 суток. При этом растения

сорта Фламенко в 2019 г. зацвели раньше, чем сорт Аида, на 1 сутки, в 2020 г. – на 3 суток. Однако в 2020 г. различия в скороспелости к уборке нивелировались. Скорость прохождения фенофаз растениями чечевицы в контроле и при обработке ризобиями была одинаковой. Таким образом, основное влияние на продолжительность вегетационного периода чечевицы оказывали метеоусловия года.

Формирование клубеньков на корнях чечевицы происходило во всех вариантах опыта в оба год. В 2019 г. наибольшее их количество наблюдали в начале цветения 5 июня, а уже 13 июня число клубеньков резко сократилось, что было связано с засушливыми условиями (см. рисунок). Самое высокое число клубеньков в контрольном и опытном вариантах (22 и 25 шт./растение соответственно) отмечено у сорта Фламенко в начале цветения. В 2020 г. наибольшая величина этого показателя зафиксирована в фазе цветения, причем клубеньки на корнях растений наблюдали в более поздние сроки (29 июня), что обусловлено лучшим увлажнением. Наибольшее число клубеньков в контроле отмечено у сорта Фламенко (10 шт./растение), в опытном варианте - у сорта Аида (16 шт./растение). В условиях 2020 г. формировалось несколько меньшее число клубеньков, чем в 2019 г., но продолжительность их жизни увеличилась на 2 недели, а масса каждого клубенька - в 3,6 раз (см. рисунок). В условиях засушливого июня 2019 г. клубеньки были очень мелкими (средняя масса в фазе бутонизации 0,87 г) и существовали очень короткий период. В 2020 г. в условиях достаточного увлажнения и тепла средняя масса клубеньков в фазе бутонизации достигала 3,17 г, и присутствовали они на корнях как в фазе бутонизации, так и в период массового цветения. Инокуляция семян ризобиями в 2019 г. способствовала увеличению числа клубеньков у сорта Аида на 7 шт./растение, Фламенко – на 3 шт./растение, в 2020 г. – на 8 и 5 шт./ растение соответственно.

По результатам трехфакторного дисперсионного анализа установлено значительное влияние фактора условия года (87,1 %) и взаимодействия факторов сорт и условия года (2,5 %) на урожайность. Влияние фактора инокуляции, равно как и остальных взаимодействий на урожайность чечевицы было не существенным (табл. 2).

Урожайность семян чечевицы в 2019 г. была достаточно высокой: в среднем по всем вариантам опыта 2,34 т/га (табл. 3). В 2020 г. она была ниже, чем в предыдущем сезоне, на 1,48 т/га. Связано это с тем, что в мае 2019 г. выпало достаточное количество осадков, в результате растения выдержали засушливый июнь

2. Дисперсионный анализ показателей урожайности и морфологических характеристик растений чечевицы в трехфакторном опыте

Источник вариации	Дисперсия	F	Р	Дисперсия	F	Р
	Урс	ожайность	•	Содерх	кание бе	лка
Условия года (А)	13,03900	163,27*	0,00	119,71	435,96*	0,00
Сорт (В)	0,13054	1,6346	0,22	1,31	4,76*	0,04
Инокуляция(С)	0,00770	0,0965	0,76	0,04	0,15	0,70
A×B	0,37750	4,7272*	0,04	3,23	11,75*	0,003
A×C	0,7370	0,9229	0,35	0,01	0,05	0,82
B×C	0,05900	0,7389	0,40	0,02	0,05	0,82
A×B×C	0,00510	0,0639	0,80	1,32	4,42	0,05
Случайное	0,07986			0,27		
	Лп	ина стебля			трикрепл	
	1,1,1				него боба	a
Условия года (А)	407,7	169,83*	0,00	8,00	5,87*	0,029
Сорт (В)	29,98	12,50*	0,003	19,59	14,36*	0,001
Инокуляция(С)	0,06	0,02	0,88	1,33	0,98	0,339
A×B	4,6	1,92	0,19	4,01	2,94	0,108
A×C	17,20	7,17*	0,018	1,61	1,18	0,295
B×C	0,28	0,12	0,74	1,56	1,15	0,302
A×B×C	0,05	0,02	0,89	12,40	9,09*	0,009
Случайное	33,56			19,10		
		іасса раст		Macca ce		
Условия года (А)	1,2958	2,7918	0,12	4,07556	25,283*	0,00
Сорт (В)	4,9880	10,746*	0,005	0,00179	0,0111	0,92
Инокуляция(С)	0,1288	0,2775	0,60	0,02613	0,1621	0,69
A×B	0,4095	0,8822	0,36	0,23148	1,4361	0,25
A×C	0,1445	0,3113	0,58	0,03704	0,2298	0,64
B×C	0,3040	0,6550	0,43	0,01974	0,1224	0,73
A×B×C	0,2232	0,4809	0,499	0,07574	0,4699	0,50
Случайное	6,4980			2,2567		

^{*} влияние фактора существенно при $p \le 0.5$.

и сформировали высокий урожай. В 2020 г. избыточное количество осадков в конце вегетации способствовало увеличению продолжительности вегетационного периода и полеганию растений, что оказало негативное влияние на урожайность семян.

Средняя за 2 года продуктивность сорта Аида в опыте составила 1,52 т/га, Фламенко – 1,67 т/га. В 2020 г. у сорта Фламенко величина этого показателя была на 60 % выше, чем у сорта Аида. Средняя урожайность в контроле была равна 1,58 т/га, в варианте с инокуляцией отмечали ее увеличение на 2 %. В целом влияние этого фактора на семенную продуктивность чечевицы находилось на уровне тенденции.

Содержание белка в семенах чечевицы в урожайном 2019 г. было значительно ниже, чем в 2020 г.: 25,2 и 29,6 % соответственно. Кроме фактора условия года с долей влияния 92,1 %, величина этого показателя зависела от фактора сорт (1 %) и взаимодействие сорта с условиями года (2,5 %). Инокуляция ризобиями в опыте не привела к изменению содержания белка в семенах.

Средняя длина стебля растений чечевицы в 2019 г. составляла 39,2 см. В 2020 г. величина этого показателя была больше на 8,7 см, что усилило полегание растений и оказало негативное влияние на формирование урожая. Растения сорта Фламенко были ниже, чем у сорта Аида, на 2,3 см. В 2020 г. в вариантах с инокуляцией длина стебля растений сорта Аида была больше, чем в контроле, на 2,1 см, сорта Фламенко – на 1,4 см. Величина этого показателя зависела от условий года (83,1 %), генотипа (6,1 %)

и взаимодействие условий года с фактором инокуляции (3,6 %).

Несмотря на большую высокорослость растений чечевицы, высота прикрепления нижнего боба в 2020 г. была ниже, чем в 2019 г., на 1,2 см. Вероятно, их рост в 2020 г. продолжался под действием избыточной влажности в течение всей вегетации. У сорта Фламенко первый боб формировался в среднем на высоте 27,4 см, у сорта Аида – 29,2 см. На признак высота прикрепления нижнего боба существенное влияние оказали факторы условий года (12%), сорта (29,9%), а также взаимодействие всех трех факторов (19,1%).

На признак число ветвей на растении достоверное воздействие оказывал только фактор года с долей влияния

36,5 %. В 2019 г. на растениях чечевицы формировалось на 25 % больше ветвей, чем в 2020 г. Отмечена тенденция к увеличению их числа при инокуляции ризобиями на 0,2 шт./раст. Возможно, это обусловлено активной работой клубеньков в период закладки ветвей первого порядка, однако непродолжительный период их функционирования не позволил оказать существенного влияния на величину этого показателя.

Сухая масса растений чечевицы в 2020 г. была несколько выше, чем в 2019 г. При этом значимое влияние на ее величину оказывал генотип (37,6%). У сорта Аида масса одного растения в среднем составила 3,3 г, у сорта Фламенко она была на 1,0 г меньше. Влияние инокуляции на величину этого показателя было не существенным (1%).

Массу семян с растения определяли условия года (доля влияния фактора 69,4 %). В 2019 г. семенная продуктивность одного растения чечевицы в среднем составила 1,55 г, в 2020 г. – 0,66 г (табл. 4). Фактор сорта и обработка ризобиями не оказывали на нее значимого влияния. Такие признаки, определяющие семенную продуктивность, как число бобов и семян на растении, также зависели только от условий года. В 2019 г. на растениях чечевицы в среднем формировалось 20,4 боба и 27,9 семян, в 2020 г. – 8,45 бобов и 11,7 семян.

Масса 1000 семян в 2019 г. в среднем составила 56 г, в 2020 г. – 51 г. Семена сорта Фламенко были мельче, чем у сорта Аида, – 51 и 55 г соответственно. При инокуляции семян азотфиксирующими бактериями величина этого показателя у сорта Аида в 2019 г. возросла на 6 г, в 2020 г. – на 9 г, Фламенко – на 1 и 3 г соответственно. Однако из-за сильного варьирования существенного влияния ни одного из изученных факторов на крупность семян чечевицы не выявлено.

3. Реакция разных сортов чечевицы на инокуляцию ризобиями

	· ·	-					
Сорт (фактор В)	Иногкуля- ция (фактор С)	Урожай- ность семян, т/ га	Содержа- ние белка в семе- нах, %	Длина стебля, см	Высота прикрепле- ния нижне- го боба, см	Число ветвей шт./ рас- тение	Сухая масса расте- ния, г
		2	2019 г. (фа	ктор А)			
Аида	контроль штамм 724	2,28 2,49	25,4 25,2	41,7 40,0	30,4 30,3	2,58 2,70	3,79 3,02
Фламенко Среднее	контроль штамм 724	2,25 2,32 2,34	24,8 25,3 25,2	38,6 36,5 39,2	28,6 26,5 28,9	2,46 2,76 2,63	2,65 2,78 3,06
Среднее					20,9	2,00	3,00
Аида Фламенко	контроль штамм 724 контроль	0,64 0,69 1,16	2020 г. (фа 28,8 29,4 30,5	47,6 49,7 46,5	29,3 27,2 26,1	2,20 2,30 1,93	3,20 3,18 1,92
Среднее HCP ₀₅ A	штамм 724	0,96 0,86 0,25	30,0 29,6 0,46	47,9 47,9 1,1	28,3 27,7 1,0	1,95 2,10 0,50	1,97 2,57 0,56
HCP ₀₅ B HCP ₀₅ C		0,25 0,25	0,46 0,46	1,1 1,1	1,0 1,0	0,50 0,50	0,56 0,56
HCP ₀₅ AB HCP ₀₅ AC		0,36 0,36	0,65 0,65	1,5 1,5	1,3 1,3	0,70 0,70	0,79 0,79
HCP ₀₅ BC HCP ₀₅ ABC		0,36 0,51	0,65 0,92	1,5 2,1	1,3 1,9	0,70 1,00	0,79 1,11

4. Изменение элементов структуры урожая растений чечевицы сортов Аида и Фламенко в зависимости от условий года и инокуляции ризобиями

Сорт	Вариант	Macca	Число	Число	Число	Macca
(фактор В)	(фактор С)	семян с	бобов,	семян,	семян в	1000 зе-
(ψακτορ Β)	(фактор С)	растения, г	шт.	шт.	бобе, шт.	рен, г
		2019 г. (ф	рактор А)			
Аида	контроль	1,82	22,4	31,0	1,37	57
	штамм 724	1,48	18,2	23,9	1,32	63
Фламенко	контроль	1,45	20,4	28,1	1,37	51
	штамм 724	1,47	20,6	28,6	1,38	52
Среднее		1,55	20,4	27,9	1,36	56
		2020 г. (ф	рактор А)			
Аида	контроль	0,53	8,6	11,4	1,41	47
	штамм 724	0,60	8,4	11,0	1,30	56
Фламенко	контроль	0,82	6,6	9,4	1,43	50
	штамм 724	0,77	10,2	14,9	1,42	53
Среднее		0,68	8,4	11,7	1,39	51
HCP ₀₅ A		0,33	4,0	5,8	0,07	4,7
HCP _{os} B		0,33	4,0	5,8	0,07	4,7
HCP ₀₅ C		0,33	4,0	5,8	0,07	4,7
HCP ₀₅ AB		0,47	5,7	8,2	0,10	6,6
HCP ₀₅ AC		0,47	5,7	8,2	0,10	6,6
HCP ₀₅ BC		0,47	5,7	8,2	0,10	6,6
HCP ₀₅ ABC		0,66	8,0	11,5	0,10	9,4

Признак число семян в бобе оказался наиболее консервативным в этом эксперименте. Он не зависел ни от одного из изученных факторов. Отмечена лишь тенденция к его повышению на 4 % у сорта Фламенко, в сравнении с сортом Аида. Этот признак имеет обратную зависимость от массы 1000 семян с коэффициентом корреляции *r*=-0,73.

Выводы. В многофакторном эксперименте выявлено существенное влияние фактора условия года на урожайность чечевицы, содержание белка в семенах, длину стебля и продуктивность растения. Так, урожайность чечевицы в среднем по вариантам опыта в благоприятном 2019 г. была в 2,7 раза выше, чем в неблагоприятном 2020 г., в котором отмечали сильное полегание растений из-за обилия осадков в конце вегетации. Содержание белка в семенах, наоборот, в 2020 г. в среднем достигало 29,6 %, что на 4,4 % выше, чем в 2019 г.

Фактор сорта оказывал влияние на содержание белка, длину стебля и массу растения, его взаимодействие с условиями года – на урожайность и содержание белка в семенах. Так, в 2020 г. сбор семян с единицы площади у сорта Фламенко был выше, чем у сорта Аида, в 1,6 раза. У этого же сорта отмечено наибольшее содержание белка в семенах – в 2020 г. оно в среднем находилось на уровне 30,3 %, что на 1,2 % больше, чем у сорта Аида.

Фактор инокуляции не оказал существенного влияния на урожайность чечевицы и компоненты, ее составляющие, хотя отмечена тенденция к повышению продуктивности в вариантах с использованием этого технологического приема. Влияние фактора инокуляции на длину стебля проявилось во взаимодействии с фактором условия года, а на высоту прикрепления нижнего боба — во взаимодействии со всеми

изученными факторами. Инокуляция ризобиями способствовала образованию большего количества клубеньков (13...25 шт./растение, против 8...22 шт./растение в контроле), однако из-за непродолжительного функционирования симбиотической системы растение—бактерия вследствие засушливых условий в 2019 г. и избыточного увлажнения в 2020 г. преимущество этого приема не проявилось.

Литература.

- 1. Майорова М. М. Основные направления и результаты селекции тарелочной чечевицы // Сб. науч. тр. к 100-летию Пензенского НИИСХ. Пенза: РИО ПГСХА, 2009. Т. 2. С. 85–100.
- 2. Глазова З. И. Перспектива применения листовых подкормок при выращивании чечевицы // Земледелие. 2018. № 4. С. 24–26. doi: 10.24411/0044-3913-2018-10407.
- 3. The influence of tillage and crop rotation on nitrogen fixation in lentil and pea / A. Matus, D.A. Dersken, F.L. Walley, et. al. // Can. J. Plant Sci. 1977. Vol.77. No. 2. P. 197–200.
- 4. Khanna V., Sharma P. Potential for enhancing lentil (Lens culinaris) productivity by co-inoculation with PSB, plant growth-promoting rhizobacteria and Rhizobium // Indian Journal of Agricultural Science. 2011. Vol. 81. No. 10. P. 48–50.
- 5. Ваулин А. Ю. Влияние минеральных и бактериальных удобрений на зерновую продуктивность чечевицы в условиях лесостепи Челябинской области // АПК России. 2017. Т. 24. №1. С. 49-56.
- 6. Специфичность симбиотических взаимодействий бактерий рода Rhizobium leguminosarum bv. viciae с растениями трибы vicieae / С.А. Хапчаева, С.В. Дидович, А.Ф. Топунов и др.// Экологическая генетика. 2018. Т. 16. № 4. С. 51–60. doi: 10.17816/ecogen16451-60.
- 7. Multiple benefits of legumes for agricultural sustainability: an overview / F. Stagnary, A. Maggio, A. Galieni, et. al. // Chem. Biol. Technol. Agric. 2017. URL: https://chembioagro.springeropen.com/articles/10.1186/s40538-016-0085-1 (дата обращения 11.03.2021). doi: 10.1186/s40538-016-0085-1.

- 8. Проворов Н. А., Онищук О. П. Экологогенетические основы конструирования высокоэффективных азотфиксирующих микробно-растительных симбиозов // Экологическая генетика. 2019. Т. 17. № 1. С. 11–18. doi: 10.17816/ecogen17111-1.
- 9. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: методические указания (2-е изд.) / М. А. Вишнякова, И.В. Сеферова, Т.В. Буравцева и др. Санкт-Петербург: ВИР, 2018. 143 с.

Influence of meteorological conditions of the year and inoculation with rhizobia on the formation of the lentils yield and indicators of its structure

G. N. Suvorova, G. P. Gur'ev, A. V. Ikonnikov

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

Abstract. The studies aimed to determine the effect of inoculation with bacteria of the genus Rhizobium and growing conditions on the yield and indicators of the yield structure of lentil Aida and Flamenco. The experiments were carried out in 2019-2020 in the Orel region. The experiment design took into account three factors in two gradations: conditions of the year; variety; seed inoculation (control and treatment with rhizobia). The formation of nodules on the lentil roots was observed in all treatments of the experiment. Inoculation increased their number, in comparison with the control, by 3-8 pcs/plant. Analysis of variance revealed a significant influence of the factor of the year condition on the lentil yield, protein content in seeds, stem length, plant productivity, and other elements of the yield structure. The seed yield in 2019 averaged 2.34 t/ ha, in 2020 - 0.86 t/ha. The protein content was at the level of 25.2% and 29.6%, respectively, and the average stem length was 39.2 cm and 47.9 cm. The productivity of a lentil plant in 2019 (1.55 a) was 2.3 times more than in 2020. The variety factor influenced the protein content (1%), stem length (6.1%), and plant weight (37.6%). The average yield of Aida variety in the experiment for 2 years was 1.52 t/ha, Flamenco - 1.67 t/ha, the protein content was 27.1% and 27.6%, respectively. The inoculation factor did not significantly affect the yield of and other traits.

Keywords: lentils (Lens culinaris Medik.); inoculation; rhizobia; variety; yield; protein content.

Author details: G. N. Suvorova, Cand. Sc. (Agr.), head of laboratory (e-mail: galina@vniizbk.ru); G. P. Gur'ev, Cand. Sc. (Biol.), leading research fellow; A. V. Ikonnikov, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow.

For citation: Suvorova GN, Gur'ev GP, Ikonnikov AV. [Influence of meteorological conditions of the year and inoculation with rhizobia on the formation of the lentils yield and indicators of its structure]. Zemledelie. 2021;(4):3-6. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10401.

doi: 10.24411/0044-3913-2021-10402 УДК 631.861: 631.816.35: 631.8.022.3

Влияние препаратов Биоклад и Вермикс на элементы продуктивности, урожайность и качественные показатели ярового ячменя

И. Л. ТЫЧИНСКАЯ, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: pridatko1990@mail.ru) А. А. ЗЕЛЕНОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, зам. директора

E. H. МЕРЦАЛОВ, врио директора филиала

É. C. МИХАЛЕВА, научный сотрудник

Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур, ул. Молодёжная, 10, к. 1, пос. Стрелецкий, Орловский р-н, Орловская обл., 302502, Российская Федерация

Исследования с целью изучения влияния препаратов Биоклад и Вермикс на качественные показатели, урожайность и основные элементы структуры урожая ярового ячменя проводили в Орловской области в 2017-2019 гг. Объект исследований – сорт интенсивного типа Сузлалец. Схема опыта предполагала определение эффективности некорневых подкормок изучаемыми препаратами в фазе кущения в дозах по 1 и 2 л/га, а также их сочетания в аналогичных дозах (1+1 л/га и 2+2 л/га), контроль - без обработки. Препараты Биоклад и Вермикс, независимо от нормы расхода, обеспечивали улучшение условий роста и развития культурных растений, что привело к увеличению урожайности ячменя на 11...14 %. густоты продуктивного стеблестоя - на 10 %, массы и количества зерен в колосе - на 13 % и 18 % соответственно. Наиболее продуктивные в опыте агроценозы культуры были сформированы при обработке препаратом Биоклад, максимальная в опыте стабильная прибавка урожайности, по сравнению с контролем, при дозе 1 л/га в среднем составила 0,59 т/га, 2 л/га - 0,61 т/га. Содержание белка при использовании 1 л/га Биоклада отдельно и совместно с таким же количеством Вермикса увеличивалось до 11,9%, только 1 л/га Вермикса – до 11,7 %. Применение изучаемых препаратов в нормах 2 л/га привело к увеличению содержания белка до 13,5 и 14,8 %.

Ключевые слова: органические препараты, плодородие почвы, ячмень яровой (Hordeum vulgare L.), структура урожая, урожайность, натура, белок.

Для цитирования: Влияние препаратов Биоклад и Вермикс на элементы продуктивности, урожайность и качественные показатели ярового ячменя /

И. Л. Тычинская, А. А. Зеленов, Е. Н. Мерцалов и др. //Земледелие. 2021. № 4. С. 7–10. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10402.

Объективная необходимость экологизации сельского хозяйства обусловлена тем, что интенсивное ведение аграрного производства в мире, в том числе в России, с широким использованием средств химизации на протяжении длительного периода создало угрозу необратимого загрязнения окружающей среды и пищевых продуктов. Экономическая эффективность сельскохозяйственного производства в последние годы лимитирована «экологическим кризисом», выраженным в значительной степени разрушением почвенного покрова, снижением плодородия почв и др. [1, 2, 3].

Минерализация и потери гумуса ра-СТУТ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННО-ХИМИЧЕСКОЙ интенсификации земледелия, достигая в зависимости от зоны, типа почвы, севооборота до 0,5...2,0 т/га в год. Это означает, что убыль гумуса в почвах за 15...20 лет на равнине может достигать 1,0% от первоначальных показателей, а на склоновых землях, подверженных различным видам эрозии, - 3,5 % [4]. Интенсивное антропогенное воздействие на почву - одна из причин потерь гумуса в пахотном слое вследствие повышения степени аэрации, биодеградации органической части почвы. Под влиянием физиологически кислых удобрений происходит активизация токсикогенной микрофлоры. Таким образом, результатом интенсивных технологий возделывания становится водная и ветровая эрозия [5].

Современное сельскохозяйственное производство направлено на формирование высокой урожайности возделываемых культур, при этом необходимо постоянно поддерживать баланс питательных веществ в почве, осуществляя возврат минеральных элементов, вынесенных урожаем. Адля расширенного воспроизводства плодородия их поступление в почву должно превышать вынос [6, 7, 8].

Поэтому проблема оптимизации сельскохозяйственного производства путем активного распространения экологических и ресурсосберегаю-

щих агроприемов, направленных на снижение антропогенной нагрузки стоит весьма остро.

Органические удобрения в земледелии необходимы для повышения общей устойчивости агроэкосистем к неблагоприятным биотическим и абиотическим стрессорам, а также для стабилизации производства сельскохозяйственной продукции. Это основной источник пополнения и воспроизводства гумуса в почвах, обуславливающий их актуальное и потенциальное плодородие. Внесение органических удобрений улучшает физические свойства, водновоздушный, тепловой и фитосанитарный режимы почвы, повышает ее биологическую активность и устойчивость к эрозионным процессам [7].

Ячмень (Hordeum vulgare L.) – культура, наиболее отзывчивая на удобрения. При их правильном применении возрастает устойчивость растений к засухе, болезням и вредителям, улучшается качество зерна [9]. При недостатке элементов питания в начале вегетации (15...30 дней после посева) задерживается рост и развитие растений, нарушается нормальный процесс образования углеводов и формирования генеративных органов, существенно снижается урожай [9, 10].

Цель исследований — изучить влияние органических препаратов Биоклад и Вермикс на элементы продуктивности, урожайность и качественные показатели ярового ячменя сорта Суздалец в условиях Орловской области.

Лабораторные исследования проводили на кафедре агроэкологии и охраны окружающей среды ФГБОУ ВО Орловский ГАУ им. Н. В. Парахина, полевые опыты - в Научнообразовательном производственном центре «Интеграция» (Орловский район, п. Лаврово) в 2017-2019 гг. Опыт был заложен в семипольном зерновом севообороте на делянках площадью 10 м² в четырехкратной повторности. Метод размещения делянок - систематический. Норма высева ярового ячменя сорта Суздалец составляла 4 млн всхожих семян на 1 га. Посев проводили с одновременным внесением удобрений - 60 кг/га диаммофоски в физической массе ($N_6 P_{15} K_{15}$). Почва опытного участка темно-серая лесная со средним содержанием гумуса (3,7 %), среднекислой реакцией почвенного раствора (рН солевой вытяжки - 5,0 ед.), повышенной обеспеченностью подвижными (по Кирсанову) фосфором (117 мг/кг) и калием (148 мг/кг).

Изучали препараты органического происхождения Биоклад и Вермикс. Биоклад – новый вид комплексного

удобрения защитно-стимулирующего действия для корневых и некорневых подкормок различных культур. Представляет собой концентрированную вытяжку из разных видов помета (куриного, перепелиного, индюшиного). Содержит в своем составе все необходимые растениям макро- и микроэлементы: N - 0,4 %, $P_{2}O_{5} - 0.4\%$, K- 0.4%, CaO - 0.5%, Mg - 0.1 %, Fe – 0.1 % и др., а также стимуляторы (https://bioklad. info/o-bioklade/). Вермикс – жидкий сбалансированный фульвовый концентрат длительного действия на основе биогумуса и сапропеля, в состав которого входят гуминовые вещества - 1,3 г/л, фульвокислоты - $5 \Gamma/\Lambda$, N $- 0.18 \Gamma/\Lambda$, $P_2O_5 - 0.33 \Gamma/\Lambda$, K -0,23 г/π (https://vermix-russia.ru/).

Препараты применяли в виде некорневых подкормок, которые осуществляли ранцевым гидравлическим опрыскивателем ОГ-301 «Лемира» в фазе кущения. Расход воды для обработки посевов был одинаковым во всех вариантах опыта, в том числе в контрольном.

Схема опыта предполагала изучение следующих вариантов: без обработки (контроль); Биоклад – 1,0 л/га; Биоклад – 2,0 л/га; Вермикс – 1,0 л/га; Вермикс – 2,0 л/га; Биоклад + Вермикс – по 1,0 л/га; Биоклад + Вермикс – по 2,0 л/га.

Погодные условия вегетационного периода 2017 г. были умереннотёплые с достаточным (в июле избыточным - 175,6 % от климатической нормы) количеством осадков. Прохладную погоду наблюдали во второй декаде мая (на 4,7 °С ниже климатической нормы). Температура первой декады июня была на 2,8 °C, а первой декады июля на 2,2 °C ниже нормы). В 2018 г. прохладную погоду отмечали в первой декаде июня и первой декаде июля, вследствие этого произошло увеличение продолжительности периода вегетации. Июль характеризовался обильными осадками (109,0 мм). Теплая погода в сентябре (15,9°C) позволила произвести своевременную уборку ячменя. Метеоусловия 2019 г. характеризовались высокой контрастностью. В первой половине вегетационного периода средняя температура воздуха по месяцам была выше нормы на 2,4...3,9°С, а сумма осадков составила 218,5 мм, или 76 % от среднемноголетнего уровня. Обилие осадков в первой половине мая обеспечило почву достаточным запасом влаги. Условия июня характеризовались как сильно засушливые. В июле отмечали обильные осадки (86 мм, или 107 % от нормы) и понижение температуры в две первые декады до 16,3°C. Первая декада августа характеризовалась понижением температуры до 14,9°С, а весь месяц – засушливыми условиями. Контрастность агрометеорологических условий 2017–2019 гг. позволила дать объективную оценку эффективности применяемых препаратов.

Уборку урожая проводили прямым комбайнированием. Снопы, собранные с делянок, доводили до воздушно-сухого состояния и анализировали согласно действующей методике (Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: Методические указания / М. А. Вишнякова, Т. В. Буравцева, С. В. Булынцев и др. СПб.: РАСХН. ГНУ ВИР Россельхозакадемии, 2010.

влияние на рост и развитие растений, что проявилось в повышении густоты стояния растений, вследствие чего изменялись агроценотические условия посева. Применение препаратов в норме расхода 2,0 л/га обеспечило наибольшее стимулирующее воздействие на структурные элементы урожая ячменя.

Наибольшее в опыте количество растений на единице площади установлено при использовании Биоклада в норме 2,0 л/га, оно составило 400 шт./м², что на 10,5 % больше, чем в контроле. При норме расхода этого препарата 1,0 л/га густота стояния превышала величину этого показателя в контроле на 9,1 % (табл. 1).

1. Элементы структуры биологической урожайности ярового ячменя сорта Суздалец в зависимости от изучаемых препаратов (среднее за 2017–2019 гг.)

	Чис	ло, шт./м²	Количество	Macca
Вариант	расте-	продуктивных	зерен в ко-	зерна в
	ний	стеблей	лосе, шт.	колосе, г
Контроль	362	534	16,7	0,64
Биоклад (1 л/га)	395	739	19,7	0,70
Вермикс (1 л/га)	386	639	18,0	0,66
Биоклад + Вермикс (по 1 л/га)	391	702	19,0	0,68
Биоклад (2 л/га)	400	751	20,7	0,70
Вермикс (2 л/га)	393	655	19,3	0,67
Биоклад + Вермикс (по 2 л/га)	398	715	20,3	0,68
HCP ₀₅	31	90	1,0	0,02

142 с.). Биохимическую оценку качества зерна осуществляли с использованием анализатора Infratec $^{\text{тм}}$ 1241.

Расчет экономической эффективности выполняли на основе типовых технологических карт хозяйства, а также исходя из фактического уровня цен на материально-технические ресурсы и сельскохозяйственную продукцию. Полученные экспериментальные данные подвергали статистической обработке методом дисперсионного анализа (Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Альянс, 2011. 350 с.) с использованием приложения СХЅТАТ к компьютерной программе MS Office Excel.

Сорт ярового ячменя Суздалец хорошо отзывался на применение изучаемых препаратов. Внесение Биоклада и Вермикса оказывало существенное

Максимальное в опыте количество зерен в колосе, превышавшее контроль на 24 %, отмечено при внесении препарата Биоклад в норме 2 л/га. Число продуктивных стеблей и масса зерен в колосе в этом варианте увеличивались до 751 шт./м² и 0,70 г соответственно, что превышает контроль в 1,4 и 1,1 раза.

Одним из показателей, характеризующих качество зерна, служит масса 1000 зерен. Во всех вариантах формировалось среднее и тяжеловесное зерно (рис. 1). Максимальная в опыте величина этого показателя, составлявшая 46,3 г, отмечена при совместном использовании препаратов Биоклад и Вермикс в нормах по 2 л/га.

В целом препараты Биоклад и Вермикс оказали положительное влияние

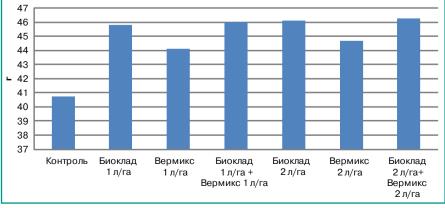


Рис. 1. Масса 1000 зерен ярового ячменя Суздалец в зависимости от применяемых препаратов (среднее за 2017—2019 гг.), г.

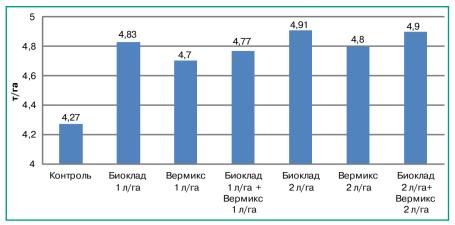


Рис. 2. Урожайность ярового ячменя сорта Суздалец в зависимости применяемых препаратов (среднее за 2017—2019 гг., HCP_{a5} —0,4 m/га).

на все элементы структуры урожая ярового ячменя, степень которого, главным образом, зависела от препарата и нормы его расхода.

Улучшение показателей структуры посевов под влиянием изучаемых препаратов обеспечило повышение урожайности зерна ярового ячменя сорта Суздалец в среднем на 13 %, по сравнению с контролем (рис. 2). Наибольшую в среднем за годы исследований эффективность отмечали при использовании препарата Биоклад, прибавка урожайности в варианте с его применением в норме 1 л/га составила 0,59 т/га, по отношению к контролю, 2 л/га – 0,61 т/га. Совместное

изучаемые препараты повышали содержание белка (табл. 2). При их раздельном или совместном внесении в норме 1 л/га оно возрастало до 11,7...11,9 %, в норме 2 л/га - до 13,5...14,8 % против 9,0...9,1 % на контроле. Положительного влияния от совместной обработки препаратами Биоклад и Вермикс, в сравнении с использованием каждого из них в чистом виде, на качество зерна в опыте не отмечено. Наибольшая натура зерна ячменя отмечена в условиях 2019 г. при обработке препаратом Биоклад в норме 2 л/га (745 г/л), наименьшая – в контрольном варианте в условиях 2017 г. (620 г/л).

2. Качество зерна ярового ячменя сорта Суздалец (среднее за 2017-2019 гг.)

Panyaut	Н	Іатура, г/	л	Белок, %		
Вариант	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Контроль	620	625	640	9,0	9,0	9,1
Биоклад (1 л/га)	700	710	740	11,5	11,8	11,9
Вермикс (1 л/га)	690	695	720	11,2	11,5	11,7
Биоклад + Вермикс (по 1 л/га)	680	680	700	11,2	11,4	11,9
Биоклад (2 л/га)	710	720	745	13,6	14,5	14,8
Вермикс (2 л/га)	700	710	725	13,5	14,1	14,5
Биоклад + Вермикс (по 2 л/га)	685	690	705	13,5	14,2	14,5
HCP ₀₅	45	50	55	2,7	3,0	3,2

использование препаратов Биоклад и Вермикс по влиянию на урожайность зерна ячменя не имело преимущества перед обработкой Биокладом в чистом виде. Применение препарата Вермикс было менее эффективным – прибавка урожая зерна, по отношению к контролю, от его внесения в норме 1 л/га составляла в среднем 0,46 т/га, 2 л/га – 0,50 т/га.

Результаты биохимического анализа зерна ячменя показали, что

Использование препаратов Биоклад и Вермикс было экономически оправданным (табл. 3). Их применение в норме 1 л/га обеспечивало наибольший чистый доход, который был в 1,9...2,0 раза выше, чем в контроле, при себестоимости 1 т зерна на 14,3...18,5 % ниже контроля. Рентабельность в этих вариантах была больше, чем в контрольном, на 25,7...27,0 %. При норме расхода препаратов 2 л/га экономические

3. Экономическая эффективность возделывания ярового ячменя Суздалец в зависимости от применяемых препаратов (среднее за 2017–2019 гг.)

Вариант	Себестоимость зерна, тыс. руб./т	Чистый доход, тыс. руб./га	Рента- бельность, %
Контроль	3,2	5,9	42,4
Биоклад (1 л/га)	2,7	11,6	69,4
Вермикс (1 л/га)	2,8	11,2	68,1
Биоклад + Вермикс (по 1 л/га)	2,8	11,4	68,6
Биоклад (2 л/га)	2,6	10,1	55,6
Вермикс (2 л/га)	2,7	9,8	54,8
Биоклад + Вермикс (по 2 л/га)	2,6	10,0	55,6

показатели заметно снижались, по сравнению с 1 л/га.

Таким образом, применение органических препаратов Биоклад и Вермикс обеспечивает увеличение густоты продуктивного стеблестоя на 9...10 %, массы и количества зерен в колосе - на 13 % и 18 % соответственно. Наиболее продуктивные агроценозы ярового ячменя формировались при обработке посевов препаратом Биоклад: прибавка урожая к контролю при норме 1 л/га в среднем составляла 0,59 т/га. 2 л/га - 0,61 т/га. Содержание белка в зерне с 9,0...9,1 % в контроле увеличивалось на 2,6...2,9 % при раздельном или совместном применении препаратов Биоклад и Вермикс в нормах по 1 л/га, и на 4,4...5,8 % при нормах 2 л/га. Максимальный в опыте экономический эффект достигнут при внесении препаратов в норме 1 л/га.

Литература.

- 1. Исследования почвенного плодородия для разработки технологий возделывания сельскохозяйственных культур / В. Ф. Кирдин, Г. А. Гармаш, В. Д. Штырхунов и др. // Аграрная Россия. 2020. № 10. С. 9–14. doi: 10.30906/1999-5636-2020-10-9-14.
- 2. Barczak B., Łopuszniak W., Moskal M. Yield of spring barley in conditions of sulphur fertilization // Journal of Central European Agriculture. 2019. No. 20 (2). P. 636–646. doi: 10.5513/JCEA01/20.2.2115.
- 3. Сорокина О. Ю. Эффективность традиционных, новых комплексных и органоминеральных удобрений под лендолгунец // Плодородие. 2020. № 1 (112). С. 8-11. doi: 10.35679/1991-9476-2019-14-9-1403-1408.
- 4. Коротких Е. В. Приемы воспроизводства плодородия почв и динамика водорастворимого гумуса в почве под культурами севооборота // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2. № 5-3 (10-3). С. 225–229. doi: 10.12737/6968.
- 5. Окорков В. В., Семин И. В. Влияние удобрений на продуктивность и качество зерновых культур на серой лесной почве Ополья // Аграрный вестник Верхневолжья. 2014. № 2 (7). С. 21–28.
- 6. Сидоренко О. Д. Использование продуктов биоконверсии отходов животноводства в качестве органических удобрений (концепция) // Агрохимия. 2018. № 4. С. 36–38. doi:10.7868/S000218811804004X.
- 7. Васбиева М. Т. Изменение показателей плодородия дерново-подзолистой почвы и содержание в ней тяжелых металлов в результате длительного применения осадков сточных вод // Почвоведение. 2015. № 5. С. 580–586. doi: 10.7868/S0032180X15030132.
- 8. Алферов А. А., Чернова Л. С. Устойчивость агроэкосистемы при применении удобрений и биопрепаратов // Российская сельскохозяйственная наука. 2019. № 3. С. 35-37. doi: 10.31857/S2500-26272019335-37.

9. Федотов В. А. Пивоваренный ячмень России. М.: Агролига России, 2006. 268 с. ISBN 5-85879-267-7.

10. Зайцева К. Г. Продуктивность ярового ячменя в зависимости от вида применяемых удобрений и биопрепарата Бисолбифит // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. № 4 (60). С. 38–41. doi: 10.12737/2073-0462-2021-38-41.

Influence of Bioclad and Vermix preparations on the elements of productivity, productivity and quality indicators of spring barley

I. L. Tychinskay, A. A. Zelenov, E. N. Mertsalov, E. S. Mikhaleva Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops, ul. Molodezhnaya, 10, k. 1, pos. Streletskii, Orlovskii r-n, Orlovskaya obl., 302502, Russian Federation

Abstract. Studies to study the effect of Bioclad and Vermix preparations on the quality indicators, yield and the main elements of the structure of the spring barley crop were conducted in the Orel region in 2017-2019. The object of research is a variety of spring barley Suzdalets intensive type. The scheme of the experiment involved the study of the following options: without treatment (control); Bioclades, 1.01/ha; Bioclades, 2.01/ha; Vermix 1.01/ha; Vermix 2.0 I/ha: Bioclades 1.0 I/ha + Vermix 1.0 I/ha; Bioclades 2.0 I/ha + Vermix 2.0 I / ha. The studied variety was responsive to all the studied variants. The preparations Bioclad and Vermix, regardless of the consumption rate, provided an improvement in the growth and development conditions of cultivated plants, which led to an increase in the yield of barley by 11...14 %, the density of productive stems by 10%, the weight and number of grains in the ear - by 13% and 18%, respectively. The most productive agrocenoses of spring barley in the experiment were formed when applying the preparation Bioclade, the most stable increase in yield on average was 0.59t/haatarate of 11/haand 0.61t/haatarate of 21/ha, compared with the control. The protein content increased to 11.9% when using Bioclade 1 I/ha and to 11.7 % when using Vermix 1 I/ha, as well as to 11.9% when using them together. The use of the norm of the studied preparations of 21/ha led to an increase in the protein content to 13.5 and 14.8 %.

Keywords: organic preparations, soil fertility, spring barley (Hordeum vulgare L.), crop structure, yield, nature, protein.

Author Details: I. L. Tychinskay, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow (e-mail: pridat-ko1990@mail.ru); A. A. Zelenov, Cand. Sc. (Agr.), deputy director; E. N. Mertsalov, acting director of branch; E. S. Mikhaleva, research fellow.

For citation: Tychinskay IL, Zelenov AA, Mertsalov EN, et al. [Influence of Bioclad and Vermix preparations on the elements of productivity, productivity and quality indicators of spring barley]. Zemledelije. 2021; (4): 7-10. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10402.

doi: 10.24411/0044-3913-2021-10403 УДК 631.582

Методологические основы производства заданного количества продовольственного зерна в севооборотах Центрального Черноземья*

А. С. АКИМЕНКО, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: kurskfarc@mail.ru) Т. А. ДУДКИНА, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Н. В. ДОЛГОПОЛОВА, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник В. Г. ВАВИН, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Л. И. САДЫКОВА, лаборантисследователь

Курский федеральный аграрный научный центр – ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии, ул. К. Маркса, 706, Курск, 305021, Российская Федерация

Исследования проводили с целью разработки методологических основ производства заданного (возможного в соответствии с природно-ресурсным потенциалом) количества продовольственного зерна в условиях Центрального Черноземья. В ходе исследований проведен анализ научных публикаций и собственных экспериментальных данных, полученных в многолетнем (с. 1992 г.) стационарном опыте, заложенном в трехкратной повторности одновременно всеми полями (расположение систематическое). Почва экспериментального участка чернозем типичный с содержанием гумуса по Тюрину в слоях 0...20 и 20...40 см соответственно 5,28 и 4,94 %. В севооборотах опыта с размещением озимой пшеницы после чистого, сидерального и занятого (с 2016 г. конские бобы) паров на фоне четырех норм удобрений при заделке в почву нетоварной части урожая абсолютную величину урожайности определяли доза азота удобрений и влагообеспеченность в конкретные годы, а ее различия в зависимости от предшественников – вероятность появления своевременных дружных всходов. Благодаря лучшему (в 1,2...1,3 раза) увлажнению ко времени посева десятисантиметрового слоя почвы после чистого и сидерального паров урожайность по этим предшественникам (в пределах одинаковых уровней удобренности) была большей соответственно на 16...22 % и 22...31 %, чем после занятого пара. Последовательное увеличение норм азота способствовало воспроизводству плодородия, а также повышению содержания клейковины в муке с 22...24 % на неудобренном фоне до 25...27 % при внесении $N_{100}P_{100}K_{100}$. Согласно экспертной оценке, доля озимой и яровой пшеницы в структуре посевных площадей должна составлять 18...30 % и 5...15 % соответственно в зависимости от специализации услайств

Ключевые слова: севооборот, структура посевных площадей, пшеница (Triticum aestivum L.), клейковина, вода, энергия, азот. гумус.

Для цитирования: Методологические основы получения заданного количества продовольственного зерна в севооборотах Центрального Черноземья / А. С. Акименко, Т. А. Дудкина, Н. В. Долгополова и др. // Земледелие. 2021. №4. С. 10–13. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10403.

В Долгосрочной стратегии развития зернового комплекса Российской Федерации до 2035 г. предусмотрено увеличение валового производства зерна и повышение его качества [1]. Решение этой задачи в условиях Центрального Черноземья реально только путем интенсификации производства полеводческой продукции при одновременном воспроизводстве плодородия почв [2, 3, 4].

Ведущая продовольственная культура в регионе - озимая пшеница, валовые сборы которой нестабильны по годам. Причина такой ситуации - изменения ее посевных площадей из-за неполной обеспеченности хорошими предшественниками и варьирование урожайности в связи с неустойчивостью погодных условий. Кроме того, генетический потенциал этой культуры реализуется не в полной мере из-за недостаточного и несбалансированного применения минеральных удобрений [5, 6]. Вторая по значимости зерновая культура продовольственного назначения – яровая пшеница. В крайне неблагоприятные для озимых культур годы ее доля превышает половину объема производства продовольственного зерна в областях лесостепной части Центрального Черноземья [7].

Цель исследования – разработать методологические основы производства заданного (возможного со-

^{*}Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» по теме № 0632-2019-0015.

Земледелие № 4 2021

ответственно природно-ресурсному потенциалу) количества продовольственного зерна в условиях Центрального Черноземья.

Задачи исследования заключались в определении факторов, решающим образом влияющих на величину урожайности и качество зерна, стабильность площадей под ведущими зерновыми культурами продовольственного назначения по годам, а также в разработке конкретных предложений по доле озимой и яровой пшеницы в структуре посевных площадей сельхозпредприятий различной специализации. Актуальность их решения предопределена необходимостью совершенствования севооборотов применительно к системам земледелия нового поколения.

В ходе исследований был выполнен анализ экспериментального материала, полученного в многолетних стационарных опытах научно-исследовательских учреждений Центрального Черноземья (по публикациям) и в стационарном опыте ВНИИЗиЗПЭ, заложенном в трехкратной повторности всеми полями (расположение систематическое) одновременно на черноземе типичном. Агрохимическая характеристика почвы опытного участка по слоям 0...20 и 20... 40 см следующая: содержание гумуса по Тюрину – 5,28 и 4,94 %; рН_{ксі} – 6,35 и 6,70 ед.; гидролитическая кислотность Нг - 3,54 и 3,06 мг-экв./100 г; сумма поглощенных оснований - 30,0 и 31,4 мг-экв./100 г; азот щелочногидролизуемый (по Корнфилду в модификации ЦИНАО) - 18,6 и 17,4 мг/100 г; фосфор подвижный (по Чирикову, ГОСТ 26204-91) – 100,9 и 94,9 мг/кг, калий подвижный (по Чирикову, ГОСТ 26204-91) -91,1 и 85,5 мг/кг соответственно.

Схема опыта включала следующие варианты:

севооборот (фактор A) – зернопаропропашной (пар чистый – озимая пшеница – сахарная свекла – кукуруза на силос – ячмень); сидеральный (пар сидеральный – озимая пшеница – сахарная свекла – кукуруза на силос – ячмень); плодосменный (пар занятый – озимая пшеница – сахарная свекла – горох – ячмень + клевер под покров). С 2016 г. в сидеральном и плодосменном севооборотах клевер заменен на бобы конские;

уровень применения удобрений (фактор В) – до 2015 г. включительно: 6 т навоза на 1 га севооборота (под пшеницу 30 т/га); 12 т навоза + $N_{37}P_{37}K_{37}$ на 1 га севооборота (под пшеницу 60 т/га навоза + $N_{60}P_{60}K_{60}$); с 2016 г. после реконструкции схемы опыта нормы удобрений непосредственно под озимую пшеницу были следующими: без удобрений, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{80}P_{80}K_{80}$, $N_{100}P_{100}K_{100}$. Нетоварную часть урожая всех культур использовали в качестве органического удобрения.

1. Урожайность озимой пшеницы по ротациям севооборотов в зависимости от предшественника и уровня удобренности, ц/га

		Предшественник							
_	пар чистый		гый	пар сидеральный			пар занятый		
Годы	У ₁ *	y ₄	$(y_4 - y_1)/$ $y_4, \%$	y ₁	У ₄	$(y_4 - y_1)/$ $y_4, \%$	У ₁	y ₄	$(y_4 - y_1)/$ $y_4, \%$
1992-1996	38,4	44,8	14,3	37,2	42,7	12,9	35,3	38,8	9,0
1997-2001	40,0	46,8	14,5	38,9	43,0	9,5	34,6	38,1	9,1
2002-2006	33,4	41,2	18,9	33,0	40,6	18,7	27,5	31,8	13,5
2007-2011	35,6	45,7	22,1	36,4	43,6	16,5	30,7	36,5	15,9
2012-2015	36,1	46,5	22,4	36,7	44,5	17,5	29,4	35,3	16,7
1992-2015	36,7	45,0	18,4	36,4	42,9	15,2	31,5	36,1	12,7

* y_1 - 6 т навоза на 1 га севооборота (под озимую пшеницу – 30 т/га навоза); y_4 - 12 т навоза + $N_{37}P_{37}K_{37}$ на 1 га севооборота (под озимую пшеницу – 60 т/га навоза + $N_{60}P_{60}K_{60}$).

Апробация надежности прогноза урожайности озимой пшеницы по авторской методике [8] включала расчет величин следующих показателей: расход воды (мм); накопленная энергия (ГДж/мм); урожайность (ц/га).

Метеоусловия для роста и развития озимой пшеницы в годы исследований отличались большим разнообразием – количество осадков от возобновления вегетации до уборочной спелости зерна варьировало от 29 до 136 % климатической нормы.

Для высокой урожайности озимой пшеницы важно получить своевременные и дружные всходы, обеспечивающие уже с осени глубокое проникновение корневой системы, повышение кустистости растений и их способности противостоять неблагоприятным факторам для перезимовки. Зависит это от предпосевного увлажнения почвы. Содержание продуктивной влаги ко времени посева в слое 0...10 см в среднем за 1992–2015 гг. после чистого, сидерального и занятого паров

составило соответственно 14,9, 14,0 и 11,8 мм. В период с 2016 по 2020 гг. оно варьировало от 10,4 до 15,3 мм после чистого пара, от 9,9 до 14,6 мм после сидерального пара и от 9,2 до 12,7 мм после занятого пара. Отмеченные различия обусловили достоверное превосходство (в пределах одинаковых норм удобрений) урожайности озимой пшеницы после чистого и сидерального паров, по сравнению с занятым паром (табл. 1 и 2). В плане формирования стеблестоя яровой пшеницы лучшими предшественниками в условиях региона выступают пропашные, худшими - зернобобовые культуры, что объясняется неодинаковым поражением прорастающего зерна фузариозом, влияющим на полевую всхожесть семян и кущение, сопряженное с развитием вторичных корней [7].

Сбор зерна озимой пшеницы определялся уровнем удобренности и влагообеспеченностью в конкретные годы. После чистого и сидерального паров он была выше на 14...19 %, в сравнении с

2. Урожайность озимой пшеницы в опыте в зависимости от предшественников и удобрений, ц/га

	·· ,	доорен	····, ¬/···						
Доза удобрений			Год			Среднее за			
доза удоорении	2016	2017	2018	2019	2020	2016–2020 гг.			
Чистый пар									
N ₀ P ₀ K ₀	39,5	42,3	39,1	33,4	59,2	42,7			
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	41,4	51,4	44,3	36,9	70,5	48,9			
N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	49,7	58,0	47,6	36,1	66,3	51,5			
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	54,0	57,1	57,4	49,6	78,6	59,3			
Среднее	46,2	52,2	47,1	39,0	68,7	50,6			
Ореднее		од, г идераль		00,0	00,7	30,0			
N ₀ P ₀ K ₀	41,6	39,5	38,9	32,0	61,9	42,8			
N D K	42,2	53,6	42,9	36,5	70,8	49,2			
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	47,0			38,4	69,2				
N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	,	52,5	48,2			51,1			
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	52,4	55,7	51,7	47,6	78,1	57,1			
Среднее	45,8	50,3	45,4	38,6	70,0	50,1			
	Занятый пар								
N _o P _o K _o	32,2	38,1	28,1	25,2	51,7	35,1			
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	36,0	43,0	31,7	25,8	50,9	37,5			
N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	39,1	43,1	33,6	25,9	57,2	39,8			
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	41,0	47,3	33,4	28,4	58,6	41,7			
Среднее	37,1	42,9	31,7	26,3	54,6	38,5			
	реднее	по пред	шестве	нникам					
$N_0P_0K_0$	37,8	40,0	35,4	30,2	57,2	40,2			
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	39,9	49,3	39,6	33,1	64,1	45,2			
N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	45,3	51,2	43,1	33,5	64,2	47,5			
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	49,1	53,3	47,5	41,9	71,8	52,7			
Среднее	43,0	48,5	41,4	34,7	64,3	46,4			
HCP ₀₅		•							
для фактора А	7,1	4,7	3,9	3,6	6,2				
(предшественник)		,		,					
для фактора В	3,8	4,9	3,2	3,1	6,3				
(уровень удобренности)		,							

3. Продуктивность, баланс азота и гумуса в севооборотах в расчете на 1 год в зависимости от уровня удобренности (среднее за 1992–2015 гг.)

Поколотови	Уровень удо-		Севооборот	
Показатель	бренности*	зернопропашной	сидеральный	плодосменный
Продуктивность, ГДж/	У,	74,8	76,5	66,9
га обменной энергии	$\mathbf{y}_{_{4}}^{'}$	87,6	88,3	75,6
Баланс азота, кг/га	У У ₄	-60,7 -52,0	-50,6 -39,6	-48,3 -35,9
Баланс гумуса, т/га	У У ₄	-1,61 -1,34	-0,93 -0,69	-1,15 -0,99

(см. примечание к табл. 1)

размещением по занятому пару. Относительная прибавка урожайности от удобрений увеличивалась во времени последовательно, от ротации к ротации. Последнее объясняется неодинаковой продуктивностью севооборотов в зависимости от состава культур и различной степенью воспроизводства в них плодородия почвы (табл. 3). Несмотря на то, что с полей чистого и сидерального паров хозяйственно значимую продукцию не получали, продуктивность зернопаропропашного и сидерального севооборотов, благодаря наличию в них кукурузы, оказалась в 1,1...1,2 раза выше, чем плодосменного севооборота. Различия в балансе азота и гумуса были предопределены следующими факторами: отчуждение азота напрямую связано с отчуждением преобладающей в товарной части урожая обменной энергии, которая в сухой фитомассе (ГДж) равна полусумме (вкг) азота и пентаоксида фосфора (2/3 приходится обычно на азот); энергосодержание гумуса (ГДж) равно половине (в кг) азота в его составе; увеличение нормы азота в составе удобрений способствует как росту урожайности, так и сокращению расхода гумуса [8].

Отчуждение азота и убыль гумуса наименьшими в опыте (в пределах одинаковых уровней удобренности) были в сидеральном севообороте благодаря внесению зеленого удобрения, а наибольшими в зернопаропропашном севообороте. Вследствие этого в пятой ротации относительная величина разницы в урожае пшеницы в зависимости от уровня удобренности оказалась наибольшей после чистого пара (см. табл. 1). Это подтверждают данные длительного стационарного опыта Белгородского НИИСХ, где в различных севооборотах сбор зерна озимой пшеницы в неудобренном варианте за четвертую ротацию уменьшился, по сравнению с первой, в 1,1...1,2 раза, а при внесении удобрений - увеличивался сопоставимо с уровнями удоренности [9].

Ранее на основе анализа обширного экспериментального материала выявлена взаимосвязь между урожайностью основных полевых культур и нормами азота в составе удобрений [8]. В нашем опыте (см. табл. 2) урожайность озимой пшеницы и прибавки от улучшения азотного питания во все годы иссле-

дований после чистого и сидерального паров были заметно выше, чем после занятого, что послужило основанием для апробации надежности прогнозов урожайности этой культуры в связи с предшественниками.

В среднем за годы исследований отклонения расчетных значений от фактических после чистого и сидерального паров не превышали 9 %, а после занятого достигали 28 % (табл. 4). В годы с относительно меньшей влагообеспеченностью прогнозные величины урожайности превышали фактические соответственно в 1,1...1,2 и 1,2...1,4 раза.

Завышенный прогноз урожайности после занятого пара, несмотря на равное количество осадков от возобновления вегетации до начала созревания и практически одинаковые весенние влагозапасы, объясняется тем, что в действительности посевы озимой пшеницы после такого предшественника хуже обеспечены влагой из-за меньшего проникновения корней в глубь почвы в силу худших условий для развития в предшествующую осень [10]. По этой же причине снижается эффект от удобрений.

Результаты определения качества зерна подтвердили положительное влияние размещения посевов пшеницы после лучших предшественников [10, 11] и повышения уровня азотного питания [12, 13], а также зависимость от погодных условий [12, 14]. Предшественники и удобрения не повлияли на натурную массу зерна сорта Синтетик, который возделывали в опыте в 2018–2020 гг. В среднем она составила 833...839 г/л

с варьированием по годам от 811... 818 г/л до 836...850 г/л, что соответствовало стандарту на сильную пшеницу. По влиянию на содержание сырой клейковины в муке превосходство чистого и сидерального паров над занятым и положительное действие повышения норм удобрений отмечали во все годы. В среднем содержание клейковины после чистого и сидерального паров последовательно повышалось по мере увеличения норм азота с 23,7...24,1 % на неудобренном фоне до 26,8...27,0 % на фоне $N_{100}P_{100}K_{100}$, а после занятых паров – с 21,8 % до 24,9 % соответственно. Качество зерна яровой пшеницы в Центральном Черноземье аналогично зависит от предшественников, удобрений и уровня биологизации в севооборотах [7].

Объемы производства продовольственного зерна напрямую связаны с площадью посевов и урожайностью, зависящих от возможности размещения в севооборотах, которая предопределена составом необходимых в соответствии с основной специализацией хозяйства культур в структуре посевных площадей. В свою очередь при выборе направлений углубления специализации решающее значение имеют особенности агроландшафта и внешние организационно-экономические условия, которые необходимо учитывать при формировании структуры посевных площадей.

Углубленная свекловодческая специализация целесообразна вблизи сахарных заводов и допустима только при высокой доле (≈70%) в землепользовании свеклопригодной (на склонах до 3°) пашни. В свекловичных севооборотах региона обязательно размещение сахарной свеклы после озимой пшеницы. Следовательно, доля последней в них не может быть меньше, чем сахарной свеклы (20...25 %) при размещении в основном после сидерального и чистого паров. В таких спецхозах при развитом производстве зерна основной предшественник яровой пшеницы свекла, а при развитом животноводстве предпочтительней размещать ее после кукурузы на силос.

4. Отклонения расчетной урожайности озимой пшеницы от фактической в зависимости от предшественника, %

ГодСреднее за 2016Чистый парN₀Р₀К₀7,75,46,911,6-8,23,8N₀Р₀К₀19,64,512,518,9-7,18,4N₀Р₀К₀4,6-6,47,221,70,54,8N₁₀₀Р₁₀₀К₁₀₀-2,7-3,8-11,0-6,7-16,8-4,7Сидеральный парN₀Р₀К₀0,28,86,314,2-14,61,6				• • • •		•		
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Посо упобращий			Год			Среднее за	
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	доза удоорении	2016	2017	2018	2019	2020	2016–2020 гг.	
$egin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$			·	Іистый пар)			
$egin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$N_0 P_0 K_0$	7,7	5,4	6,9	11,6	-8,2	3,8	
$egin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$N_{60}\tilde{P}_{60}\tilde{K}_{60}$	19,6	4,5	12,5	18,9	-7,1	8,4	
$egin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	4,6	-6,4	7,2	21,7	0,5	4,8	
С идеральный пар $N_0 P_0 K_0$ 0,2 8,8 6,3 14,2 -14,6 1,6	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	-2,7	-3,8	-11,0	-6,7	-16,8	-4,7	
$N_0 P_0 K_0$ 0,2 8,8 6,3 14,2 -14,6 1,6								
	N ₀ P ₀ K ₀	0,2	8,8	6,3	14,2	-14,6	1,6	
$ N_{so} P_{so} K_{so} $ 15,9 -2,9 14,2 18,7 8,9 6,1	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	15,9	-2,9	14,2	18,7	8,9	6,1	
$N_{80}^{\circ}P_{80}^{\circ}K_{80}^{\circ}$ 7,5 0,6 4,7 15,4 -5,0 3,8	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	7,5	0,6	4,7	15,4	-5,0	3,8	
$N_{100}^{\circ}P_{100}^{\circ}K_{100}$ -1,1 -4,5 -1,2 -3,7 -17,3 -6,5	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	-1,1	-4,5	-1,2	-3,7	-17,3	-6,5	
Занятый пар			3	ванятый па	ър			
$N_0 P_0 K_0$ 23,0 11,8 29,8 31,7 4,4 18,8	N ₀ P ₀ K ₀	23,0	11,8	29,8	31,7	4,4	18,8	
$ N_{60}\tilde{P}_{60}\tilde{K}_{60} $ 28,4 17,3 34,2 41,9 21,9 27,9	N _{eo} P _{eo} K _{eo}	28,4	17,3	34,2	41,9	21,9	27,9	
$N_{80}^{\circ}P_{80}^{\circ}K_{80}^{\circ}$ 23,3 18,2 31,1 42,4 13,3 24,5	$N_{80}^{00}P_{80}^{00}K_{80}^{00}$	23,3	18,2	31,1	42,4	13,3	24,5	
$N_{100}^{*}P_{100}^{*}K_{100}^{*}$ 20,4 5,9 32,1 37,4 12,0 21,6	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	20,4	5,9	32,1	37,4	12,0	21,6	

В свиноводческих и птицеводческих спецхозах из-за высокого (до 80 %) насыщения севооборотов зернофуражными культурами доля зерновых продовольственного назначения ограничена наличием рекомендованных предшественников.

В спецхозах по производству молока и говядины вполне реально наличие 30...40 % продовольственных зерновых культур, соотношение между которыми определяется составом предшественников, зависящим от структуры кормового клина.

В хозяйствах вынужденной зерновой специализации из-за удаленности от рынков сбыта и неразвитости транспортно-логистической инфраструктуры под зерновые продовольственного назначения целесообразно отводить до 40 % пашни при общей доле зерновых и зернобобовых культур в структуре посевных площадей до 80 %.

Согласно экспертной оценке, доля озимой и яровой пшеницы в структуре посевных площадей должна составлять 18...30% и 5...15% соответственно в зависимости от специализации хозяйств.

Таким образом, методологической основой производства продовольственного зерна высокого качества в Центральном Черноземье служат следующие положения: размещение зерновых продовольственных культур после рекомендованных предшественников, которое способствует более полной реализации их генетического потенциала, благодаря природным ресурсам урожайности и удобрений; воспроизводство плодородия почв через достижение бездефицитного баланса азота, обеспечивающее устойчивость урожайности во времени и формирование качественного зерна; дифференциация доли озимой и яровой пшеницы в структуре посевных площадей и состава их предшественников в зависимости от специализации сельхозпредприятий, определение которой следует осуществлять согласно основополагающим принципам адаптивноландшафтного земледелия.

Литература.

- 1. Долгосрочная стратегия развития зернового комплекса Российской Федерации до 2035 года: утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 10 августа 2019 г. N 1796-р. URL: http://docs.cntd. ru/document/560974985 (дата обращения 15.01.2021).
- 2. Турусов В. И. Пути воспроизводства плодородия почв и повышения урожайности сельскохозяйственных культур в адаптивно-ландшафтных системах земледелия ЦЧЗ // Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов: сб. докладов Междунар. науч.-практ. конф. (Курск, 11-13 сентября 2019 г.). Курск: ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», 2019. С. 8–15.

- 3. Karabutov A.P., Tyutyunov S.I., Solovichenko V.D. Humusstatus of typical blacksoil under different intensity of arable land usage // Eur Asian Journal of Bio Sciences. 2019. Vol.13. No. 2. C. 1317–1321.
- 4. Влияние способов обработки почвы, минеральных и органических удобрений в различных севооборотах на содержание гумуса в черноземе типичном / С. И. Тютюнов, В. Д. Соловиченко, А. С. Цыгуткин и др. // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 5. С. 7–12. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10501.
- 5. Турусов В. И., Гармашов В. М., Нужная Н. А. Минимизация основной обработки почвы в звене севооборота горох-озимая пшеница в условиях юго-востока ЦЧР // Инновационно-технологические основы развития адаптивно-ландшафтного земледелия: сб. докладов Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 50-летию со дня основания ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии (Курск, 9–11 сентября 2020 г.). Курск: ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», 2020. С. 19–26.
- 6. Чуян О. Г., Караулова Л. Н. Оптимизация азотного питания озимой пшеницы в зависимости от климатических условий // Инновационно-технологические основы развития адаптивно-ландшафтного земледелия: сб. докладов Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 50-летию со дня основания ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии (Курск, 9–11 сентября 2020 г.). Курск: ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», 2020. С. 318–322.
- 7. Долгополова Н. В. Яровая твердая пшеница в лесостепи Центрального Черноземья. Курск: Курская гос. сельскохозяйственная академия. 2014. 202 с.
- 8. Акименко А. С. Методика управления вещественно-энергетическими потоками в севооборотах // Земледелие. 2019. № 5. С. 7–10. doi: 10.24411/0044-3913-2019-10502.
- 9. Влияние структуры севооборота, способа основной обработки почвы и удобрений на продуктивность озимой пшеницы в Центрально-Черноземном регионе / А. Н.Воронин, В. В.Никитин, В. Д. Соловиченко и др. // Агрохимия. 2016. № 5. С. 21–27.
- 10. Годулян И. С. Озимая пшеница в севооборотах. Днепропетровск: Промінь, 1974. 175 с.
- 11. Дубовик Д. В. Формирование качества зерна озимой пшеницы на склоновых землях Центрального Черноземья. Курск: Изд-во Курского гос. ун-та, 2011. 137 с.
- 12. The long-term effects of conventional and organic cropping systems, tillage managements and weather conditions on yield and grain quality of durum wheat (Triticum durum Desf.) in the Mediterranean environment of Central Italy / E. Campiglia, R. Mancinelli, E. De Stefanis, et al. // Field Crops Research. 2015. Vol. 176. P. 34–44. doi: 10.1016/j.fcr.2015.02.021.
- 13. Effects of plant density on grain yield, protein size distribution, and breadmaking quality of winter wheat grown under two nitrogen fertilisation rates / Yu Zhang, D. Xinglong, J. Dianyong, et al. // European Journal of Agronomy. 2016. Vol. 73. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1161030115300629?via%3Dihub (дата обращения: 05.02.2021). doi: 10.1016/j. eja.2015.11.015.
- 14. Дубовик В. Д., Виноградов Д. Ю. Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от

агротехнических приемов возделывания в различных погодных условиях // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 2. С. 30–32.

Methodological bases for obtaining a preplanned amount of food grain in crop rotations in the Central Chernozem Region

A. S. Akimenko, T. A. Dudkina, N. V. Dolgopolova, V. G. Vavin, L. I. Sadykova,

Kursk Federal Agricultural Research Center – Research Institute of Agriculture and Soil Protection from Erosion, ul. K. Marxa, 70b, Kursk, 305021, Russian Federation

Abstract. The study aimed to develop methodological bases for obtaining a preplanned (possible, according to the natural resource potential) amount of food grain under the conditions of the Central Chernozem region. During the research, we analyzed scientific publications and our experimental data, obtained in a long-term (since 1992) stationary experiment, laid out in three replications simultaneously for all fields (systematic arrangement). The soil of the experimental plot was typical chernozem with a humus content of 5.28 and 4.94% in the layers of 0-20 and 20-40 cm, respectively. In crop rotations, winter wheat was grown after bare, green manure and seeded fallow against the background of four rates of fertilizers when the non-marketable part of the crop was incorporated into the soil. Since 2016, horse beans were grown instead of seeded fallow. In these cases, the dose of fertilizer nitrogen and moisture supply in specific years determined the absolute value of the yield. The difference in productivity depending on the forecrop was determined by the appearance of timely uniform seedlings. Wheat yield after bare and green manure fallows was higher than after seeded fallow or horse beans, by 16-22% and 22-31% at the same level of fertilization. This was caused by better moisture (1.2–1.3 times) of the 10-cm soil layer at the time of sowing. A consistent increase in nitrogen rates promoted the reproduction of fertility, as well as an increase in the gluten content in flour from 22-24% against the unfertilized background to 25-27% with the application of N100P100K100. According to expert estimates, the share of winter and spring wheat in the structure of sown areas should be 18-30% and 5-15%, respectively, depending on the specialization of farms.

Keywords: crop rotation; sown area structure; wheat (Triticum); gluten; water; energy; nitrogen; humus.

Author Details: A. S. Akimenko, D. Sc. (Agr.), leading research fellow (e-mail: kursk-farc@mail.ru); T. A. Dudkina, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow; N. V. Dolgopolova, D. Sc. (Agr.), leading research fellow; V. G. Vavin, Cand. Sc. (Biol.), leading research fellow; L. I. Sadykova, research assistant.

For citation: Akimenko AS, Dudkina TA, Dolgopolova NV, et al. [Methodological bases for obtaining a preplanned amount of food grain in crop rotations in the Central Chernozem Region]. Zemledelije. 2021; (4): 10-3. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10403.

Земледелие № 4 2021

Деларо[®]: зерновые культуры под надёжной защитой

Фунгицидная защита зерновых культур – базовый элемент технологии, от которого зависит реализация генетического потенциала современных сортов. Он обеспечивает профилактику и лечение зерновых культур от основных заболеваний.

Но современная фунгицидная защита — это зачастую даже больше, чем только контроль патогенов. Многие представители новейшего поколения фунгицидов обладают еще одним, принципиально важным свойством: озеленяющим эффектом. Именно так работает новейший фунгицид Деларо® от компании «Байер», аналогов которого на российском рынке не существует!

Фунгицид Деларо® получил регистрацию на широком спектре сельскохозяйственных культур. В этом списке – зерновая группа: пшеница, ячмень, рожь, овес и рис. Сильные стороны данного препарата проистекают из его состава. В него входят 175 г/л протиоконазола и 150 г/л трифлоксистробина. Важно: аналогичной комбинации нет в арсенале ни одной другой компаниипроизводителя!

Состав фунгицида Деларо® делает его настоящим специалистом по продолжительному контролю листовых заболеваний. Он обеспечивает защиту посевов против широкого перечня экономически значимых заболеваний:

Озимая и яровая пшеница: бурая ржавчина, септориоз листьев и колоса, мучнистая роса, пиренофороз;

Яровой и озимый ячмень: сетчатая пятнистость, темно-бурая пятнистость, карликовая ржавчина, ринхоспориоз, мучнистая роса;

Рожь озимая: бурая ржавчина, стеблевая ржавчина, ринхоспориоз:

Овес: корончатая ржавчина, красно-бурая пятнистость;

Рис: пирикуляриоз.

Несколько слов – о механизмах действия Деларо®. Протиоконазол – системное действующее вещество: оно быстро проникает в ткани листа и отличается длительным периодом защитного действия.

Другое дело – трифлоксистробин. Как и все стробилурины, он обладает ярко выраженными профилактическими свойствами. Кроме того, трифлоксистробин обладает трансламинарной активностью. А значит, способен частично перемещаться

из обработанных в необработанные ткани листа, повышая эффективность применения фунгицида Деларо[®].

Следует помнить, что Деларо® – единственный на российском рынке препарат с двумя действующими веществами, обладающими явным физиологическим (озеленяющим) эффектом. На практике это выражается в увеличении урожайности и повышении качественных характеристик.

Оптимальная фаза применения фунгицида Деларо® на озимой пшенице – флаговый лист. В этом случае он надежно защищает верхний и средний ярусы листьев, а также обеспечивает мягкий озеленяющий эффект.

Опыты, заложенные в Воронежской области на озимой пшенице в 2017 году, продемонстрировали стопроцентную эффективность Деларо® против септориоза и пиренофороза даже на 35 день после обработки. Обработка проводилась по флаг-листу в максимальной норме расхода препарата – 1 л/га.

Испытания, проведенные в Краснодарском крае на озимой пшенице и ячмене, показали: верхние ярусы растений, обработанных фунгицидом Деларо® в фазу флагового листа, оставались неповрежденными и зелеными вплоть до молочновосковой спелости зерна. Это внесло важный вклад в формирование высокого урожая.

Важно: сочетание первой профилактической обработки фунгицидом Инпут® в фазе конец кущения и обработки по флаговому листу с фунгицидом Деларо® обеспечивает надежную защиту листового аппарата на протяжении всего периода активной вегетации.

Деларо[®]: доверьте свои поля специалисту высокого полёта!

Горячая линия Bayer 8 (800) 234-20-15

*для аграриев







Ваш урожай высокого полёта

Деларо[®] – фунгицид для защиты полевых культур, состоящий из двух действующих веществ с различным механизмом действия и озеленяющим эффектом.

НАВЕДИ КАМЕРУ:





doi: 10.24411/0044-3913-2021-10404 УДК 631.151.3

Сохранение и повышение плодородия почв — основа увеличения эффективности земледелия Дагестана

С. А. КУРБАНОВ, доктор сельскохозяйственных наук, зав. кафедрой (e-mail: kurbanovsa@mail.ru)

Дагестанский государственный аграрный университет имени М. М. Джамбулатова, ул. М. Гаджиева, 180, Махачкала, 367032, Российская Федерация

Исследования выполняли с целью оценки состояния и анализа проблем, стоящих перед агропромышленным комплексом республики по вопросам плодородия почвы, структуры посевных площадей, систем обработки почвы, применения удобрений, защиты растений и орошения. Основа увеличения эффективности земледелия Республики Дагестан – сохранение и повышение плодородия земель. Продолжающееся ухудшение плодородия почв сельскохозяйственных угодий в республике связанно, прежде всего, со снижением содержания гумуса, ежегодные потери которого составляют 0,5...0,6 т/га, и подвижных форм основных элементов питания. Площадь орошаемых земель с недопустимым мелиоративным состоянием в Дагестане увеличилась с 2000 г. на 4,8 %. При этом в 2019 г. полив отсутствовал на 116,5 тыс. га, в том числе на 19,5 тыс. га из-за нехватки воды и на 97,0 тыс. га изза неисправности оросительных систем. Для сохранения и воспроизводства плодородия земель Республики Дагестан в первую очередь необходима реализация следующих мероприятий. Для зоны «черных» земель и Кизлярских пастбищ - регламентированный выпас скота, освоение почвозащитных севооборотов и систем обработки почвы, расширение объемов фитомелиорации, создание оазисного земледелия посредством использования ресурсов пресных подземных вод. Для зоны орошаемого земледелия - улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель на основе реконструкции и технического перевооружения, применения водосберегающих технологий орошения (капельного, дождеванием и комбинированного); расширение посевов многолетних трав, прежде всего люцерны, культур-фитомелиорантов, сидератов: применение систем комбинированной обработки почвы. Для неорошаемой зоны -

защита почв от водной и ветровой эрозии, комбинированная обработка почвы с уклоном на минимизацию, почвозащитные севообороты, агролесомелиорация (в том числе на склоновых землях).

Ключевые слова: плодородие почв, опустынивание, орошаемое земледелие, сидерация, многолетние травы, фитомелиорация, минимизация обработки, капельное орошение, органическое земледелие.

Для цитирования: Курбанов С. А. Сохранение и повышение плодородия почв – основа увеличения эффективности земледелия Дагестана // Земледелие. 2021. № 4. С. 16-20. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10404.

Исключительное многообразие природных ландшафтов – наиболее характерная особенность территории Республики Дагестан. В этих условиях шаблонное землепользование, без учета природно-климатических особенностей конкретной территории приводит к деградации почв, снижению их плодородия, продуктивности земледелия и ухудшению экологической обстановки.

Сельское хозяйство – основополагающая отрасль экономики республики. Однако анализ современного состояния ее земельного фонда показывает, что существующая на практике система землепользования не обеспечивает сохранения и воспроизводства природно-ресурсного и средообразующего потенциала, а также устойчивого развития земледелия, в особенности, орошаемого. Все это предопределяет необходимость разработки новых технологий возделывания культур. Причем одним из ключевых условий для дальнейшего

наращивания сельскохозяйственного производства выступает воспроизводство плодородия почв.

По данным ГЦАС «Дагестанский» [1], в республике продолжается ухудшение плодородия почв сельскохозяйственных угодий, связанное, прежде всего, со снижением содержания гумуса, ежегодные потери которого составляют 0,5...0,6 т/га, и подвижных форм основных элементов питания (табл. 1).

Такие процессы связаны с резким сокращением объемов применения минеральных и органических удобрений. В интенсивном земледелии доля фактора почвы в формировании урожая уменьшается вследствие способности современных высокоурожайных сортов использовать больше питательных веществ, при этом реализация их генетического потенциала в большей степени зависит от эффективного применения минеральных и органических удобрений [2].

По данным Департамента растениеводства, механизации, химизации и защиты растений МСХ Российской Федерации [3], роль удобрений в повышении продуктивности земледелия в нашей стране составляет не менее 40%, в Германии и Франции – не менее 50%. Оставшаяся часть приходится на орошение, сорта и семена, механизацию технологических процессов.

Достижение положительного баланса элементов питания в почве должно базироваться на увеличении доз удобрений. При существующих объемах их внесения в республике говорить о сохранении и тем более повышении плодородия почв неуместно. К тому же, в последние десятилетия удобрения применяли только на 27...28 % обрабатываемой площади. По расчетам ГЦАС «Дагестанский», для поддержания положительного баланса гумуса необходимо ежегодно в среднем вносить не менее 9 т/га органических удобрений. По данным МСХиП Дагестана (табл. 2), в 2019 г. в республике в расчете на 1 га пашни было произведено по 3,8 т навоза. Однако и это количество использовать в полном объеме невозможно,

1. Содержание гумуса и баланс основных элементов питания в пахотном слое почв Республики Дагестан

		•		
Гол	Содержание	Баланс основ	вных элементов пи	итания, кг/га
Год	гумуса, %	азот	фосфор	калий
1990	2,6	15,1	11,3	-34,0
2000	2,4	-15,1	-15,7	-29,3
2010	2,3	-30,1	-14,1	-63,9
2018	2,0	-31,7	-18,7	-85,0

2. Динамика применения удобрений и химических мелиорантов в Республике Дагестан

Гол	Внесено удо	Проведено гип-							
Год	минеральных, кг д. в./га	органических, т/га	сование, тыс. га						
1990	115,6	2,5	12,9						
2000	10,0	1,8	5,4						
2010	13,0	4,3	5,9						
2018	15.6	3.8	15,7						

поскольку обеспеченность техникой для внесения органических удобрений составляет 1,8 % от потребности. Чуть лучше обеспеченность техникой для внесения минеральных удобрений – 16 %, но и ее изношенность превышает 85 %.

По данным Департамента растениеводства, механизации, химизации и защиты растений МСХ Российской Федерации [3], наибольшее количество минеральных удобрений в Северо-Кавказском федеральном округе вносят в Ставропольском крае – по 80 кг д. в./га, это в 5 раз больше, чем в Республике Дагестан.

Орошаемые земли в Республике Дагестан обеспечивают производство более 70 % валовой продукции растениеводства, в том числе 100 % риса, 80 % овощей, более 50 % кормов, 40 % плодов и винограда [4]. При этом площадь орошаемых земель с недопустимым мелиоративным состоянием с 2000 г. увеличилась на 4,8 % (табл. 3). В 2019 г. полив отсутствовал на 116,5 тыс. га, в том числе на 19,5 тыс. га из-за нехватки воды и на 97,0 тыс. га из-за неисправности оросительных систем.

По данным Дагестанского НИИСХ [5], вследствие интенсивного развития эрозионных и дефляционных процессов потери гумуса в почвах основных земледельческих районов Дагестана за последние 35 лет достигали 25...30 % от исходного содержания, а на участках в предгорных и горных районах ежегодный смыв гумуса составляет около 50 тыс. т, азота – 26,4 тыс. т, фосфора – 18 тыс. т,

требуется не менее 100 лет, а по некоторым данным 200 лет и более [6]. Процессы опустынивания земель Юга России (27,1 млн га) сегодня становятся сложнейшей проблемой, при этом на 87% они вызваны антропогенными факторами, основными из которых выступают нерегламентированный выпас скота, нерациональная система обработки почвы и др. [7].

В северо-западных районах Дагестана ситуация усугубляется тем, что сложилась неконтролируемая обстановка в части закрепления и использования дефлированных земель. Если в 1959 г. опустыниванию было подвергнуто 3,5 % площади «черных» земель, то сегодня – почти 100 %. По прогнозам Института глобального климата и экологии [8], вследствие заметного изменения климата сухие степи и полупустыни Прикаспия могут смениться настоящей пустыней.

Проблемы управления плодородием почв усугубляются недостатком финансовых средств на приобретение минеральных удобрений, машин для их внесения и экономической нестабильностью сельхозтоваропроизводителей. Поэтому необходимо использовать все источники местных органических удобрений, в том числе солому [9], которая по своей удобрительной ценности не уступает навозу, хотя в ее применении есть и отрицательная сторона - медленное разложение [10]. Все излишки соломы необходимо в измельченном виде оставлять на полях, а для ускорения разложения добавлять 7...12 кг д. в./га азотных удобрений.

3. Мелиоративное состояние орошаемых земель Дагестана

	Площадь		Оценк	а мелис	а мелиоративного состояния, тыс. га						
	opo-			неудовлетворительное							
Год	шаемых	хоро-	удов-	в том числе							
	земель,	IIIee I	летвори-	всего	недопус-	засоле-	недопустимый				
	тыс. га		тельное		тимый УГВ*	ние почв	УГВ + засоление				
1990	398,1	83,3	95,3	219,5	64,8	71,0	83,7				
2000	385,0	77,4	105,2	202,4	90,4	44,6	67,4				
2009	384,4	75,0	100,3	209,1	96,9	41,6	70,6				
2019	395.6	82.9	100.6	212.1	97.6	44.2	70.3				

*уровень грунтовых вод.

калия – 264 тыс. т. В равнинной зоне более 53 % территории подвержено дефляции и ирригационной эрозии. Кроме того, более 75 % земель в той или иной степени засолены.

Огромный ущерб сельскому хозяйству наносит ветровая эрозия, так как потери гумусового слоя во время пыльных бурь составляют от 1 до 10 см, тогда как на создание 1 см гумусового слоя в обычных условиях

Важный резерв сохранения и повышения плодородия почвы и урожайности культур – применение зеленых (сидеральных) удобрений, наиболее доступного и дешевого источника органического вещества. Многолетними исследованиями К. И. Довбана [11] доказано, что возделывание сидеральных культур и запахивание их в почву в 3...4 раза экономичнее, чем внесение навоза. Запашка 30...40 т/га

зеленой массы сидератов, прежде всего бобовых - донника, эспарцета, вики озимой и др., равноценна внесению 40...50 т/га навоза. Особенно эффективно выращивание сидератов в качестве промежуточных культур, что способствует экологическому оздоровлению полей, очистке их от сорняков, вредителей и болезней [12]. Опыты кафедры земледелия, почвоведения и мелиорации Дагестанского ГАУ показали, что наиболее эффективны озимые промежуточные сидераты (зимующий горох, вика, рапс) и отавное удобрение, когда отросшая отава бобовых запахивается с последующим размещением яровых зерновых культур, в первую очередь это относится к заделке зеленой массы 1 укоса люцерны 4 года пользования, особенно в рисовых севооборотах. Среди яровых культур хорошие результаты обеспечивает использование в качестве сидератов ярового гороха и амаранта.

Люцерна - ведущая кормовая бобовая культура в республике, один из основных источников растительного белка. Высокая продуктивность, питательная ценность зеленой массы, рекордный выход дефицитного белка с единицы площади, способность, при соблюдении технологической дисциплины, давать не менее 4-х укосов главные факторы, привлекающие внимание к этой культуре. Наряду с высокими кормовыми достоинствами, люцерна имеет важное агротехническое значение - обогащает почву биологическим азотом и большим количеством пожнивно-корневых остатков, улучшает структуру почвы, что в комплексе с другими факторами способствует сохранению и воспроизводству плодородия почвы [13].

По нашим данным [7], при урожае сена люцерны 10,8...13,7 т/га в почву поступало 10,7...12,4 т/га пожнивнокорневых остатков, минерализация которых способствовала положительному балансу гумуса в прифермском севообороте, улучшению структуры почвы и агрофизических показателей плодородия. Положительное влияние люцерны проявлялось также в улучшении фитосанитарного и мелиоративного состояния орошаемой почвы.

К сожалению, бобовым культурам вообще и люцерне, в частности, в республике уделяется недостаточно внимания как в плане сохранения плодородия почвы, так и в плане укрепления кормовой базы для животноводства. Так, в 2019 г. на долю многолетних трав в структуре посевных площадей приходилось 20,1 % (70,5 тыс. га) при средней урожайности сена 4,6 т/га. Такая урожайность характерна для экстенсивных технологий, но никак не для интенсивных и, тем более точных,

получающих распространение в последние годы.

Учитывая важность многолетних трав для сохранения и повышения плодородия почвы и укрепления кормовой базы, в Республике Дагестан необходимо, во-первых, существенно повысить их долю в структуре посевных площадей (до 30...32%), особенно на орошаемых землях, во-вторых, по примеру Краснодарского края, подготовить и принять Закон, обязывающий землепользователей обеспечивать сохранение и воспроизводство плодородия земель путем внесения навоза и соломы, посевов многолетних бобовых трав и сидератов.

Фитомелиорация в Дагестане должна развиваться по трем основным направлениям: закрепление песков в борьбе с опустыниванием; возделывание фитомелиорантов на засоленных землях; посадка защитных лесополос в борьбе с эрозией почвы, избыточным испарением с поверхности почвы, подтоплением и заболачиванием орошаемых земель. На сегодняшний день, к сожалению, ведется работа только по закреплению песков, к тому же нерегулярно и в таких объемах, при которых предотвратить процессы деградации и опустынивания «черных» земель и Кизлярских пастбищ не представляется возможным. Значимость лесоразведения понимал еще Д. И. Менделеев, который предлагал «освобождать семьи, высадившие известное число дерев в степях юга России, от воинской повинности», считая эту работу равнозначной защите государства.

Роль защитного лесоразведения состоит не только в защите северозападных районов республики от опустынивания, но и в предотвращении эрозии сельскохозяйственных угодий в равнинной и предгорной зонах. Так, по данным сотрудников ВНИИЗиЗПЭ, в опыте по контурно-мелиоративному земледелию в Курской области лесогидромелиоративный комплекс, включающий узкую лесную полосу с канавой в междурядье и валом по нижней опушке, уже на второй год способствовал сокращению слоя стока более чем в 2 раза. При этом смыв почвы снижался с 5,0 до 0,8 т/га [14]. К сожалению, в республике сегодня практически не высаживают лесополосы. Мало их вдоль крупных магистральных каналов, практически не осталось вдоль дорог федерального и республиканского значения. На наш взгляд, этот вопрос должен находиться в ведении Комитета по лесному хозяйству Республики Дагестан.

Необходима новая Федеральная целевая программа по защитному лесоразведению, как это было в 1948 г., когда за 5 лет создали 2,14 млн га

государственных защитных лесных полос, остатки которых сохранились до наших дней и выполняют свою функцию. Сегодня эту проблему необходимо решать на региональном уровне и возможно с принятием республиканского Закона «О сохранении и приумножении древеснокустарниковой растительности на землях сельскохозяйственного назначения». Его принятие и реализация позволят решить две проблемы: создать оптимальные условия для производства сельскохозяйственной продукции путем смягчения усиливающейся засушливости климата, защиты почв от эрозии и деградации (в том числе опустынивания); снизить концентрацию углекислого газа в атмосфере - основного фактора возникновения парникового эффекта и потепления климата.

Основное производство растениеводческой продукции Дагестана сосредоточено в равнинной зоне, в которой более 70 % земель в той или иной степени засолены и более 45 % подвержены действию ветровой эрозии [5]. Частично засоленные земли

Регулирование продуктивности земледелия осуществляется посредством систем севооборотов, обработки почвы, удобрений, мелиоративных мероприятий и защиты растений [15]. Если удобрения и средства защиты растений оказывают воздействие на отдельные элементы продуктивности земледелия (режим элементов питания, баланс органического вещества, болезни, вредители, сорняки и полезная мезофауна), то севообороты и обработка почвы прямо влияют на все факторы продуктивности, в том числе на агрофизические и водновоздушные свойства почвы, а также ее эрозию [16, 17].

В последние годы активно обсуждаются вопросы минимизации обработки почвы. Начавшись с создания плоскорезной почвозащитной системы обработки почвы, она вступила в новую фазу своего развития, вплоть до прямого посева. Однако, решая задачи минимизации почвообработки, необходимо отчетливо представлять ее достоинства и недостатки (табл. 4), которые по-разному проявляются в различных природно-климатических условиях [15].

4. Преимущества и недостатки минимизация обработки [15]

Преимущества	Недостатки
Энерго- и ресурсосбережение	Ухудшение фитосанитарной
Экономичность	ситуации
Защита почвы от эрозии	Необходимость применения
Дополнительное снегонакопление	пестицидов
Сохранение влаги	Усиление дефицита минерального азота
Снижение темпов минерализации	Ограничения при повышенном
органического вещества	увлажнении, солонцеватости и
Сокращение потерь минерального азота	переуплотнении почв
Мульчирующий эффект	Дифференциация пахотного слоя
Улучшение сложения почвы	Невозможность внесения органических
Перспективы экологизации	удобрений и мелиорантов

осваивают через культуру риса, но ограниченность водных ресурсов не позволяет существенно увеличить площади рисовых полей и здесь реальные перспективы имеет использование культур-фитомелиорантов (пырей, сорго, житняк и др.). Опыт ученых Прикаспийского института биологических ресурсов показал, что эффективный прием борьбы с опустыниванием – посадка лесополос из засухоустойчивых древесно-кустарниковых пород и фитомелиорация пастбищ с использованием солевыносливых растений (галофитов).

По данным Дагестанского ГАУ [7], возделывание галофитов даже на сильнозасоленных землях обеспечивает формирование урожаев зеленой массы на уровне 18...29 т/га. Их использование открывает возможности не только для укрепления кормовой базы животноводства, но и для сокращения площади орошаемых земель, имеющих неудовлетворительное мелиоративное состояние, благодаря выносу из корнеобитаемого слоя почвы 0,9...2,7 т/га солей.

Имеющиеся недостатки свидетельствуют о том, что минимизация обработки почвы - весьма непростая и многоплановая проблема, которую необходимо решать в каждом конкретном случае индивидуально. Например, в орошаемых условиях резко возрастает засоренность и более интенсивно развиваются болезни, что требует увеличения расходов на средства защиты растений, которые, как показывает практика, часто превышают экономию на ГСМ. Исследования ученых Дагестанского ГАУ свидетельствуют о целесообразности применения в севооборотах комбинированной обработки почвы.

В южных районах России, в том числе в Дагестане, в условиях недостаточного увлажнения, часто повторяющихся засух и усиливающейся засушливости климата невозможно добиться стабильности производства растениеводческой продукции и, тем более, повышения эффективности земледелия без орошения.

Будущий министр земледелия и государственных имуществ А. С. Ер-

молов еще в 1889 г., выступая перед русскими естествоиспытателями, говорил: «Главным фактором нашего степного земледелия является вода. Поэтому все наши заботы, прежде всего, должны быть направлены к возможно лучшей утилизации, сбережению и даже привлечению воды. Совладаем мы с водою – и вопрос о поднятии производительности нашего юга будет на три четверти решен; всем мы там богаты – недостает только воды, которую ни за какие деньги не купить».

Дагестан, как один из древнейших районов орошаемого земледелия России, занимающий 2-е место по площади орошаемых земель, существенно отстает от соседних регионов в применении современных ресурсосберегающих способов орошения, которые в республике реализуются не более чем на 0,8 % от общей площади орошения. Еще в 2000 г. в Дагестан приезжали специалисты из Волгоградской области для изучения возможности приобретения систем капельного орошения, производство которых было налажено на заводе «Дагдизель» (г. Каспийск), а с конца 90-х гг. XX в. в ЗАО «Мушарака» (г. Буйнакск). Прошло 20 лет, за это время в Волгоградской и Астраханской областях площадь под капельным орошением увеличилась до 40 тыс. га, а в Дагестане - составляет около 3 тыс. га.

Особую актуальность приобретает вопрос рационального расходования водных ресурсов [18, 19], в том числе повышения эффективности использования подземных вод в зоне опустынивания и возможности создания зон оазисного орошения. Учитывая большое внимание Правительства страны к техническому перевооружению мелиорации, а также нарастающий дефицит поливной воды и изношенность объектов мелиоративного комплекса, наиболее целесообразным будет направление финансовых потоков на техническое перевооружение и строительство (при необходимости) оросительных систем с использованием капельного орошения и дождевания.

С 1 января 2020 г. вступил в силу Федеральный закон № 280-ФЗ «Об органическом земледелии». Для освоения органического земледелия в Дагестане и производства элитной (брендовой) продукции необходимо вернуться к заброшенным террасам, площадь которых составляет около 29 тыс. га. Характеризуя систему земледелия предгорного и горного Дагестана, Н. И. Вавилов в 1936 г. писал: «...в Дагестане можно видеть интенсивную террасную культуру, идеальное использование для культуры рельефа

гор, максимальное использование каждой пяди земли для земледелия, можно учиться умению рационально использовать каждый клочок ценной земли. Террасирование, часто с завозом земли, выполнено в северовосточных и южных районах предгорий. Поля на террасах размером от нескольких гектаров до тысяч гектаров расположены амфитеатром сообразно с рельефом местности». Использование заброшенных террас, при условии разработки и распространения малогабаритной техники, позволит повысить занятость населения в горных и предгорных районах республики, сохранить оригинальные аборигенные сорта плодовых культур и винограда.

Таким образом, для сохранения и воспроизводства плодородия земель Республики Дагестан необходима реализация следующих мероприятий:

для зоны «черных» земель и Кизлярских пастбищ – регламентированный выпас скота, освоение почвозащитных севооборотов и систем обработки почвы, существенное расширение объемов фитомелиорации, создание оазисного земледелия посредством использования ресурсов пресных подземных вод:

для зоны орошаемого земледелия – улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель на основе реконструкции и технического перевооружения оросительных систем, применения водосберегающих технологий орошения (капельного, дождеванием и комбинированного); расширение посевов многолетних трав, прежде всего люцерны, культурфитомелиорантов, сидератов; применение систем комбинированной обработки почвы;

для неорошаемой зоны — защита почв от водной и ветровой эрозии, комбинированная обработка с уклоном на минимизацию, почвозащитные севообороты, агролесомелиорация (в том числе на склоновых землях).

Литература.

- 1. Кадималиев М. М., Ахмедагаев А. М. Состояние плодородия почв Республики Дагестан // Земледелие. 2017. № 7. С. 21–26.
- 2. Urruty N., Huyghe C., Tailliez-Lefebvre D. Stability, robustness, vulnerability and resilience of agricultural systems. A review // Agronomy for Sustainable Development. 2016. Vol. 36. No. 1. P. 1–15.
- 3. Чекмарев П. А. Воспроизводство плодородия залог стабильного развития агропромышленного комплекса России // Плодородие. 2018. № 1. С. 4–7.
- 4. Курбанов С. А. Проблемы мелиорации и пути ее развития в Дагестане // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2011. № 3. С.32–33.

- 5. Региональная модель адаптивноландшафтной системы земледелия Республики Дагестан / Под ред. С. А. Амирова, З. Ф. Пулатова. Махачкала: ИД «Эпоха», 2010. 368 с.
- 6. Parwada C., Van tol j. The nature of soil erosion and possible conservation strategies in ntabelanga area, Eastern Cape province, South Africa//Acta Agriculturae Scandinavica. Section B: Soil And Plant Science. 2016. Vol. 66. No. 6. P. 544–552.
- 7. Курбанов С. А. Повышение продуктивности орошаемого земледелия равнинного Дагестана: монография. М.: Эскалада, 2003. 225 с.
- 8. Cultivation of root on sandy soil in semi-arid environment west of the Caspian Sea / S. A. Kurbanov, D. S. Magomedova, N. M. Nimatulaev, et al. // EurAzian Journal of BioSciense Eurasia J Biosci. 2019. Vol. 13. No. 2. P. 1991–1995.
- 9. Использование экологически чистых технологий при получении зерна сои / В. Т. Синеговская, И. М. Присяжная, М. О. Синеговский и др. // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 3. С. 71–75.
- 10. Гамзиков Г. П., Сулейменов С. З. Влияние биомассы растений на азотный режим серой лесной почвы и продуктивность полевых культур // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 4. С. 32–36.
- 9. Довбан К. И. Зеленое удобрение в современном земледелии: вопросы теории и практики. Минск: Белорус. наука, 2009. 404 с.
- 12. Актуальные проблемы и приоритетные направления развития картофелеводства / А. В. Коршунов, Е. А. Симаков, Ю. Н. Лысенко и др. // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 3. С. 12–20.
- 13. Хисматуллин М.М. Бобовые и бобово-злаковые многолетние травы составная часть органического земледелия Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № 2 (53). С. 64–67.
- 14. Подлесных И. В., Зарудная Т. Я., Соловьева Ю. А. Новый подход к методологии проектирования лесогидромелиоративного комплекса в условиях ЦЧР // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 11. С. 14–17.
- 15. Кирюшин В. И. Задачи научноинновационного обеспечения земледелия России // Земледелие. 2018. № 3. С. 3–12
- 16. Кузыченко Ю. А. Системы обработки почвы в пропашном звене севооборота в зоне Центрального Предкавказья // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. № 2 (58). С. 25–28.
- 17. Подлесных И. В., Соловьева Ю. А. Новый подход в методологии формирования структуры севооборотов с учетом противоэрозионной роли сельскохозяйственных культур // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 11. С. 21–25.
- 18. Дубенок Н. Н., Бородычев В. В., Лытов М. Н. Алгоритм учета пространственной неоднородности исходных характеристик орошаемого участка на основе ГИСтехнологий // Российская сельскохозяйственная наука. 2019. № 1. С. 66–70.
- 19. Новиков А. А. Рациональное использование водных ресурсов картофеля при

его выращивании в орошаемых звеньях севооборотов на черноземах // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 5. С. 37–41.

Preservation and improvement of soil fertility is the basis for improving the farming efficiency in Dagestan

S. A. Kurbanov

Dzhambulatov Dagestan State Agrarian University, ul. M. Gadzhieva, 180, Makhachkala, 367032, Russian Federation

Abstract. The studies aimed to assess the state and analyze the problems facing the agro-industrial complex of the Republic of Dagestan on soil fertility, the structure of cultivated areas, soil cultivation systems, fertilizer application, plant protection and irrigation. The basis for increasing the efficiency of agriculture in the republic is the preservation and improvement of soil fertility. The continuing deterioration of soil fertility of agricultural land in the republic is associated, first of all. with a decrease in the content of humus, the annual losses of which are 0.5-0.6 t/ha, and mobile forms of the main nutrients. The area of irrigated land with an unacceptable reclamation state in Dagestan has increased by 4.8% since 2000. At the same time, in 2019, irrigation was absent on 116.5 thousand hectares. including 19.5 thousand hectares due to the lack of water and 97.0 thousand hectares due to malfunctioning irrigation systems. For the preservation and reproduction of land fertility in the Republic of Dagestan, it is necessary to implement the following measures. For the zone of "black" lands and Kizlyar pastures it is necessary the regulated cattle grazing, the development of soil-protective crop rotations and soil cultivation systems, the expansion of phyto-amelioration, the creation of oasis agriculture through the use of fresh groundwater resources. For the zone of irrigated agriculture, one should improve the ameliorative state of irrigated lands based on reconstruction and technical reequipment, the use of water-saving irrigation technologies (drip, sprinkler and combined); expand the crops of perennial grasses, primarily alfalfa, phytomeliorant crops, green manure; apply systems of combined tillage. For the nonirrigated zone, it is necessary to protect soils from water and wind erosion, to use combined tillage with a bias towards minimization, soilprotective crop rotation, agroforestry (including on slope lands).

Keywords: soil fertility, desertification; irrigated agriculture; sideration; perennial grasses; phyto-amelioration; minimization of cultivation; drip irrigation; organic farming.

Author Details: S. A. Kurbanov, D. Sc. (Agr.), head of department (e-mail: kurbanovsa@mail.ru).

For citation: Kurbanov SA [Preservation and improvement of soil fertility is the basis for improving the farming efficiency in Dagestan]. Zemledelie. 2021;(4):16-20. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10404.

doi: 10.24411/0044-3913-2021-10405 УДК 633.11«324»:631.459: 633.1:631.445.51:631.559

Влияние развития эрозионных процессов на содержание и запасы органического вещества, урожайность озимой пшеницы и разнотравно-злаковых ассоциаций, возделываемых на темно-каштановых почвах

В. А. СТУКАЛО, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: stukalo.vladimir@gmail.com) Т. Г. ЗЕЛЕНСКАЯ, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: tamara.zelenskaya2016@yandex.ru) Е. Е. СТЕПАНЕНКО, кандидат биологических наук, доцент (e-mail: elenapstepanenko@yandex.ru) А. В. ЛОШАКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: alexandrloshakov@mail.ru) Ставропольский государственный аграрный университет, пер. Зоотехнический, 12, Ставрополь, 355017, Российская Федерация

Исследования проводили с целью определения изменений морфологических признаков темно-каштановых почв, содержания органического вещества и урожайности озимой пшеницы из-за развития эрозионных процессов для установления возможности их вовлечения в пашню. Работу выполняли в 2018–2020 гг. в Ставропольском крае. Почва опытного участка – темно-каштановая карбонатная, используемая в пашне 64 года. Для проведения исследования был выбран склон крутизной 4,2° и длиной 1220 м. В опыте изучали следующие варианты: вид угодий (фактор А) – целина, пашня; тип рельефа (фактор В) - плакор, крутой склон, подножье склона, элювиальный ландшафт). На пашне в годы исследования выращивали сорт озимой пшеницы Таня, на целине произрастали разнотравно-злаковые ассоциации. Вовлечение темно-каштановых почв в пашню привело к снижению содержания органического вещества вследствие интенсивной минерализации, по сравнению с целиной, а также к уменьшению мошности почвенных горизонтов в связи с развитием водной и ветровой эрозии. Урожайность разнотравнозлаковых ассоциаций на целине находилась в пределах 1,10...1,38 т/га, а их продуктивность составляла 385...483 корм. ед./га. Самая высокая урожайность на пашне за годы исследования отмечена в условиях ключевого участка элювиального ландшафта (зона с аккумулятивной функцией) – 4,86 т/ га. У подножья склона (зона с частично аккумулятивной функцией) и на плакоре (зона развития дефляции) она составляла

4,12...4,22 т/га, на крутом склоне (зона водной эрозии) – 3,24 т/га. Продуктивность 1 га пашни была выше, чем целинных угодий, в 9...11 раз.

Ключевые слова: эрозионные процессы, эродированность, органическое вещество, запасы органического вещества, целина, деградация, пашня, морфологические признаки почв, урожайность, Прикалаусские высоты.

Для цитирования: Влияние развития эрозионных процессов на содержание и запасы органического вещества, урожайность озимой пшеницы и разнотравнозлаковых ассоциаций, возделываемых на темно-каштановых почвах / В. А. Стукало, Т. Г. Зеленская, Е. Е. Степаненко и др. // Земледелие. 2021. № 4. С. 20–23. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10405.

История сельскохозяйственного освоения степных территорий связана с антропогенной нагрузкой, виды, объемы и сроки которой привели к деградации угодий [1, 2, 3].

Прикалаусские высоты – самая большая гряда Ставропольского края, протяженность которой с юга на север превышает 150 км. Прикалаусские высоты расположены в центральной наиболее высокой части Ставропольской возвышенности к востоку от Ставропольского поднятия [4].

Особенности рельефа сформированы под действием водной и ветровой эрозии, оползневых процессов [5, 6, 7]. На восточных склонах высот в результате деятельности временных потоков, развивается разветвлённая овражнобалочная сеть [7]. На крутых западном и южном склонах формируется густая сеть молодых сравнительно коротких оврагов, с крутыми продольными профилями [8].

Оценивая рельеф Прикалаусских высот можно сделать вывод о том, что наличие разветвленной овражно-балочной сети способствовало развитию эрозии и дефляции сельскохозяйственных угодий, а также уменьшению урожайности сельскохозяйственных культур [9].

Цель исследования – определение изменений морфологических признаков

темно-каштановых почв, содержания и запасов органического вещества и урожайности озимой пшеницы вследствие развития эрозионных процессов для установления возможности вовлечения их в пашню.

Работу выполняли в 2018-2020 гг. Для проведения исследования был выбран склон крутизной 4,2° и длиной 1220 м. Место нахождения исследуемого участка - ООО «Агрофирма «Победа» Петровского городского округа Ставропольского края. Петровский городской округ находится в пределах северной части Прикалаусских высот. Географические координаты исследуемой территории 45.368460 с.ш. и 42.931367 в.д. на смежных участках целины и пашни, с расстоянием между ключевыми участками 150...250 м. Почвенные разрезы были заложены по методу ключей: разрез № 1 - целина плакора; разрез № 2 – пашня плакора; разрез № 3 – целина крутой склон; разрез № 4 – пашня крутой склон; разрез № 5 – целина подножье склона; разрез № 6 – пашня подножье склона; разрез № 7 – целина элювиальный ландшафт; разрез № 8 – пашня элювиальный ландшафт. Содержание органического вещества определяли методом Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91). Участок был распахан в 1957 г., то есть вовлечен в пашню 64 года назад.

Исследования проводили в двухфакторном полевом опыте, схема которого предполагала изучение следующих вариантов: вид сельскохозяйственного угодья (фактор A) – целина, пашня; тип рельефа (фактор B) – плакор, крутой склон, подножье склона, элювиальный ландшафт. На пашне выращивали озимую пшеницу сорта Таня после чистого пара. Повторность – трехкратная, эксперимент заложен в три яруса. Площадь делянки на пашне составляла 200 м² (20 м ×10 м), учетная – 38 м², на целине – 40 м².

Ботанический состав разнотравья целины включал следующие виды растений: пырей ползучий (Elytrígia répens), тимофеевка луговая (Phleum pratense), овсяница луговая (Festuca pratensis), красная (Festuca rubra), валлийская (Festuca Poaceae), ежа сборная (Dáctylis glomeráta), костер безостый (Brōmus inērmis), полевица обыкновенная (Agrostis tenuis Sibth),

райграс пастбищный (Lolium perenne), мятлик луговой (Poa praténsis), тонконог кавказский (Koeléria), ковыль перистый (Stípa pennáta).

Математическую обработку результатов исследований выполняли методом дисперсионного анализа в программе Statistica 17,0.

На территории ООО Агрофирма «Победа» преобладают черноземы южные и темно-каштановые почвы, характеризующиеся карбонатностью, то есть вскипанием от 10 %-ной соляной кислоты, с поверхности. Они имеют различную мощность из-за рельефа и приурочены к слабоволнистой равнине и склонам разной крутизны и экспозиции.

При описании исследуемых почвенных разрезов установлены схожие морфологических признаки – хорошая структурность, наличие карбонатов с поверхности, пористость почвенных агрегатов, наличие следов биогенной деятельности, различия заключались в мошности почвенного профиля.

На ключевом участке плакора на целине (№ 1) были выявлены все генетические горизонты, характерные для темнокаштановых карбонатных почв (табл. 1). Элювиальный горизонт (Ад) был представлен дерниной мощностью 10 см. Ее структура комковато-зернистая с поверхности слоеватая, богата карбонатами кальция и густо пронизана живыми корнями растений. Иллювиальный горизонт (А) темно-каштанового цвета с комковато-зернистой структурой и мощностью 33 см. Переходный горизонт (В) неоднородно-окрашенный с гумусными пятнами и языками. Неоднородность окраски усиливают пятна кротовин, гумусированные ходы червей и новообразования карбонатов. Мощность горизонта В составляет 19 см. Горизонт ВС пропитан карбонатами кальция. Новообразования карбонатов выделяются в виде обильной белоглазки, прожилок или мучнистых скоплений. Нижняя граница горизонта прослеживается на глубине 80 см. Материнская порода начинается с 81 см.

На ключевом участке плакора в пашне (№ 2) материнская порода (горизонт С) начиналась с 42 см, а иллювиальный и переходный горизонты отсутствовали. Можно сделать вывод, что здесь потеряно 39 см почвы, по сравнению с ключевым участком плакора целины

(№ 1), и на пашне активно развивается дефляция.

При описании морфологических признаков ключевых участков крутого склона целины (№3) и пашни (№4) была отмечена картина схожая с ключевыми участками плакора (№1 и №2). На целине крутого склона диагностировались все почвенные горизонты, но их мощность была меньше, чем на плакоре целины (№1), в частности, элювиального горизонта Ад на 1 см, A_1 – на 9 см, B – на 6 см, BC – на 14 см, в сумме по всем горизонтам – на 30 см. Материнская порода начиналась на глубине 58 см.

На ключевом участке крутого склона в пашне (№ 4) мощность пахотного горизонта составляла 22 см. Он располагался непосредственно на материнской породе (горизонт С). По агрегатному составу, структуре и цвету пахотного горизонта на крутом склоне пашни невозможно достоверно определить потери почвы, так как сам пахотный горизонт уже представляет собой совокупность горизонтов В и С, то есть иллювиальный горизонт перемешан с материнской породой.

На ключевом участке у подножья склона на целине (№5) также диагностировали все генетические горизонты почвы, но мощность дернинного горизонта была на 3...4 см больше и достигала 13 см. Мощность горизонта А, составляла 19 см и была примерно такой же, как на ключевом участке крутого склона целины, но на 14 см меньше, по сравнению с ключевым участком плакора на целине. Горизонт В располагался на глубине 32...53 см, то есть его мощность составляла 21 см. Переходный горизонт ВС мощностью 11 см находился на глубине 53...64 см. Следует предположить, что ключевой участок подножья склона на целине выполняет аккумулятивную функцию, принимая делювиальный смыв со склона.

На ключевом участке у подножья склона на пашне, так же отсутствовал аллювиальный горизонт (A_1), как и на пашне на крутом склоне, но диагностировался горизонт В мощностью 14 см, а также горизонт ВС мощностью 10 см. Следовательно, ключевой участок у подножья склона на пашне не выполняет аккумулятивную функцию, не принимая смыв со склона, и подвержен водной эрозии.

1. Мощность почвенных горизонтов в зависимости от вида сельскохозяйственных угодий и типа рельефа (2018 г.), см

Ад (Аг	пах)*	А	1	В		BC		С	
целина	пашня	целина	пашня	целина	пашня	целина	пашня	целина	пашня
				Плакор (ра	азрезы 1 и	2)			
010	022	1043	_	4362	-	6280	2241	> 81	> 42
			K	рутой склон	(разрезы 3	3 и 4)			
09	022	931	_	3144	_	4458	_	> 58	> 22
			Под	цножье скло	на (разрезі	ы 5 и 6)			
013	022	1332	_	3253	2236	5364	3646	> 64	> 46
Элювиальный ландшафт (разрезы 7 и 8)									
015	022	1544	2232	4453	3250	5370	5062	> 70	> 62

^{*}Ад – дернинный горизонт, Апах – пахотный горизонт.

2. Содержание и запасы органического вещества в почве исследуемых ключевых участков (почвенных разрезов)

Генети-	Глубина,	•	ическое	Запасы органи-		Глубина,	Органич		Запасы органи-	Потери органи-
ческий	CM CM		ество	ческого веще-	ский гори-	CM	вещество		ческого веще-	ческого веще-
горизонт	Civi	%	т/га	ства, т/га	30HT	Civi	%	т/га	ства, т/га	ства, т/га
	Разрез	з 1 (цели	іна плако	p)			Разрез	2 (паш	ня плакор)	
Ад	010	4,0	52,1	241,1	A_{nax}	022	2,0	57,2	89,3	151,8
A ₁	1043	3,1	133,2		Tital					
B	4362	1,5	37,1		BC	2241	1,3	32,1		
BC	6280	0,8	18,7							
С	> 81	0,3	_		С	> 41	0,3	_		
	Разрез 3	целина	крутой с	клон)		P	азрез 4 (пашня і	крутой склон)	
Ад	09	3,6	42,1	162,9	A _{nax}	022	1,6	3,9	45,8	117,1
Α,	931	2,7	77,3		IIdA					
A ₁ B	3144	1,6	27,1							
BC	4458	0,9	16,4							
С	> 58	0,3	_		С	> 22	0,4	_		
Pa	зрез 5 (це	елина по	одножье (склона)		Pas	рез 6 (па	шня по	дножье склона)	
Ад	013	3,2	54,1	174,9	A nax	022	1,9	54,4	90,3	84,6
	1332	2,6	64,3		IIax					
A ₁ B	3253	1,7	46,4		В	2236	1,4	25,5		
BC	5364	0,7	10,1		BC	3646	0,8	10,4		
С	> 64	0,2	_		С	> 46	0,4	_		
Разре	з 7 (целин	на элюві	иальный .	ландшафт)		Разрез	7 (пашня	я элюви	альный ландша	фт)
Ад .	015	4,1	80,1	263,8	A _{nax}	022	2,9	83,1	192,6	70,9
	1544	3,6	135,9	,	A.	2232		61,7	,	,
A ₁ B	4453	1,6	29,1		A ₁ B	3250		32,5		
ВС	5370	0,9	18,7		BC	5062	,	15,6		
С	> 70	0,3	_		С	> 62	0,3	_		

На ключевом участке элювиальный ландшафт целины (№7) диагностировали все почвенные горизонты. Мощность дернинного горизонта Ад здесь составляла 15 см, то есть была наибольшей среди изученных ключевых участков целины. В частности, в сравнении с ключевым участком плакора на целине, она была на 5 см больше. Материнская порода начиналась с глубины 70 см. Следовательно, целинный участок элювиального ландшафта выполняет аккумулятивные функции, принимая делювиальный смыв со склона.

Мощность элювиальной зоны (горизонт А1) элювиального ландшафта на пашне (№ 8) составляла 10 см, и была наибольшей, по сравнению с другими ключевыми участками. Иллювиальный и переходный горизонт также диагностировались, их мощность в сумме составляла 30 см, в том числе горизонта В -18 см, а горизонта ВС – 12 см. Материнская порода начиналась с 62 см. Если сравнивать с ключевым участком плакора на пашне (№ 2), то мощность почвы в элювиальном ландшафте (№ 8) была на 22 см больше. Таким образом, ключевой участок элювиального ландшафта пашни (№ 8) подвержен водной эрозии, но в значительно меньшей степени, чем другие ключевые участки и не выполняет аккумулятивную функцию.

При анализе почвы всех ключевых участков на содержание органического вещества выявлены значительные различия в его количестве и запасах на целине и в пашне. Так, на ключевом участке в элювиальной зоне (горизонт Ад) содержание органического вещества составило 4,0% (табл. 2), в иллювиальном (A_1) – 3,1%, в горизонте B-1,5%, BC-0,8%. В материнской породе (горизонт C) содержание органического вещества составляло 0,3%.

На ключевом участке плакора в пашне содержание органического вещества в горизонте Апах находилось на уровне 2,0 %, то есть вдвое меньше, чем в элювиальной зоне (горизонт Ад) плакора на целине. В переходном горизонте содержание органического вещества составляло 1,3 %, в материнской породе – 0,3 %, то есть столько же, как и на целине.

Аналогичная картина характерна и для ключевых участков крутого склона (разрез 3 и 4) с той лишь разницей, что в элювиальной зоне целины (горизонт Ад) содержание органического вещества составляло 3,6 %, а на пашне в пахотном горизонте – 1,6 %, с постепенным уменьшением до 0,4 % в материнской породе.

Для подножья склона (разрез 5 и 6) характерна такая же закономерность, как и для ключевых участков плакора и крутого склона, — снижение содержания органического вещества к материнской породе. С той лишь разницей, что в горизонте Ад на целине оно составляло 3,2 %, а на пашне в пахотном горизонте содержание органического вещества составляло 1,9 %, что было на 0,3 % выше, по сравнению с почвой крутого склона в пашне.

Элювиальный ландшафт на целине характеризовался самым высоким содержанием органического вещества в элювиальной зоне (горизонт Ад), по сравнению с другими ключевыми участками, – 4,1%. В иллювиальном горизонте содержание органического вещества составило 3,6%, то есть столько же, как и в элювиальном горизонте крутого склона целины. В переходном горизонте величина этого показателя была равна 1,6%, с последующим снижением в горизонте С до 0,3%.

В соответствии с содержанием органического вещества по профилю распределялись его запасы. Наименьшая в опыте их потеря на пашне, по сравнению с целиной, составила 70,9 т/га на ключевом участке элювиального ландшафта. Можно предложить, что такие потери связаны только с процессами естественной минерализации. Наибольшее в опыте уменьшение запасов органического вещества выявлено на ключевом участке плакора пашни – 151,8 т/га. На крутом склоне пашни потери органического вещества составили 117,1 т/га, у подножья склона - 84,6 т/га. Можно предложить, что они связаны не только с процессами естественной минерализации, но и с развитием водной эрозии и дефляции.

3. Продуктивность целины и пашни в зависимости от типа рельефа (среднее за 2018–2020 гг.)

№ раз-	Угодье	Озим	ая пшеница	Разнотравно- злаковые ассоциации		
реза		т/га	т/га корм. ед./га		корм. ед./га	
1	целина, плакор	_	_	1,19	416,5	
2	пашня, плакор	4,12	4367,2	-	-	
3	целина, крутой склон	_	_	1,10	385,0	
4	пашня, крутой склон	3,24	3434,4	_	_	
5	целина, подножье склона	_	_	1,27	444,5	
6	пашня, подножье склона	4,22	4473,2	_	_	
7	целина, элювиальный ландшафт	_	_	1,38	483,0	
8	пашня, элювиальный ландшафт	4,86	5151,6	_	_	
	HCP ₀₅	0,10		0,05		

Урожайность разнотравно-злаковых ассоциаций на целинных угодьях в среднем за 2018–2020 гг. имела четко выраженную зависимость увеличения от крутого склона (1,10 т/га) к плакору (1,19 т/га), подножью склона (1,27 т/га) и элювиальному ландшафту (1,38 т/га) при HCP $_{05}$ 0,05 т/га, или соответственно по ключевым участкам 385, 416, 444 и 483 корм. ед./га (табл. 3).

На пашне урожайность озимой пшеницы находилась в такой же зависимости от типа рельефа, как и на целине. Наибольшей в опыте она была на элювиальном ландшафте (№ 8) и составляла 4,86 т/га. На плакоре (№ 2) в зоне развития дефляции происходит снижение урожайности озимой пшеницы до 4,12 т/ га, или на 0.74 т/га (15.2 %), по сравнению с зоной элювиального ландшафта. В зоне развития водной эрозии на крутом склоне пашни (№ 4) величина этого показателя составила 3,24 т/га, или на 1,62 т/га (33,3 %) меньше, чем на элювиальном ландшафте. У подножья склона в условиях частичного выполнения аккумулятивных функций, урожайность озимой пшеницы достигала 4,22 т/га.

При пересчете урожайности озимой пшеницы в кормовые единицы в среднем за 3 года исследования выявлено, что максимальный их сбор в опыте возможен на элювиальном ландшафте – 5151,6 корм. ед., а минимальный на крутом склоне (№ 4) – 3434,4 корм. ед. Выход продукции на плакоре составил 4367,2, а у подножья склона – 4473,2 корм. ед., то есть был практически одинаковым.

Продуктивность 1 га пашни была в 9...11 раз выше, чем у целинных угодий, вследствие более высокой урожайности озимой пшеницы, в сравнении с природным разнотравьем.

Таким образом, в результате вовлечения естественных угодий в сельскохозяйственное использование и развития деградации (водной эрозии и дефляции) темно-каштановые карбонатные почвы на плакоре потеряли 40 см мощности, горизонты А, В и 151,8 т/га органического вещества, на крутом склоне - 36 см, горизонты А, В, ВС и 117,1 т/га органического вещества, у подножья склона – 18 см, горизонты А, В и 84,6 т/га органического вещества. Мощность почвы и строение ее горизонтов в условиях элювиального ландшафта не претерпели существенных изменений, но потери запасов органического вещества из-за естественной минерализации составили 70,9 т/га.

В целом вовлечение темнокаштановых почв в пашню приводит к резкому снижению содержания органического вещества и его запасов, по сравнению с целиной, во-первых, по причине естественной минерализации и отчуждения элементов питания с урожаем сельскохозяйственных культур, во-вторых, вследствие интенсивного развития водной эрозии и дефляции на участках с различной крутизной.

Урожайность разнотравно-злаковых ассоциаций и выход кормов целинных угодий на ключевых участках были невысокими (1,10...1,38 т/га или 385...483 корм. ед./га) и увеличивались в направлении от крутого склона к плакору, подножью склона и элювиальному ландшафту.

Сбор зерна озимой пшеницы на ключевых участках рельефа пашни варьировал от 3,24 до 4,86 т/га и в пересчете на кормовые единицы был в 9...11 раз выше, чем урожайность разнотравья на аналогичных участках целины. Максимальная в опыте величина этого показателя за годы исследования омечена в условиях ключевого участка элювиального ландшафта (4,86 т/га) в зоне аккумулятивной функций. В зоне развития дефляции (плакор) она составила 4,12 т/га, в зоне развития водной эрозии (крутой склон) - 3,24 т/га, в зоне частичной аккумулятивной функции (подножье склона) - 4,22 т/га.

Литература.

- 1. Мониторинг и рациональное использование пахотных земель Ставропольского края /В.В. Косинский, П.В. Клюшин, С.В. Савинова и др. // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2017. № 9 (152). С. 47-55.
- 2. Оптимизация посевных площадей Ставропольского края на основе агроресурсного потенциала / Е. В. Письменная, М. Ю. Азарова, В. А. Стукало и др. // Земледелие. 2019. № 7 С. 8 -11
- 3. Методология управления устойчивым развитием сельского хозяйства в условиях деградации почв и изменения климата / А.С. Строков, О.А. Макаров, Е.В. Цветнов и др. // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 5. С. 82-87.
- 4. Кондратьева А. А. Перспективы организации природного парка на Прикалаусских высотах // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2009. Т. 18. № 3. С. 231 -239.
- 5. Цховребов В.С., Фаизова В.И. Почвы и климат Ставрополья // Вестник АПК Ставрополья. 2015. № 2. с. 21 -34.
- 6. Экологические проблемы сельского хозяйства Ставропольского края / А.Г. Хлопянов, В.М. Пенчуков, А.Н. Есаулко и др. // Вестник АПК Ставрополья. 2015. № 2. С. 14 -20.
- 7. Влияние типа почвы и её плотность на урожайность озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края /В.К. Дридигер, Р.С. Стукало, А.Г. Матвеев // Земледелие. 2017. № 2. С. 19 22.
- 8. Состояние плодородия почв Республики Дагестан / Кадималиев М.М., Ахмедагаев А.М. // Земледелие. 2017. №7. С. 21-26.
- 9. Взаимосвязь содержания углерода органических соединений и структурного состояния чернозема типичного / Дубовик Е.В., Дубовик Д.В. // Почвоведение. 2019. № 2. С. 171-183.

Influence of the development of erosion processes on the content and reserves of organic matter, the yield of winter wheat, and motley grass – cereal association cultivated on dark chestnut soils

V. A. Stukalo, T. G. Zelenskaya, E. E. Stepanenko, A. V. Loshakov Stavropol State Agrarian University, per. Zootechnicheskiy, 12, Stavropol, 355017, Russian Federation

Abstract. The study aimed to determine changes in the morphological characteristics of dark chestnut soils, the content of organic matter, and the vield of winter wheat due to the development of erosion processes. It is necessary to establish the possibility of the inclusion of such kinds of soils in arable land. The study was carried out in 2018-2020 in the Stavropol Territory. The soil of the test plot was dark chestnut calcareous. The period of arable land use was 64 years. For the study, a slope with a steepness of 4.2 degrees and a length of 1220 m was chosen. In the study, two factors were studied: A – the type of land (wildland and arable land), B - the type of relief (flatland, steep slope, foot of the slope, eluvial landscape). During the years of the study, winter wheat of Tanya variety was grown on the arable land, and motley grass - cereal association grew on wildlands. The use of dark chestnut soils as arable land led to a decrease in organic matter, due to intense mineralization. in comparison with wildlands, as well as to a decrease in the thickness of the pedologic horizons due to the development of water and wind erosion. The yield of motley grass - cereal association on wildlands was within 1.10-1.38 t/ha, and their productivity was 385.0-483.0 fodder units/ha. The highest yield on arable land over the years of the study was noted in a key area of the eluvial landscape (zone with an accumulative function) - 4.86 t/ha. At the foot of the slope (zone with a partially accumulative function) and on the flatland (zone of deflation development), it was 4.12-4.22 t/ha, on a steep slope (zone of water erosion) - 3.24 t/ha. The productivity of 1 hectare of arable land was 20-25 times higher than that of wildlands.

Keywords: erosion process; erosion degree; organic matter; organic matter reserves; wildland; degradation; arable land; soil morphological characteristics; yield; Prikalausskie hills.

Author Details: V. A. Stukalo, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: stukalo.vladimir@gmail.com); T. G. Zelenskaya, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: tamara.zelenskaya2016@yandex.ru); E. E. Stepanenko, Cand. Sc. (Biol.), assoc. prof. (e-mail: elenapstepanenko@yandex.ru); A. V. Loshakov, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: alexandrloshakov@mail.ru).

For citation: Stukalo VA, Zelenskaya TG, Stepanenko EE, et al. [Influence of the development of erosion processes on the content and reserves of organic matter, the yield of winter wheat, and motley grass – cereal association cultivated on dark chestnut soils]. Zemledelije. 2021;(4):20-3. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10405.



doi: 10.24411/0044-3913-2021-10406 УДК 577.13:633.358

Накопление запасных веществ в семенах дикого и культурного гороха*

С. В. БОБКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией (e-mail: svbobkov@gmail.com)
О. В. УВАРОВА, научный сотрудник

Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур, ул. Молодёжная, 10, к. 1, пос. Стрелецкий, Орловский р-н., Орловская обл., 302502, Российская Федерация

Исследования проводили с целью оценки содержания запасных веществ в семенах дикого и культурного гороха для использования в селекции на качество. Эксперименты выполняли в 2017–2019 гг. с использованием 15 образцов дикого гороха коллекции ВИР, а также 6 сортов и селекционных линий. Определяли процентное содержание семенных оболочек, белка и крахмала в семенах, а также амилозы в крахмале. Наибольшее содержание оболочек и белка отмечено у образцов дикого гороха к-1851 (15,6 % и 29,9 % соответственно), к-2365 (15.4 % и 30.2 %), к-3370 (14,2 % и 30,0 %). Содержание семенных оболочек у образцов к-1851, к-2365 и к-3370 превышало среднюю величину этого показателя у культурного гороха на 5,5 %, 5,3 % и 4,1 %, а содержание белка – на 2,3 %, 2,6 % и 2,4 % соответственно. Представители культурных форм отличались высоким уровнем накопления крахмала. Его содержание у сортов Темп (50.6%), Стабил(49.1%), Фараон(48.4%), Аист (47,8 %) и линии ПАП 485/4 (49,7 %) превышало среднюю величину этого показателя у образцов дикого гороха на 6,6 %, 5.1 %, 4.4 %, 3.8 % и 5.7 % соответственно. Принадлежность гороха к дикому или культурному типу не оказывала значимого влияния на накопление жира в семенах и амилозы в крахмале. У всех сортов и образцов содержание белка положительно коррелировало с содержанием семенных оболочек (*r*=0,43, *p*≤0,05) и отрицательно с содержанием крахмала (r=-0.49, $p\leq0.05$).

Для всей выборки содержание крахмала находилось в отрицательной коррелятивной зависимости с содержанием семенных оболочек (r=-0,49, p<0,05), белка (r=-0,49, p<0,05) и жира (r=-0,26, p<0,05). Содержание амилозы в крахмале отрицательно коррелировало с содержанием крахмала (r=-0,51, p<0,05) и положительно с содержанием жира (r=0,56, p<0,05).

Ключевые слова: ropox(Pisum sativum L.), дикие сородичи, семенная оболочка, белок, крахмал, амилоза, жир.

Для цитирования: Бобков С. В., Уварова О. В. Накопление запасных веществ в семенах дикого и культурного гороха // Земледелие. 2021. №4. С. 24–27. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10406.

Горох - ценная сельскохозяйственная культура. Зрелые семена культурного гороха содержат 18,6... 54,1 % крахмала, 15,8...32,1 % белка, включая ингибиторы протеиназ, 5,9...12,7 % клетчатки, 1,3...2,1 % сахарозы, 0,6...5,5 % жира, а также минералы, витамины, полифенольные соединения, сапонины, танины, фитиновую кислоту, олигосахариды и другие вещества [1, 2]. Белок гороха, в сравнении с белками сои и люпина, лучше усваивается в желудочнокишечном тракте [3]. Гороховый белок содержит очень много лизина, но мало триптофана и серосодержащих аминокислот метионина и цистеина (менее 3 % от содержания всех аминокислот) [4]. Продукты гидролиза белков гороха - короткие полипептиды, обладающие антигипертензивной и антиоксидантной активностью [5].

Крахмал гороха состоит из амилозы и амилопектина. В сравнении со злаковыми, эта культура характеризуется более высоким содержанием амилозы, что замедляет усвоение крахмала организмом человека. Другие факторы, определяющие его низкое

усвоение, – присутствие в семенах антипитательных веществ – ингибиторов амилазы, фитиновой кислоты, полифенольных соединений, а также высокое количество клетчатки [3].

В России в результате селекции гороха на урожайность содержание белка у современных сортов гороха уменьшилось, в сравнении с сортами, созданными 50...70 лет назад, на 1,5 % [6]. К такому же выводу пришли и зарубежные исследователи, отмечающие, что селекция гороха на высокую урожайность приводит к быстрому уменьшению содержания белка [1]. Для увеличения урожайности без снижения содержания белка в семенах гороха можно использовать некорневые подкормки мочевиной [7].

Источники аллелей хозяйственноценных признаков – дикие сородичи гороха [8]. Однако его природное генетическое разнообразие остается мало изученным [9]. Известно, что образцы диких подвидов гороха *Pisum sativum* характеризуются высоким содержанием белка (до 35,8 %) [10]. Поэтому исследования, направленные на поиск среди них источников новых аллелей, способствующих высокому накоплению белка, – актуальны для селекции [11].

Для понимания механизма накопления питательных веществ в семенах необходимо изучить связи между накоплением запасных белков, углеводов (крахмал, амилоза) и жира у дикого и культурного гороха.

Цель исследований – оценка содержания запасных веществ в семенах дикого и культурного гороха для использования в селекции на качество.

Работу выполняли в 2017–2019 гг. с использованием образцов диких подвидов гороха: elatius – к-3370, к-4014, к-4014 white, к-2173, к-3115, к-1851; asiaticum – к-5322, к-5322 white, к-2645, к-1915, к-1974; transcaucasicum – к-296, к-2365, к-3249, к-8460 коллекции ВИР. Образцы к-4014 white (elatius) и к-5322 white (asiaticum) – результат отбора среди диких образцов к-4014 и к-5322 растений с тонкими оболочками «культурного» типа. В качестве образцов культурного гороха анализировали семена сорта Аист, селекционных линий

^{*}Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования в рамках Государственного задания ФГБНУ ФНЦ ЗБК по пункту 0636-2021-0008 «Мобилизация генетических ресурсов зернобобовых и крупяных культур для использования в селекционном процессе».

Авторы выражают искреннюю благодарность А. Н. Зеленову за предоставление для работы селекционных линий ПАП 485/4, ВИ 9402 и Е. В. Семёновой (ВИГРР им Н.И. Вавилова) за образцы дикого гороха из коллекции ВИР.

под жестким контролем



Пирелли, КЭ

 $400 \, \mathrm{r/n} \, \mathrm{xnopnupu}$ doca + $20 \, \mathrm{r/n} \, \mathrm{6u}$ dehmpuha

Уникальный инсектоакарицид с мощным токсическим воздействием на вредителей сахарной свеклы и сои

- Гибель личинок и имаго уже через 2 часа после обработки
- Длительный период защиты до 30 дней
- Воздействие на все подвижные стадии развития насекомых и клещей, включая выход личинок из яиц
- Дополнительная фумигантная активность и репеллентное действие
- Гарантированное уничтожение вредителей, выработавших резистентность к другим инсектицидам

www.betaren.ru





* новый российский продукт

Реклама

Фото: пыльцевое зерно сорняка семейства Вьюнковые (Convolvulaceae), цветная сканирующая микрофотография

> С обработкой зерновых не опаздаешь

Унико, ККР

₊ 100 г/л флуроксипира 2,5 г/л флорасулама

Уникальный гербицид в НАНОформуляции для защиты зерновых культур

- Самое широкое окно сроков применения до фазы колошения зерновых
- Широчайший спектр действия по двудольным сорнякам
- 100 % контроль вьюнка полевого, горца вьюнкового, подмаренника цепкого
- Без фитоом оксического действия на культуру и ограничений по севообороту
- Культуры применения:
 пшеница яровая и озимая, ячмень яровой

www.betaren.ru





Фото: сорное растение подмаренн<mark>и</mark>к цепкий *(Galium aparine).*Плод - цепкий орешек в многократном увеличении.

Соединяем мощное действие и деликатную защиту

Пиксель, МД

- ₊ 90 г/л тифенсульфурон-метила
- 7 24 г/л флуметсулама
- [†] 18 г/л флорасулама

Мощный гербицид в инновационной формуляции для борьбы с широким спектром двудольных сорняков в поздние фазы развития зерновых культур

- Уникальная комбинация активных компонентов, не имеющая аналогов
- Максимально расширенный спектр действия по двудольным сорнякам, в том числе трудноконтролируемым
- Широкое окно по фазам применения – от кущения до второго междоузлия культуры
- Высокая эффективность и быстродействие за счет инновационной масляной формуляции и синергизма трех действующих веществ
- Эффективность по переросшим сорнякам
- Исключительно мягкое действие на культуру, без потерь урожая от гербицидного стресса

Культуры применения: пшеница яровая и озимая, ячмень яровой и озимый

www.betaren.ru





Реклама



ПАП 485/4 и ВИ 9402, а также современных сортов Стабил (af, безлисточковый), Фараон (af, безлисточковый), Темп, внесенных в Государственный реестр селекционных достижений в 2006, 2008 и 2010 гг. соответственно. В целом, полный набор экспериментального материала включал 15 образцов дикого, 6 сортов и селекционных линий культурного гороха.

Исследования проводили в Орловской области, густота посева -1,2 млн всхожих семян/га, площадь делянки – 1 м², повторность – трехкратная. Почва опытного участка темно-серая лесная с содержанием гумуса (по Тюрину) - 4,89 %, подвижных форм фосфора и калия (по Кирсанову) - 170 и 135 мг/кг соответственно, pH $_{\text{KCI}}$ – 5,3 [7]. В 2017 и 2019 гг. растения гороха развивались при достаточном увлажнении (ГТК=1,98 и 1,28 соответственно). В 2018 г. в период вегетации погодные условия были более засушливыми (ГТК=0,96).

Определение содержания белка проводили по методу Къельдаля на приборе UDK-152 (Velp Scientifica, Italy) с предварительной пробоподготовкой на дигесторе DK-6. Содержания жира оценивали на экстракторе SER-148 (Velp Scientifica, Italy). Coдержание крахмала определяли поляриметрическим методом по Эверсу (Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, Н. И. Ярош и др. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.), амилозы в крахмале - фотоколориметрическим методом (Juliano B. O. A simplified assay for milled-rice amylose // Cereal Sci. Today. 1971. Vol. 16. No. 11.

P. 334-340), оболочек в семенах - путем их изолирования с помощью горячей воды и пинцета с последующим высушиванием и взвешиванием.

Статистическую обработку результатов выпоняли с использованием t-критерия Стьюдента, корреляционного анализа Пирсона и однофакторного дисперсионного анализа. Множественные сравнения средних проводили с использованием критерия LSD Фишера (α=0,05).

Среднее за 2017-2019 гг. содержание семенных оболочек среди исследованных сортов и образцов дикого гороха составило 12,1 % (табл. 1). Наименьшим оно было в семенах сорта Темп (8,9 %), самое высокое в семенах образца дикого гороха к-1851 (15,6 %). Несмотря на то, что дикий горох отличался от культурного большим средним содержанием семенных оболочек (12,9 % и 10,1 % соответственно), у селекционной линии ВИ 9402 величина этого показателя (13,2 %) была выше среднего для дикого гороха на 0,3 %. В группах дикого и культурного гороха наблюдали среднее варьирование доли семенных оболочек с коэффициентами вариации 11,6 % и 16,3 % соответственно. Наибольшее содержание семенных оболочек отмечено у образцов дикого гороха к-1851, к-2365, к-3370, к-1915, κ-3115 – 13,4...15,6 %.

Среднее за 3 года испытания содержание белка у сортов, селекционных линий и образцов дикого гороха составило 28,3 %. Средняя величина этого показателя у образцов дикого гороха (28,6 %) была на 1 % выше, чем у культурного (27,6 %). У сортов

Сорт, селекци- онная линия, образец	Оболочки, %	Белок, %	Жир, %	Крахмал, %	Амилоза в крахмале, %				
Сорта и селекционные линии									
Аист	9,0 a*	29,4 cde	0,7 abcd	47,8 cdefg	51,0 bcde				
Стабил	10,6 abc	27,0 abcd	0,7 abcde	49,1 efg	49,3 abcde				
Темп	8,9ª	26,5 ab	0,7 abc	50,6 g	49,9 abcde				
Фараон	9,6 ab	26,5 ab	0,9 e	48,4 defg	53,3 de				
ПАП 485/4	9,2ª	26,8 abc	0.7 ab	49,7 fg	47,3 abcd				
ВИ 9402	13,2 cdefg	29,6 cde	1,3 f	30,3ª	83,7 f				
	, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	Образцы дик	ого гороха		,				
κ-5322 white	10,8 abc	28,6 abcde	0.7 ab	47,0 cdefg	45,6 abc				
κ-4014 white	10,8 abc	26,9 abcd	0,8 abcde	44,3 bcdef	55,5 e				
к-5322	11,3 abcd	29,0 bcde	0,8 abcde	45,1 bcdefg	49,2 abcde				
к-296	11,7 abcde	29,3 abcde	1,0 ^{de}	44,0 bcdef	51,0 abcde				
к-3249	12,0 bcde	28,8 bcde	0,7 abcd	44,2 bcdef	48,0 abcd				
к-2173	12,3 ^{cdde}	28,5 abcde	0,8 abcde	43,7 bcde	50,8 bcde				
к-2645	12,6 ^{cde}	29,3 de	0,6ª	45,7 bcdefg	45,4 ab				
к-8460	12,7 cde	27,0 abcd	0,9 cde	45,1 bcdefg	49,8 abcde				
к-1974	12,9 cdeg	29,4 cde	0,8 abcde	44,0 bcdef	44,5 ab				
к-4014	13,0 cdefg	26,0ª	0,9 de	43,9 bcde	52,6 cde				
к-3115	13,4 defg	29,3 ^{cde}	0,7 abcde	44,0 bcdef	46,8 abcd				
к-1915	14,1 efg	27,2 abcd	0,7 abc	44,0 bcdef	50,5 bcde				
к-3370	14,2 efg	30,0 e	0,9 bcde	42,4 bc	50,2 abcde				
к-2365	15,4 f	30,2 °	0,6ª	40,9 b	48,9 abcde				
к-1851	15,6 fg	29,9 de	0,7 ^{abcd}	41,9 bcd	42,5ª				

1. Содержание запасных веществ в семенах дикого и культурного гороха

(среднее за 2017-2019 гг.)

и селекционных линий гороха она варьировала от 26,5 % (Темп и Фараон) до 29,6 % (линия ВИ 9402), у дикого от 26.0 % (к-4014) до 30.2 % (к-2365) с коэффициентами вариации 5,3 % и 4,4 % соответственно. Наибольшее содержание белка наблюдали у образцов дикого гороха к-2365, к-3370, κ -1851 – 30,2 %, 30,0 %, 29,9 % соответственно. Среди культурного гороха высокая величина этого показателя отмечена у селекционной линии ВИ 9402 и сорта Аист - 29,6 % и 29,4 % соответственно.

Среднее за 2017-2019 гг. содержание жира в семенах дикого и культурного гороха составляло 0.8 % с наименьшей величиной этого показателя 0,6 % у образцов к-2645, к-2365 и наибольшей - 1,3 % у селекционной линии ВИ 9402 (см. табл. 1). Дикий и культурный горох не различались по среднему содержанию жира (0,8 %). Однако степень варьирования этого признака у культурных форм (коэффициент вариации 29,1 %) была выше, чем у диких (коэффициент вариации 15,0 %).

Среднее за трехлетний период изучения содержание крахмала у экспериментального материала дикого и культурного гороха составило 44,6 % (см. табл. 1) с варьированием соответственно от 40,9 % (к-2365) до 47,0 % (к-5322 white) и от 30,3 % (селекционная линия ВИ 9402) до 50.6 % (сорт Темп), коэффициенты вариации составили 3,4 % и 16,8 %. Средняя величина этого показателя у культурного гороха (46,0%) была на 2% выше, чем у дикого (44,0%). Наибольшее содержание крахмала отмечено у сортов и селекционных линий культурного гороха Темп, ПАП 485/4, Стабил, Фараон и Аист - 50,6 %, 49,7 %, 49,1 %, 48,4 %, 47,8 % соответственно.

Среднее содержание амилозы в крахмале находилось на уровне 50,8 % и изменялось от 42,5 % у образца к-1851 до 83,7 % у селекционной линии ВИ 9402. У культурного гороха среднее содержание амилозы в крахмале (55,8%) было на 7% выше, чем у дикого (48,8%). Коэффициенты вариации величины этого показателя в группе дикого гороха составляли 6,9 %, культурного – 24,8 %.

В ходе работы с дикими подвидами гороха у образцов к-4014 и к-5322 были обнаружены семена с тонкими белыми оболочками, как у культурного гороха. После отбора их размножили и сформировали образцы 4014 white и к-5322 white. Содержание оболочек у образца к-4014 было равно 13,0 %, а у к-4014 white статистически значимо (р=0,03) ниже - 10,8 % (табл. 2). Величина этого показателя у образца к-5322 составляла 11,3 %, а у к-5322 white - 10,8 %, однако различия между

^{*}множественные сравнения средних проводили с использованием критерия LSD Фишера (α=0,05), наличие одинаковых индексов свидетельствует об отсутствии статистически значимых различий между средними.

2. Сравнение образцов к-4014 и к-4014 white, к-5322 и к-5322 white по содержанию в семенах оболочек, белка, крахмала и жира, а также амилозы в крахмале (2017–2019 гг.)

амилозы в крахмале (2017–2019 гг.)								
Образец	Признак	Критерий LSD Фише- pa, p-value						
	Оболочки, %							
к-4014	13,0	0.032027						
κ-4014 white	10,8	-,						
к-5322	11,3	0,523198						
κ-5322 white	,	0,020.00						
0022	Белок, %							
к-4014	26,0	0,413842						
κ-4014 white	26.9	0,110012						
к-5322	29,0	0,716321						
κ-5322 white	28.6	0,710021						
K-5522 Wille	Крахмал, %							
к-4014	43,9	0,901872						
κ-4014 white	44,3	0,001072						
к-5322	45.1	0,560710						
κ-5322 white	- ,	0,300710						
	47,0	0/ ₋						
к-4014	52,6	0,509389						
κ-4014 white		0,309369						
к-4014 writte к-5322	55,5	0.400650						
	49,2	0,409653						
κ-5322 white	45,6							
1011	Жир, %	0.400570						
к-4014	0,9	0,468576						
κ-4014 white	0,8							
к-5322	0,8	0,384789						
κ-5322 white	0,7							

ними не получили статистической поддержки (p=0,52).

Согласно результатом дисперсионного анализа уменьшение содержания оболочек у образцов κ -4014 white и κ -5322 white не приводило κ значительному изменению в содержании белка, крахмала, жира и амилозы в крахмале. Однако использование t-теста позволило выявить значимо (p=0,05) более высокое содержание белка в семенах образца κ -5322 (29 %), в сравнении с κ -5322 white (28,6 %).

Оболочки семени, как материнский орган, играют большую роль в его развитии. Флоэмные окончания, расположенные в оболочке, снабжают зиготу водой и кислородом, минералами, регуляторами роста (абсцизовой и индолилуксусной кислотой), С и N ассимилятами в форме сахарозы и аминокислот [12]. Оболочки семени – место конверсии одних аминокислот в другие, адаптированные к аминокислотному составу запасных белков, посредственно перед выгрузкой в зародышевой мешок [13, 14].

Образцы диких подвидов гороха отличаются от сортов более толстой

оболочкой семян, которая позволяет им находиться в состоянии покоя в течение длительного периода времени, иметь низкий темп прорастания, что способствует выживанию в условиях естественного произрастания [15]. Однако в условиях агрокультуры преимуществом обладают семена с тонкой оболочкой. Адаптация диких форм к агрокультуре сопровождалась генетическими изменениями. Набор признаков, непосредственно затронутый такими изменениями, получил название «доместикационный синдром» [16, 17]. У культурного гороха они связаны с успешным ранним ростом и развитием семян, отсутствием ингибирования при прорастании и увеличением размера семян [12]. Признак «толстая оболочка семени» у гороха входит в набор признаков, связанных с «доместикационным синдромом», и контролируется доминантным аллелем в локусе Gty [18]. Соответственно, «тонкая оболочка семени» контролируется рецессивным аллелем указанного локуса.

Анализ экспериментальных данных показал (табл. 3), что между долей оболочки в семени и содержанием белка имеется средняя положительная корреляционная связь (r=0,43, p≤0,05).

Между долей оболочек и содержанием крахмала, напротив, связь средняя отрицательная (r=-0,49, р \leq 0,05). Стоит обратить внимание на то, что корреляция между содержанием белка и крахмала отрицательная средней силы (r=-0,49, р \leq 0,05), между содержанием жира и амилозы в крахмале – положительная средней силы (r=0,56, р \leq 0,05), между содержанием крахмала и амилозы в крахмале – отрицательная средней силы (r=-0,51, р \leq 0,05).

Таким образом, содержание белка положительно коррелирует с толстыми оболочками и отрицательно с содержанием крахмала, а содержание крахмала отрицательно коррелирует с толстыми оболочками, содержанием белка и в слабой степени (*r*=-0,26, p<0,05) с содержанием жира. При этом содержание амилозы в крахмале находится в отрицательной связи с содержанием крахмала и положительной с содержанием жира. Выявленная положительная связь между содержанием белка и семенных

оболочек может указывать на особую роль этого органа в ферментативной (аминотрансферазы) конвертации транспортируемых аминокислот в другие аминокислоты, необходимые для построения запасных белков. Следует отметить, что сорт Аист характеризуется низким содержанием семенных оболочек (9,0 %), высоким содержанием белка (29,4 %) и крахмала (47,8 %). Поэтому на содержание белка может оказывать влияние не сама доля семенных оболочек, а специфический набор изоферментов, ассоциированный с оболочками диких образцов гороха.

Исследование показало важную роль семенных оболочек в накопление белка в семенах, что необходимо учитывать при проведении фундаментальных исследований для разработки метода селекции гороха на высокое содержание белка.

По результатам исследований наибольшим содержанием семенных оболочек отличаются образцы дикого гороха к-1851, к-2365, к-3370, к-1915, к-3115 – 13,4...15,6 %. Самый высокий уровень накопления белка характерен для образцов дикого гороха к-2365, к-3370, к-1851 – соответственно 30,2 %, 30,0 %, 29,9 %. Наибольшее содержание крахмала в семенах отмечено у сортов и селекционных линий культурного гороха Темп, ПАП 485/4, Стабил, Фараон и Аист – 47,8...50,6 %.

Высокое содержание семенных оболочек и белка характерно для дикого гороха, крахмала – для культурного, а жира в семенах и амилозы в крахмале - не зависело от принадлежности гороха к тому или иному типу. Согласно данным корреляционного анализа всего набора сортов и образцов установлено, что содержание белка находилось в положительной корреляционной зависимости с содержанием семенных оболочек (r=0,43, p≤0,05) и отрицательной с содержанием крахмала (r=-0,49, p≤0,05). Содержание крахмала отрицательно коррелировало с содержанием семенных оболочек (r=-0,49, p≤0,05), белка (r=-0,49, $p \le 0.05$) и жира (r = -0.26, $p \le 0.05$). Содержание амилозы в крахмале находилось в отрицательной связи с содержанием крахмала (r=-0.51, p ≤ 0.05) и положительной с содержанием жира (r=0,56, p≤0,05). Выявленная положительная связь между содержанием белка и семенных оболочек указывает на важную роль оболочек в накоплении белка в семенах гороха.

3. Корреляционные связи между содержанием оболочек, белка, жира, крахмала, амилозы в крахмале (2017–2019 гг.)

Признак	Оболочки, %	Белок, %	Жир, %	Крах- мал, %	Амилоза в крахмале, %
Оболочки, %	1,00				
Белок, %	0,43*	1,00			
Жир, %	-0,06	-0,15	1,00		
Крахмал, %	-0,49*	-0,49*	-0,26*	1,00	
Амилоза в крахмале, %	-0,03	-0,12	0,56*	-0,51*	1,00

^{*} статистически значимые корреляционные связи (р≤0,05).

Литература

 Improving protein content and nutrition quality / Burstin J., Gallardo K., Mir R. R., et al. // in Biology and Breeding of Food Legumes / eds A. Pratap and J. Kumar. Wallingford, CT: CAB International, 2011. P. 314–328. doi: 10.1079/9781845937669.0314.

- 2. Genomic Tools in Pea Breeding Programs: Status and Perspectives / N. Tayeh, G. Aubert, M. Pilet-Nayel, et al. // Front Plant Sci. 2015. Vol. 6. P. 1–15. URL: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2015.01037/full (дата обращения: 15.02.2021) doi: 10.3389/fpls.2015.01037.
- 3. Dahl W. J., Foster L. M., Tyler R. T. Review of the health benefits of peas (Pisum sativum L.) // British Journal of Nutrition. 2012. Vol. 108. P. 3–10. doi: 10.1017/S0007114512000852.
- 4. Genome-wide association studies with proteomics data reveal genes important for synthesis, transport and packaging of globulins in legume seeds / C. L. Signor, D. Aime, A. Bordat, et al. // New Phytologist. 2017. Vol. 214. P. 1597–1613.
- 5. Roy F., Boye J., Simpson B. Bioactive proteins and peptides in pulse crops: pea, chickpea and lentil // Food Research International. 2010. Vol. 43. No. 2. P. 432–442.
- 6. Новикова Н. Е., Грошелев С. Н., Бобков С. В. Отзывчивость гороха на удобрения регуляторы роста // Земледелие. 2014. № 2. С. 38–40.
- 7. 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.
- 8. Бобков С. В., Селихова Т. Н. Получение межвидовых гибридов для интрогрессивной селекции гороха // Экологическая генетика. 2015. Т. 13. № 3. С. 40–49.
- 9. Костерин О. Э. Перспективы использования диких сородичей в селекции гороха (*Pisum sativum* L.) // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2015. Т. 19. № 2. С. 154–164.
- 10. Бобков С. В., Уварова О. В. Перспектива использования гороха для производства изолятов запасных белков // Земледелие. 2012. № 8. С. 47–48.
- 11. Бобков С. В., Бычков И. А. Содержание фотосинтетических пигментов в онтогенезе дикого и культурного гороха // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. № 4 (60). С. 10–14. doi: 10.12737/2073-0462-2021-10-14
- 12. The role of the testa during development and in establishment of dormancy of the legume seed / P. Smykal, V. Vernoud, M. Blair, et al. // Frontiers in Plant Science. 2014. Vol. 5. P. 351. doi: 10.3389/fpls.2014.00351.
- 13. Murray D. R., Kennedy I. R. Changes in activities of enzymes of nitrogen-metabolism in seed coats and cotyledons during embryo evelopment in pea seeds // Plant Physiol. 1980. Vol. 66. P. 782–786. doi: 10.1104/pp.66.4.782
- 14. Lanfermeijer F. C., van Oene M. A., Borstlap A. C. Compartmental analysis of amino-acid release from attached and detached pea seed coats // Planta. 1992. Vol. 187. P. 75–82. doi: 10.1007/BF00201626.
- 15. Reconsidering domestication of legumes versus cereals in the ancient near east / S. Abbo, Y. Saranga, Z. Peleg, et al. // Q. Rev. Biol. 2009. Vol. 84. P. 29–50. doi: 10.1086/596462.

16. Harlan J. R. Agricultural origins: centers and noncenters // Science. 1971. Vol. 174. P. 468–474. doi: 10.1126/science.174.4008.468.

17. Hammer K. Das Domestikationsyndrom // Kulturpflanze. 1984. Vol. 11. P. 11–34. doi: 10.1007/BF02098682.

18. Weeden N. 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. No. 5. P. 1017–1025. doi: 10.1093/aob/mcm122.

Accumulation of storage matter in seeds of wild and cultural pea

S. V. Bobkov, O. V. UvarovaFederal Scientific Center of Legumes and Groat Crops, ul. Molodezhnaya, 10, k. 1, pos. Streletskii, Orlovskii r-n., Orlovskaya obl., 302502, Russian

Federation

Abstract. The study aimed to assess the content of reserve substances in the seeds of wild and cultivated pea for use in breeding for quality. The experiments were carried out in 2017-2019 using 15 samples of wild pea from the VIR collection, as well as 6 varieties and breeding lines. We determined the percentage of seed coat, protein and starch in seeds, as well as amylose in starch. The highest content of coats and protein was observed in samples of wild pea k-1851 (15.6% and 29.9%, respectively), k-2365 (15.4% and 30.2%), and k-3370 (14.2% and 30.0%). The content of seed coats in samples k-1851, k-2365, and k-3370 exceeded the average value of this indicator in cultivated pea by 5.5%, 5.3%, and 4.1%, and the protein content - by 2.3%, 2.6%, and 2.4% respectively. Representatives of cultural forms were distinguished by a high level of starch. Its content in Temp (50.6%), Stabil (49.1%), Faraon (48.4%). Aist (47.8%) varieties and PAP 485/4 line (49.7%) exceeded the average value of this indicator in the samples of wild pea by 6.6%, 5.1%, 4.4%, 3.8%, and 5.7%, respectively. Pea belonging to the wild or cultivated type did not have a significant effect on the accumulation of fat in seeds and amylose in starch. Protein content correlated positively with seed coat content (r = 0.43) and negatively with starch content (r = 0.49). The starch content was in a negative correlation with the content of seed coats (r = -0.49), protein (r = -0.49) and fat (r = -0.26); the amylose content in starch negatively correlated with the starch content (r = -0.51) and positively – with the fat content (r = 0.56).

Keywords: pea (Pisum sativum L.); wild relatives; seed coat; protein; starch; amylose; fat.

Author details: S. V. Bobkov, Cand. Sc. (Agr.), head of laboratory(e-mail: svbobkov@gmail.com); O. V. Uvarova, research fellow.

For citation: Bobkov SV, Uvarova OV. [Accumulation of storage matter in seeds of wild and cultural pea]. Zemledelie. 2021;(4):24-7. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10406

doi: 10.24411/0044-3913-2021-10407 УДК 635.65:631.526.32(471.319)

Сортоиспытание перспективных зернобобовых культур на Шатиловской сельско-хозяйственной опытной станции

М. В. ДОНСКАЯ, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: office@vniizbk.orel.ru) В. И. МАЗАЛОВ, доктор сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией М. М. ДОНСКОЙ, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур, ул. Молодёжная, 10, к. 1, пос. Стрелецкий, Орловский р-н., Орловская обл., 302502, Российская Федерация

Исследования проводили с целью выявления перспективных для возделывания в условиях Центрально-Черноземного региона РФ сортов нута и чины. Работу выполняли в 2016-2020 гг. в Орловской области. Материал для исследования, созданные в России сорта: нута - Аватар, Вектор, Заволжский, Золотой юбилей, Краснокутский 123, Краснокутский 36 (стандарт) и чины -Славянка, Рачейка (стандарт). Почва опытного участка - чернозём выщелоченный тяжёлосуглинистый. Продолжительность вегетационного периода у изученных сортов нута в среднем за годы исследований варьировала от 106 до 119 суток, темносемянные сорта (Аватар, Краснокутский 123) созревали на 7...12 суток раньше светлосемянных. У сортов чины продолжительность вегетационного периода изменялась от 91 суток (Славянка) до 93 суток (Рачейка). Нут в среднем по сортам самую высокую урожайность формировал в 2016 и 2020 гг. – 3,6 и 3,2 т/га соответственно, при средней величине этого показателя по годам - 2,4 т/га. У сортов чины средняя урожайность составила 2,7 т/ га. Содержание белка в семенах сортов нута в среднем за годы изучения варьировало от 20 до 24 %, чины - от 25 до 28 %. Выделены сорта перспективных зернобобовых культур - нута Аватар и чины Славянка, характеризующиеся комплексом хозяйственно полезных признаков, в том числе оптимальной продолжительностью вегетационного периода (на 9 и 2 суток меньше, чем у стандартов, соответственно), а также высокой и стабильной урожайностью (на 0,3 и 0,1 т/га больше стандартов).

Ключевые слова: сорт, нут (Cicer arietinum L.), чина (Lathyrus sativus L.), вегетационный период, урожайность, белок.

Для цитирования: Донская М. В., Мазалов В. И., Донской М. М. Сортоиспытание перспективных зернобобовых культур на Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции // Земледелие. 2021. № 4. С. 27–31. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10407.

В последние годы в нашей стране возрастает интерес к культуре нута, который, наряду с соей, выделяется среди бобовых по содержанию незаменимых аминокислот в белке. По данным FAO STAT в 2010 г. нут возделывали на площади около 150 тыс. га, а в 2019 г. он занимал более 550 тыс. га, что связано с высоким спросом на его семена (http://www.fao.org/faostat/en/).

Известно, что запасные белки нута и сои 11-13\$ объединяет филогенетическое родство, они полноценны по содержанию незаменимых аминокислот и схожи по фракционному составу. Интерес к культуре обусловливает наметившаяся тенденция к здоровому образу жизни, возрастающий интерес к гипоаллергенным продуктам питания и поиск новых источников растительных белков в технологиях производства инновационных продуктов [1].

Несмотря на разработку элементов технологии возделывания существующих сортов нута в условиях северной части ЦЧР [2], расширение ареала его распространения сдерживает отсутствие сортов, обладающих оптимальной продолжительностью вегетационного периода и устойчивостью к неблагоприятным факторам, способных формировать стабильные урожаи в нетипичных условиях [3].

В связи с потеплением климата и увеличением частоты повторяющихся засух в условиях северной части ЦЧР, где нут можно использовать в качестве страховой культуры вместо гороха, выделение генотипов способных формировать стабильные урожаи приобретает особую значимость [4].

Еще одна перспективная культура, значение которой недооценено производителями, – чина. В России она мало распространена, посевные площади составляют около 10 тыс. га. Это высокобелковая кормовая культура, содержание белка

в семенах которой может достигать 32 % [5]. Белки чины – биологически полноценны. По сравнению с другими культурами, ее растения более устойчивы к вредным насекомым и ряду болезней.

Местные сорта чины обладают полезными свойствами, которые сделали популярным ее возделывание во многих странах, что предполагает большой потенциал для использования продукции этой культуры в разных частях мира [6].

Цель исследования – выявление перспективных сортов нута и чины, характеризующихся высокой урожайностью при возделывании в условиях Центрально-Черноземного региона РФ.

Исследования выполняли в 2016-2020 гг. в полевом севообороте Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции - Орловская область, Новодеревеньковский район. Материал для исследования - 6 сортов нута и 2 чины, созданных в научно-исследовательских учреждениях России (табл. 1). Сорта нута относятся к двум сортотипам: Desi (темносемянные) и Kabuli (светлосемянные). Сорта нута Вектор, Заволжский, Золотой юбилей, Краснокутский 123, Краснокутский 36 и чины Рачейка не районированы для ЦЧР, нут Аватар районирован с 2018 г., чина Славянка - с 2016 г. В качестве стандартов использовали сорт нута Краснокутский 36 и сорт чины Рачейка.

Почва опытного участка – чернозём выщелоченный тяжёлосуглинистый. Содержание подвижного фосфора и калия в пахотном слое почвы (0...27 см) по Кирсанову – 83 и 103 мг/кг соответственно, гумуса – 6,3 %, кислотность – средняя (рН солевой вытяжки – 5,2 ед.).

Предшественник – пар. Агротехника – общепринятая для Орловской области. Опыты закладывали в 4-х кратной повторности на делянках площадью 50 м². Посев осущест-

вляли в оптимальные сроки в I... II декадах апреля сеялкой СН-16, уборку – комбайном «Сампо-130». Нут сеяли широкорядным способом с междурядьями 45 см, чину – обычным рядовым с междурядьями 15 см, норма высева – 600 тыс. и 1,2 млн всхожих семян/га соответственно. Уход за посевами предусматривал обработку от сорняков гербицидом Гермесом (0,8 л/га), инсектициды не применяли.

Вегетационные периоды зернобобовых культур в годы проведения исследований различались по агрометеорологическим условиям. Наиболее благоприятными для их развития были 2016 и 2020 гг., которые характеризовались как слабо засушливые ГТК=0,7...0,9. Сезоны 2017-2019 гг. выдались достаточно увлажненными (ГТК=1,0...1,3). По данным агрометеорологических бюллетеней Орловского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды в 2017, 2018 и 2019 гг. метеоусловия в период цветение-образование бобов (критический для зернобобовых) отличались неустойчивым температурным режимом и неравномерностью выпадения осадков, что отрицательно повлияло на развитие растений и привело к снижению урожайности изученных сортов. Среднесуточные температуры были ниже нормы на 0,9...3,3 °C, а количество осадков больше на 60...106 %, что также оказало негативное воздействие на развитие посевов. Период от начала созревания до полной спелости в 2016 и 2020 гг. отличался теплой погодой. Средняя температура воздуха была на 3,4...4,5 °C выше среднемноголетней. В 2017-2019 гг. в период созревания (август-сентябрь) складывалась временами прохладная, преимущественно дождливая погода, осадков выпадало до 233,0 % (2017 г.) от нормы, что привело к увеличению продолжительности вегетационного периода.

1. Сорта нута и чины, проходящие экологическое сортоиспытание на Шатиловской СХОС

	na mariniobokon oxoo	
Сорт	Учреждение-оригинатор	Год вне- сения в Госреестр
	Нут	
Краснокутский 36 (St)	Краснокутская селекционная опытная станция	1993
Вектор	Научно-исследовательского института сельско-	2011
Заволжский Чина	го хозяйства Юго-Востока	2000
Золотой юбилей		2012
Краснокутский 123		1982
Аватар	Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур	2018
	Чина	
Рачейка (St)	Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы; Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова	2009
Славянка	Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур	2016

2. Полевая всхожесть и выживаемость растений нута и чины, %

		Полевая всхожесть семян						Выживаемость растений к уборке				
Сорт	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	сред- няя	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	сред- няя
					Нут							
Аватар	86,0	84,0	84,0	80,0	85,0	83,8	74,0	68,0	63,0	64,0	72,0	68,2
Вектор	79,0	80,0	82,0	76,0	83,0	80,0	68,0	65,0	62,0	60,0	69,0	64,8
Заволжский	75,0	77,0	73,0	75,0	74,0	74,8	68,0	62,0	60,0	62,0	65,0	63,4
Золотой юбилей	80,0	76,0	80,0	77,0	76,0	77,8	70,0	60,0	64,0	60,0	65,0	63,8
Краснокутский 123	84,0	88,0	86,0	78,0	85,0	84,2	74,0	68,0	65,0	62,0	73,0	68,4
Краснокутский 36 (St)	82,0	76,0	80,0	76,0	80,0	78,8	72,0	67,0	63,0	63,0	70,0	67,0
Средняя	81,0	80,2	80,8	77,0	80,5	79,9	71,0	65,0	62,8	61,8	69,0	65,9
					Чина							
Славянка	85,0	82,0	78,0	78,0	80,0	80,6	73,0	69,0	65,0	72,0	73,0	70,4
Рачейка (St)	83,0	80,0	78,0	75,0	82,0	79,6	75,0	70,0	62,0	70,0	75,0	70,4
Средняя	84,0	81,0	78,0	76,5	81,0	80,1	74,0	69,5	63,5	71,0	74,0	70,4

Исследования проводили согласно общепринятым методам и методикам (Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 352 с.; Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под общ. ред. М. А. Федина. М.: Колос, 1985. 267 с.). Осуществляли фенологические наблюдения за посевами, определяли полевую всхожесть и выживаемость растений. Урожайность пересчитывали на 100 %-ную чистоту и стандартную влажность. Содержание белка в семенах определяли в Орловском государственном аграрном университете имени Н.В. Парахина методом Кьельдаля в модификации Ермакова (Методы биохимического исследования растений /под ред. Ермакова А.И. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 c.). Математическую обработку результатов осуществляли методом дисперсионного анализа с использованием приложения Microsoft Office Excel 2010.

В среднем за годы исследования полевая всхожесть семян нута изменялась от 74,8 % у сорта Заволжский до 84,2 % у сорта Краснокутский 123 (табл. 2). У сортов Аватар, Вектор и Краснокутский 123 она была больше, чем у сорта-стандарта Краснокутский 36, на 1,2...5,4 %. У чины всхожесть семян составила 79,6...80,6 %. У сорта Славянка она в среднем находилась на уровне стандарта. Почти для всех сортов обоих культур самая высокая всхожесть отмечена в 2016 г.

Выживаемость растений нута к уборке находилась в пределах от 63,4...63,8 % (Заволжский, Золотой юбилей) до 68,2...68,4 % (Краснокутский 123, Аватар). У сортов Аватар и Краснокутский 123 она была выше, чем у стандарта, на 1,2...1,4 % соответственно. У чины величина этого показателя составила 70,4 %. Больше всего сохранившихся к уборке растений нута и чины отмечали в самом жарком по метеоусловиям 2016 г. Темносемянные сорта нута Аватар и Краснокутский 123 в

среднем за годы исследований характеризовались более высокими полевой всхожестью (на 3,8...9,4%) и выживаемостью растений (на 1,2...4,6%), чем светлосемянные.

Возделывание нута в условиях Центрального-Черноземного региона лимитирует продолжительность вегетационного периода. В годы с пониженным температурным режимом и обильными осадками его цветение и созревание затягивается, наблюдается развитие заболеваний (особенно аскохитоза), которые в годы с затяжными дождями способны привести к практически полной потере урожая.

Средняя продолжительность вегетационного периода нута в наших исследованиях варьировала от 106 суток у сортов Аватар и Краснокутский 123 до 119 суток у сорта Заволжский (табл. 3). У сортов Аватар, Краснокутский 123 и Вектор она была меньше, чем у стандарта, на 1...9 суток; у сорта Золотой юбилей – находилась на уровне стандарта (115 суток); у сорта Заволжский была на 4 суток дольше. Наименее продолжительный вегетационный период отмечен в 2016 г. - в среднем по сортам 102 суток с варьированием от 94 суток (Аватар, Краснокутский 123) до 110 суток (Заволжский). Самым длительным он был в 2019 г., изменяясь от 112 до 126 суток, при средней величине этого показателя 120 суток. Темносемянные сорта типа Desi (Аватар, Краснокутский

123) созревали в среднем на 7...12 суток раньше светлосемянных типа Kabuli.

У чины продолжительность вегетационного периода в среднем за годы изучения составляла от 91 суток (Славянка) до 93 суток (Рачейка). Наименьшей она была в 2016 г. (88 сут), наибольшей – в 2018 г. (95 сут у сорта Славянка и 98 сут у сорта Рачейка).

Самую низкую урожайность посевы нута сформировали в 2019 г. - в среднем по сортам 1,7 т/га с варьированием от 1,3 т/га у сорта Заволжский до 2,2 т/га у сорта Аватар (табл. 4). В среднем за годы исследований сбор семян с единицы площади выше, чем у стандарта Краснокутский 36, отмечен только у сорта Аватар (на 0.3 т/га), у остальных генотипов он был ниже или находился на уровне стандарта. Наибольшую урожайность в среднем по сортам наблюдали в 2016 г. - 3,6 т/га (от 3,3 т/га у сорта Краснокутский 123 до 3,8 т/га у сортов Заволжский и Золотой юбилей). В неблагоприятные по метеоусловиям годы светлосемянные сорта (Вектор, Заволжский, Золотой юбилей, Краснокутский 36) по урожайности сильно уступали темносемянным (Аватар, Краснокутский 123): в 2017 г. - на 0,2... 0,7 т/га, в 2018 г. – на 0,4...0,8 т/га, в 2019 г. – на 0,3...0,9 т/га.

Самый высокий сбор семян чины отмечен в 2016 г. – в среднем 4,7 т/га, наименьший – в 2017 г. (1,8 т/га).

3. Продолжительность вегетационного периода сортов нута и чины, сут

• • • •				-	-				
Сорт	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее			
Нут									
Аватар	94	106	113	112	103	106			
Вектор	103	115	120	123	110	114			
Золотой юбилей	103	119	120	123	110	115			
Заволжский	110	119	123	126	115	119			
Краснокутский 123	94	106	113	112	103	106			
Краснокутский 36 (St)	106	115	120	123	110	115			
Среднее	102	113	118	120	109	112			
HCP ₀₅	7	5	4	6	7				
		Чин	a						
Славянка	88	93	95	93	87	91			
Рачейка (St)	88	95	98	94	90	93			
Среднее	88	94	96,5	93,5	88,5	92			
HCP ₀₅	1	2	2	1	2				

4. Урожайность перспективных сортов зернобобовых культур, т/га

Сорт	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее			
Нут									
Аватар	3,5	2,0	2,4	2,2	3,7	2,8			
Вектор	3,5	1,8	1,7	1,5	3,1	2,3			
Заволжский	3,8	1,5	1,6	1,3	2,8	2,2			
Золотой юбилей	3,8	1,7	2,0	1,9	2,9	2,5			
Краснокутский 123	3,3	2,2	2,0	1,7	3,5	2,5			
Краснокутский 36 (St)	3,7	1,6	1,9	1,8	3,3	2,5			
Среднее	3,6	1,8	1,9	1,7	3,2	2,4			
HCP ₀₅	0,3	0,5	0,6	0,7	0,7				
Чина									
Славянка	4,9	1,8	2,1	2,3	2,8	2,8			
Рачейка (St)	4,5	1,7	2,2	2,3	2,6	2,7			
Среднее	4,7	1,8	2,2	2,3	2,7	2,8			
HCP ₀₅	0,3	0,2	0,2	0,1	0,3				

В среднем за годы исследований урожайность сорта Славянка составляла 2,8 т/га, Рачейка – 2,7 т/га. Заболеваний и вредителей в посевах не наблюдали.

Содержание белка в семенах зависит как от генотипа растений, так и от условий окружающей среды. Нут сильнее чины реагирует на изменяющиеся условия произрастания, что

до 264 г у сорта Аватар (табл. 5). По величине этого показателя все сорта, кроме Заволжского, превосходили стандарт на 7...36 г. Коэффициенты разваримости составили 2,1...2,2, вкусовые качества у всех сортов были отличными. Время варки варьировало от 125 мин у сорта Краскнокутский 123 до 160 мин у сорта Заволжский. Меньше,

должительность вегетационного периода у изученных сортов нута составляет от 106 до 119 суток, темносемянные сорта созревают на 7...12 суток раньше светлосемянных. У сортов чины продолжительность вегетационного периода составляла 91...93 суток, наименьшей она была у сорта Славянка. Средняя за годы исследований урожайность сортов нута составила 2,4 т/га, чины — 2,8 т/га с содержанием белка в семенах — от 20 до 24 % и от 25 до 28 % соответственно

Наиболее перспективны для возделывания в условиях ЦЧР сорта нута Аватар и чины Славянка, характеризующиеся комплексом хозяйственно полезных признаков, в том числе оптимальной продолжительностью вегетационного периода (у сорта Аватар – 106 суток, у чины Славянка – 91 суток, что меньше, чем у стандартов), а также высокой и стабильной урожайностью (2,8 т/га оба сорта).

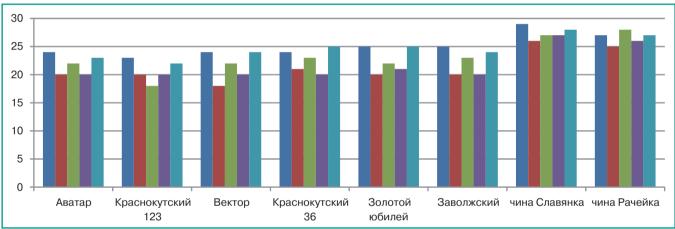


Рисунок. Содержание белка в семенах разных сортов нута и чины, % (HCP₀₅: нут −2016 г. − 0,24; 2017 г. − 0,17; 2018 г. − 0,18; 2019 г. − 0,21; 2020 г. − 0,22; чина − 2016 г. − 0,23; 2017 г. − 0,19; 2018 г. − 0,22; 2019 г. − 0,22; 2020 г. − 0,24): ■ − 2016 г.; ■ − 2017 г.; ■ − 2018 г.; ■ − 2019 г.; ■ − 2020 г.

отражается на химическом составе его семян. В более жарких и сухих условиях 2016 и 2020 гг. семена нута накапливали высокое количество белка – в среднем по сортам 24 % (см. рисунок). В среднем за 2017–2019 гг. оно составляло 20...22 %. У чины содержание белка в семенах варьировало от 25 % у сорта Рачейка в 2017 г. до 28 % у сорта Славянка в 2016 г.

Масса 1000 семян нута изменялась от 220 г у сорта Заволжский

чем у стандарта, оно было у сортов Краскнокутский 123 и Аватар(на 3...15 минут).

Масса 1000 семян сорта чины Рачейка в среднем за 2016—2020 гг. составляла 240 г, сорта Славянка — 243 г, время варки — соответственно 115 и 110 мин. Коэффициент разваримости у обоих сортов был равен 2,2, вкусовые качества — отличные.

Выводы. В результате сортоиспытания установлено, что про-

5. Показатели качества семян нута и чины (2016-2020 гг.)

Сорт	Macca 1000	Коэффициент раз-	Время вар-	Вкусовые ка-					
Сорт	зерен, г	зерен, г варимости		чества, балл					
Нут									
Аватар	264	2,2	137	5					
Вектор	240	2,2	145	5					
Заволжский	220	2,2	160	5					
Золотой юбилей	235	2,1	154	5					
Краснокутский 123	254	2,1	125	5					
Краснокутский 36 (St)	228	2,2	140	5					
Чина									
Славянка	243	2,2	110	5					
Рачейка (St)	240	2,2	115	5					

Литература.

- 1. Samofalova L. A., Donskaya M. V. Study of the effect of soybean and chickpea seeds watering on protein complex solubility //IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 640. URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/640/2/022076/pdf (дата обращения: 13.03.2021).
- 2. Акулов А. С., Бударина Г. А. Продуктивность нута в зависимости от элементов технологии возделывания на севере Центрально-Черноземного региона // Земледелие. 2016. № 4. С. 11–13.
- 3. Зернобобовые культуры важный фактор устойчивого экологически ориентированного сельского хозяйства / В. И. Зотиков, Т. С. Наумкина, В. С. Сидоренко и др. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 1 (17). С. 6–13.
- 4. Применение микробиологических препаратов при возделывании нута в Орловской области / М. В. Донская, С. В. Бобков, Т. С. Наумкина и др.// Земледелие. 2015. № 4. С. 16–18.

5. Protein content of Lathyrus sativus collected from diverse locations / S. Kumari, V. Jha, D. Kumara, et al. // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2018. No. 7. P. 1610–1611.

6. Генетические ресурсы зернобобовых Средиземноморья в коллекции ВИР: разнообразие и использование (Обзор) / М. А. Вишнякова, Т. Г. Александрова, С. В. Булынцев и др. // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 1. С. 31–45.

Variety testing of promising leguminous crops at the Shatilovo Agricultural Experimental Station

M. V. Donskaya, V. I. Mazalov, M. M. Donskoi

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

Abstract. The research aimed to identify varieties of chickpea and lathyrus that are promising for cultivation in the Central Chernozem Region of the Russian Federation. The work was carried out in 2016-2020 in the Orel region. We examined varieties, developed in Russia: chickpea varieties Avatar, Vektor, Zavolzhsky, Zolotoj Yubilej, Krasnokutsky 123, Krasnokutsky 36 (standard) and lathyrus varieties Slavyanka, Racheyka (standard). The soil of the experimental plot was leached heavy loamy chernozem. The duration of the growing season in the studied chickpea varieties varied from 106 to 119 days, dark-seeded varieties (Avatar, Krasnokutskiy 123) ripened 6-13 days earlier than light-seeded ones. In lathyrus varieties, the duration of the growing season varied from 91 days (Slavyanka) to 93 days (Racheyka). Chickpea, on average for varieties, formed the highest yield in 2016 and 2020: 3.6 and 3.2 t/ha, respectively, with an average value of this indicator over the years of 2.4 t/ha. In lathyrus varieties, the average yield was 2.7 t/ha. The protein content in the seeds of chickpea varieties on average over the years of the study varied from 20 to 24%, in lathyrus - from 25 to 28%. We have selected two varieties of promising leguminous crops: chickpea Avatar and lathyrus Slavyanka. They are characterized by a complex of economically useful traits, including the optimal duration of the growing season (9 and 2 days less than standards, respectively), as well as high and stable yields (0.3 and 0.1 t/ha more than

Keywords: variety; chickpea (Cicer arietinum L.); lathyrus (Lathyrus sativus L.); growing season; yield; protein.

Author Details: M. V. Donskaya, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow (e-mail: office@vniizbk.orel.ru); V. I. Mazalov, D. Sc. (Agr.), head of laboratory; M. M. Donskoi, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow.

For citation: Donskaya MV, Mazalov VI, Donskoi MM. [Variety testing of promising leguminous crops at the Shatilovo Agricultural Experimental Station]. Zemledelie. 2021;(4):27-31. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10407.

doi: 10.24411/0044-3913-2021-10408 УДК 635.652/.654

Обоснование параметров модели высокопродуктивного сорта фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* (L.) Savi) для Центральной полосы России

О. А. МИЮЦ, научный сотрудник, М. П. МИРОШНИКОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: office@vniizbk.orel.ru) Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур, ул. Молодежная, 10, к. 1, пос. Стрелецкий, Орловский р-н, Орловская обл., 302502,

Российская Федерация

Для увеличения площади посевов. урожайности и валового производства семян фасоли обыкновенной необходимо создание новых устойчивых к абиотическим стрессорам пластичных сортов, параметры которых максимально приближены к идеальным. Для обоснования идеатипа высокопродуктивного сорта фасоли обыкновенной зернового направления использования в 2018-2020 гг. в Орловской области была проведена фенотипическая оценка 12 сортообразцов Phaseolus vulgaris (L.) Savi по комплексу признаков. Почва опытного участка темно-серая лесная среднесуглинистая, рН солевой вытяжки 4,8...5,0 ед., содержание гумуса в пахотном горизонте 4,6...5,0 %. Морфотип растения перспективного сорта фасоли обыкновенной для Центральной полосы Российской Федерации представляет собой компактный детерминантный куст с плотно прилегающими к центральному стеблю боковыми ветвями (от 3 до 4 шт.), высотой 50...65 см. В генеративной зоне должны располагаться от 15 до 40 бобов с высотой прикрепления нижнего боба 22...28 см и максимальной завязываемостью семян (50...80 шт. на растении), масса которых должна быть не менее 23...40 г, масса 1000 семян – от 285 до 460 г, урожайность - от 3,2 до 4,0 т/га, продолжительность вегетационного периода - 75...85 дней (среднеранняя группа спелости). Сорт должен быть высокотехнологичным, пригодным для уборки прямым комбайнированием с минимальным травмированием семян. Наиболее близкими к указанным величинам параметрами в исследованном наборе генотипов обладали сорта Стрела, Маркиза, Гелиада и Рубин. Они могут быть рекомендованы в качестве исходного материала для дальнейшей селекционной работы.

Ключевые слова: фасоль обыкновенная (Phaseolus vulgaris (L.) Savi.), па-

раметры модели, семенная продуктивность, изменчивость признаков, сорт.

Для цитирования: Миюц О. А., Мирошникова М. П. Обоснование параметров модели высокопродуктивного сорта фасоли обыкновенной (Phaseolus vulgaris (L.) Savi) для Центральной полосы России // Земледелие. 2021. № 4. С. 31–34. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10408.

Фасоль обыкновенная - одна из самых востребованных продовольственных культур в мире. Благодаря высокой адаптационной способности и пластичности, ее возделывают на разных континентах в различных климатических зонах планеты [1, 2, 3]. Семена фасоли обыкновенной богаты белком, минеральными веществами, витамином С, крахмалом и клетчаткой. Содержание белка в семенах культуры варьирует в интервале 16...32 %. По своему аминокислотному составу он наиболее близок к животному среди всех бобовых, легко усваивается организмом человека (до 85 %) [4,

В пищевой промышленности используют незрелые бобы овощных сортов фасоли и семена. Семена фасоли - хороший белковый дополняющий ингредиент в различных овощных консервах. Фасолевую муку включают в состав кондитерских изделий для улучшения питательных свойств и вкусовых качеств, кроме того, она незаменима в диетическом и спортивном питании. Из створок бобов готовят ряд лекарственных препаратов для лечения диабета (в их состав входят вещества, способные снижать концентрацию сахара в крови) и некоторых видов рака (антиканцерогенное и противовоспалительное свойства) [6, 7]. Поэтому необходимо планомерно увеличивать посевные площади фасоли обыкновенной в России. Ареал возделывания культуры в нашей стране постепенно расширяется из традиционных Южного и Центрального регионов на северо-восток в зону рискованного земледелии (южная лесостепь Западной Сибири, Дальний Восток). Однако для полного удовлетворения потребностей производства в семенах нужны не только объемы, но и обновление сортового разнообразия [8, 9].

Цель исследований – изучить хозяйственно ценные признаки сортообразцов фасоли обыкновенной разных периодов селекции и выделить генотипы с максимальными величинами показателей основных элементов семенной продуктивности и технологичности для разработки идеатипа (научной модели) сорта зерновой фасоли для Центральной полосы России.

При решении такой задачи необходимо учитывать множество факторов: почвенно-климатические условия региона, морфобиологические особенности культуры, адаптационную пластичность сортов, изучаемых для обоснования высокопродуктивной, технологичной, устойчивой к абиотическим и биотическим стрессорам модели сорта, чтобы иметь возможность полностью реализовать потенциал создаваемых генотипов в полной мере. Основные направления селекции зерновой фасоли обыкновенной высокая продуктивность семян, раннеспелость, технологичность. Выращивание высокотехнологичных сортов позволяет значительно снизить потери урожая при уборке, что способствует увеличению валовых сборов. Поэтому признаки, определяющие технологичность, необходимо учитывать при разработке модели сорта.

Для достижения поставленной цели в 2018-2020 гг. в коллекционном питомнике ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур» были изучены 12 сортообразцов фасоли обыкновенной. Почва опытного участка темно-серая лесная среднесуглинистая, рН солевой вытяжки 4,8...5,0 ед., содержание гумуса в пахотном горизонте - 4,6...5,0 %; обеспеченность подвижным фосфором (Р,О,) и калием (K₂O) по Кирсанову (ГОСТР 54650-2011) - соответственно повышенная (10,5...12,4 мг/100 г почвы) и средняя (5...10 мг/100 г почвы). Посев осуществляли селекционной сеялкой СКС-6-10 с междурядьями 45 см, норма высева - 0,35 тыс. всхожих семян на 1 га. Площадь делянки — 6 м², размещение – рендомизированное, повторность - 2-х кратная. В качестве референтного сорта был выбран раннеспелый пластичный сорт Гелиада зернового использования, востребованный в производстве Центрально-Черноземного региона. Отбор и анализ снопов, учет урожайности, фенологические наблюдения про-

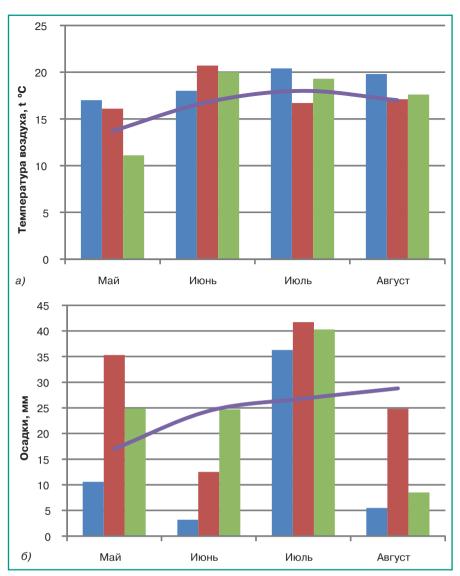


Рисунок. Метеоусловия периода вегетации 2018—2020 гг.: а) температура; б) осадки; — 2018 г.; — — 2019 г.; — — — среднемноголетнее.

водили в соответствии с действующими методическими указаниями (Вишнякова М. А. Коллекция генетических ресурсов зерновых, бобовых культур ВИР: пополнение, сохранение и изучение: методические указания. Санкт-Петербург, 2010. 141 с.; Буданова В. И., Буравцева Т. В., Лагутина Л. В. Изучение образцов мировой коллекции фасоли: методические указания / под ред. Н. М. Чекалина. Ленинград, 1987. 28 с.). Уборка — однофазная, комбайном «Сампо 130».

Годы исследований различались по метеоусловиям (см. рисунок). В 2018 г. температура воздуха в период вегетации варьировала от 1,7 °С до 33,3 °С, сумма активных температур составила 2410,7 °С. В 2019 г. в мае сложился близкий к оптимальному температурный режим (13,5...18,8 °С). Последующие месяцы оказались жаркими и сухими, за исключением третьей декады июля и второй декады августа. Сумма активных температур

за период вегетации составила 2170,4 °C. Самые благоприятные для формирования урожая фасоли обыкновенной метеоусловия с июня по август отмечали в 2020 г. Исключением стали вторая и третья декады мая, которые оказались холодными (температура на поверхности почвы опускалась до 0 °C), что задержало появление всходов, по сравнению с 2018 и 2019 гг., более чем на 20 дней.

С мая по август 2018 г. сумма выпавших осадков составила 173,5 мм, что на 61 % ниже нормы, в 2019 г. она достигала 297,8 мм, что на 6 % больше среднемноголетнего количества. В 2020 г. выпало 938 мм осадков, или на 236 % выше нормы. По величине ГТК (по Г. Т. Селянинову) 2018 г. был засушливым (0,72), 2019 г. – недостаточно влажным (ГТК = 1,37), 2020 г. отличался избыточным увлажнением (ГТК=4,49).

Исследования проводили в соответствии с методикой полевого опыта (Доспехов Б. А. Методика по-

1. Характеристика сортообразцов коллекции фасоли обыкновенной (2018–2020 гг.)

	, ,	
		Продолжитель-
Сортобразец	Морфотип	ность вегета-
		ции, дней
	Селекции 1940–1950 гг.	
Кустовая без волокна 85	Детерминантный, куст	85
Сакса без волокна 615	Детерминантный, куст	70
Днепропетровская бомба	Полувьющийся, индетерминантный	96
	Селекции 1980-2000 гг.	
Горналь	Детерминантный, куст	81
Hepycca	Раскидистый куст с нутирующей верхушкой	93
	Селекции 2000–2009 гг.	
Шоколадница	Детерминантный, раскидистый куст, с	87
	нутирующей верхушкой.	
Гелиада	Детерминантный, компактный куст	80
Рубин	Детерминантный, компактный куст	78
	Селекции 2010–2013 гг.	
Услада	Детерминантный, компактный куст	81
02-173	Детерминантный, компактный куст	79
	Селекции 2016-2019 гг.	
Стрела	Детерминантный, компактный куст	82
Маркиза	Детерминантный, компактный куст	81

левого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по Требованию. 2012. с. 352.), статистическую обработка данных осуществляли методом дисперсионного анализа с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel.

(овощного, зернового), продолжительности вегетационного периода (скороспелые, среднеранние, среднеспелые).

В результате изучения показателей, влияющих на технологичность фасоли обыкновенной, выявлена сравнительно высокая степень их

2. Показатели, определяющие технологичность однофазной уборки семян фасоли (2018–2020 гг.)

		Длина, см		Высота	Устойчи-
Сортообразец	стеб-	от корневой		прикрепле-	вость к по-
Сортоооразец	ля	шейки до перво-	боба	ния нижнего	леганию,
	ומול	го междоузлия		боба, см	балл
Кустовая без волокна 85	67	3,0	11	20	5,0
Сакса без волокна 615	43	3,0	11	18	5,0
Днепропетровская бомба	83	2,0	12	16	3,0
Горналь	40	1,0	11	12	4,5
Нерусса	54	1,0	8	13	3,0
Шоколадница	63	3,5	11	23	4,0
Гелиада	47	3,0	11	22	5,0
Рубин	37	3,0	11	18	5,0
Услада	47	2,0	12	17	4,5
02-173	40	2,0	13	17	4,5
Стрела	49	3,0	10	19	5,0
Маркиза	53	3,0	14	20	5,0
HCP _{0,05}	5,9	0,4	0,5	2,1	_

Сортообразцы (табл. 1) отличались по времени создания (с 1940 гг. по 2019 г.), морфотипу (детерминантные с компактным и раскидистым кустом и др.), направлению использования

изменчивости. Так, длина стебля составляла от 37 см у сорта Рубин до 83 см у сорта Днепропетровская бомба (табл. 2), коэффициент вариации С, был равен 26 %. Наименьшая высота прикрепления

нижнего боба (16 см) отмечена у сорта Днепропетровская бомба, наибольшая (23 см) - у сорта Шоколадница (С = 18 %). Коэффициент вариации признака «длина боба» был равен 15 %, минимальная в опыте величина этого показателя зафиксирована у сорта Нерусса - 8 см, максимальная у сорта Маркиза - 14 см. Длина корневой шейки до первого узла изменялась от 1 см у сортов Нерусса и Горналь до 3,5 см у сорта Шоколадница (C_v= 17 %). Оптимальное соотношение величин признаков, повышающих технологичность уборки фасоли наблюдали у сортов Кустовая без волокна 85, Сакса без волокна 615, Гелиада, Рубин, Стрела и Маркиза.

Высокую степень внутрисортовой генотипической изменчивости наблюдали по таким признакам элементов структуры урожая, как «число бобов на растении», «число семян с растения», «число продуктивных узлов на растении», «масса семян с растения», «масса 1000 семян». Коэффициент вариации признака «число семян с растения» был равен 40 %, а абсолютная величина этого показателя изменялась от минимальной в опыте 22,0±1,4 шт. у сорта Рубин с массой 1000 семян 477,0±26,8 г (крупносемянный) до наибольшей у сорта Нерусса 85,0±4,2 шт. при массе 1000 семян 242,0±14,2 г (мелкосемянный). Коэффициент изменчивости признака «масса 1000 семян» составил 19 %. Минимальное в опыте число бобов с растения отмечали у линии 02-173 -6,0±0,4, наибольшее у сорта Нерусса - 27,0±3,0 (табл. 3). Масса семян с растения изменялась от 10,9±1,3 г у сорта Горналь до 28,7±1,4 г у сорта Маркиза (С = 31 %). Число продуктивных узлов на растении варьировало от 3,0±0,6 шт. у сортообразца 02-173 до 7,0±1,7 шт. у сорта Неpycca ($C_{y} = 24 \%$).

Наименьшую изменчивость среди изученных признаков элементов семенной продуктивности наблюдали

3. Характеристика сортов фасоли обыкновенной по элементам семенной продуктивности и содержанию белка (2018–2020 гг.)

 Характеристика сортов фасоли обыкновеннои по элементам семеннои продуктивности и содержанию белка (2018–2020 гг.) 								
			Число, шт.			Ma		
Сортообразец	продук- тивных узлов	бобов с растения	бобов на один продуктивный узел	семян с растения	семян в бобе	семян с растения	1000 семян	Содержание белка, %
Кустовая без волокна 85	4,0±0,3	9,0±1,6	2,0±0,6	31,0±1,3	$3,0\pm0,8$	12,3±2,2	397±28,7	25,4
Сакса без волокна 615	4,0±0,9	7,0±1,6	2,0±0,5	32,0±2,0	3,0±0,5	11,7±1,5	365±34,5	23,5
Днепропетровская бомба	5,0±1,4	13,0±2,4	2,0±0,9	59,0±8,2	$3,0\pm0,1$	19,9±0,4	337±31,6	24,6
Горналь	4,0±0,7	6,0±2,2	2,0±0,4	29,0±1,2	2,0±0,5	10,9±1,3	376±31,2	24,2
Нерусса	$7,0\pm1,7$	27,0±3,0	3,0±0,6	85,0±4,2	2,0±0,6	20,6±2,9	242±14,2	24,1
Шоколадница	5,0±0,7	12,0±2,2	2,0±0,4	50,0±1,6	2,0±0,3	14,0±2,8	280±7,4	22,9
Гелиада	4,0±0,6	10,0±3,0	2,0±0,4	34,0±1,6	$2,0\pm0,4$	12,7±1,6	373±10,1	27,4
Рубин	3,0±0,8	7,0±2,8	2,0±0,4	22,0±1,5	2,0±0,4	10,5±0,2	477±26,8	27,4
Услада	$4,0\pm0,7$	13,0±0,7	2,0±0,8	53,0±1,7	2,0±0,1	15,7±2,5	296±22,2	24,8
02-173	3,0±0,6	6,0±0,4	2,0±0,9	34,0±2,6	2,0±0,3	11,8±1,4	347±17,4	24,7
Стрела	4,0±0,7	18,0±2,2	4,0±0,3	68,0±4,1	4,0±0,7	19,4±0,4	285±11,6	26,8
Маркиза	4,0±0,3	24,0±1,0	6,0±0,2	69,0±0,8	3,0±0,2	28,7±1,4	415±9,7	26,9
HCP _{0.05}	0,8	2,1	0,6	3,6	0,4	3,6	32,7	1,0

4. Параметры научной модели фасоли с высокими показателями семенной продуктивности и технологичности, в сравнении с референтным сортом Гелиада

Наименование	Идеатип	Референтный сорт
Показатели семенно	ой продуктивности	
Число бобов на растении, шт.	1540	1015
Число семян в бобе, шт.	47	34
Число семян с растения, шт.	5080	3550
Масса семян с растения, шт.	23,040,0	16,723,0
Масса 1000 семян, г	300450	347424
Урожайность семян т/га	3,204,00	2,302,65
Показатели, влияющи	е на технологичность	
Высота растения, см	5065	4750
Высота прикрепления нижнего боба, см	2228	1522
Длина боба, см	1315	1113
Устойчивость к полеганию, в баллах	5,0	5,0
Продолжительность вегетации, дней	7785	7780

по числу бобов на один продуктивный узел ($C_v = 11 \%$) и числу семян в бобе ($C_v = 14 \%$).

Высоким содержанием белка в семенах отличались сорта Гелиада (27,4%), Рубин (27,4%), Маркиза (26,9%) и Стрела (26,8%).

По результатам исследований были выделены генотипы с высокой степенью выраженности признаков основных элементов семенной продуктивности и технологичности для разрабоки модели перспективного сорта с параметрами, максимально приближающимися к идеатипу фасоли для Центральной полосы Российской Федерации: число бобов на растении – 18...27 шт. (Стрела, Маркиза, Нерусса); число семян с растения - 68...85 шт. (Стрела, Маркиза, Нерусса); масса семян с растения - 19...28 г (Стрела, Нерусса, Маркиза) и с высотой прикрепления нижнего боба – 19...23 см (Стрела, Маркиза, Шоколадница); содержание белка в семенах - 26...29 % (Стрела, Маркиза, Гелиада, Рубин).

В целом по результатам наших исследований модель нового перспективного сорта фасоли обыкновенной зернового использования должна соответствовать следующим требованиям (табл. 4): растения детерминантного типа развития высотой 50...65 см с прикреплением нижнего боба выше 22...28 см. Сорт раннеспелый (77...85 дней), адаптивный, устойчивый к полеганию с урожайностью семян 3,20...4,00 т/га; высокотехнологичный, пригодный для уборки семян прямым комбайнированием.

Таким образом, на основании изучения основных элементов семенной продуктивности и технологичности фасоли обыкновенной различных сроков селекции определены параметры модели перспективного высокопродуктивного сорта этой культуры для Центральной полосы России. Наиболее близкими к ним величинами показателей комплекса признаков характеризовались сорта Стрела, Маркиза, Гелиада и Рубин.

Они могут быть рекомендованы в качестве исходного материала для дальнейшей селекционной работы.

Литература.

- 1. Mesoamerican origin of the common bean (Phaseolus vulgaris L.) is revealed by sequence data / E. Bitocchi, L. Nanni, E. Bellucci, et al. // Proceedings of the National Academy of Sciences Early Edition. 2012. URL: http://www.pnas.org/content/109/14/E788 (дата обращения: 25.03.2021).
- 2. Мирошникова М. П., Задорин А. М., Миюц О. А. Стрела сорт фасоли зернового использования с новым комплексом хозяйственно-ценных признаков // Земледелие. 2016. №4. С. 33–35.
- 3. Consensus document on the biology of common bean (Phaseolus vulgaris L.) // Series on Harmonization of Regulatory Oversight in Biotechnology. Paris, 2015. № 59 (47), 34 p.
- 4. Morphological characterization of common bean (Phaseolus vulgaris L.) landraces of Central region of Benin Republic / L. E. Y. Loko, A. Orobiyi, A. Adjatin, et al. //Journal of Plant Breeding and Crop Science/ Vol. 10 (11). P. 304–318. URL: https://academicjournals.org/journal/JPBCS/article-abstract/FB9DCBE58905 doi: 10.5897/JPBCS2018.0766 (дата обращения: 25.03.2021).
- 5. Kumar Ganesan, Baojun Xu. Polyphenol-rich dry common Beans (Phaseolus vulgaris L.) and Their Health Benefits. // Int. J. Mol. Sci. 2017. Vol. 18. No. 11. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5713300/ (дата обращения: 26.03.2021). doi: 10.3390/ijms18112331.
- 6. Развитие производства зернобобовых и крупяных культур в России на основе использования селекционных достижений / В. И. Зотиков, А. А. Полухин, Н. В. Грядунова и др. // Зернобобовые и крупяные культуры, 2020. №4 (36). С. 5–17. doi: 10.24411/2309-348X-2020-11198
- 7. Перспективные источники фитонутриентов для специализированных пищевых продуктов с модифицированным углеводным профилем: опыт традиционной медицины / В. А. Тутельян, Т. Л. Киселева, А. А. Кочеткова и др. // Вопросы питания. 2016. Т. 85. № 4. С. 46–60.
- 8. Ивакин А. П., Грушин А. А., Изучение компонентов продуктивности и аттракции образцов фасоли обыкновенной (Phaseolus vulgaris L.) в северной зоне

Волго-Ахтубинской поймы // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2018. №4 (179). С. 58-66. doi: 10.30901/2227-8834-2018-4-58-66

9. Якубенко О. Е., Паркина О. В. Оценка перспективных образцов фасоли овощной по селекционно-ценным признакам // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т.34. №2. С. 29–33. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10206.

Justification of the model parameters of a high-productive variety of haricot (*Phaseolus vulgaris* (L.) Savi) for Central Russia

O. A. Miyuts, M. P. Miroshnikova Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops, ul. Molodezhnaya, 10, k. 1, pos. Streletskii, Orlovskii r-n, Orlovskaya obl., 302502, Russian Federation

Abstract. To increase the area under crops, yield and gross production of haricot seeds, it is necessary to develop new plastic varieties resistant to abiotic stressors with parameters that are as close to ideal as possible. To substantiate the idiotype of a highly productive variety of grain haricot, we phenotypically assessed 12 variety samples of Phaseolus vulgaris (L.) Savi for a complex of traits in 2018-2020 in the Orel region. The soil of the experimental plot was dark grey forest medium loamy; the pH-value of the salt extract was 4.8-5.0 units, the humus content in the plough horizon was 4.6-5.0%. The morphotype of a plant of a promising haricot variety for Central Russia is a compact determinant bush with 3-4 lateral branches tightly adhering to the central stem, 50-65 cm high. The generative zone should contain from 15 to 40 beans with a lower bean attachment height of 22-28 cm and a maximum seed setting (50-80 pieces per plant), the weight of which should be at least 23-40 g, the weight of 1000 seeds from 285 g up to 460 g; seed yield should be from 3.2 t/ha to 4.0 t/ha, the duration of the growing season - 75-85 days (the midearly ripeness group). The variety should be high-tech, suitable for direct combining with minimal injury to seeds. Strela, Markiza, Geliada, and Rubin varieties had the closest parameters to the indicated values in the studied set of genotypes. They can be recommended as source material for further breeding work.

Keywords: haricot (Phaseolus vulgaris (L.) Savi.), model parameters, seed productivity, variability of traits, variety.

Author Details: O. A. Miyuts, research fellow, M. P. Miroshnikova, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow (e-mail: office@vniizbk.orel.ru).

For citation: Miyuts OA, Miroshnikova MP [Justification of the model parameters of a high-productive variety of haricot (Phaseolus vulgaris (L.) Savi) for Central Russia] Zemledelie. 2021;(4):31-4. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10408.

doi: 10.24411/0044-3913-2021-10409 УДК 633.171:631.52

Адаптивность и стабильность мультилинейного сорта проса посевного Квартет, в сравнении с сортами традиционной селекции

С. Д. ВИЛЮНОВ, научный сотрудник (e-mail: vniizbk@mail.ru) В. С. СИДОРЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур, ул. Молодёжная, 10, к. 1, пос. Стрелецкий, Орловский р-н., Орловская обл., 302502, Российская Федерация

Исследования проводили с целью определения экологической адаптивности и стабильности мультилинейного сорта проса Квартет, в сравнении с его материнской формой, на фоне других сортов. Работу осуществляли в трех почвенно-климатических зонах Орловской области на протяжении 20 лет (1999–2020 гг.). Анализировали показатели мультилинейного сорта проса посевного Квартет, состоящего из четырех линий с генами резистентности (Sp1, Sp2, Sp3, Sp4) к пыльной головне, его универсально восприимчивого (Sp0) высокопродуктивного исходного родителя - сорт Благодатное, а также 29 других сортов. Продуктивность сравниваемых родителя и потомка была примерно равной: из 47 наблюдений в 12 случаях Квартет значительно превышал родителя, в 9 - уступал исходной форме, в 26 случаях расхождения продуктивности были малозначимы. Многолетние различия показателей между сортами слабо отличались по годам, а так как погодные условия не имеют повторности и их градации смешаны с эффектом опыта в целом, то для оценки проявления эффекта взаимодействие «генотипсреда» был выполнен анализ по модели S.A. Eberhart & W.A. Russell. Copt Квартет проявил достоверно (R²=0,98) максимальную экологическую адаптивность (b=1,00) и стабильность (бd²=3,5) среди других испытуемых генотипов (b=0.91, $6d^2=14.3$) и в сравнении с родительской формой сорт Благодатное (bi=1,01, Gd^2 =6,2). Мультилинейный и исходный сорт обладают более широкой нормой реакции ($\sigma_{(i)}$ = 13,11 ц/га и б = 13,38 ц/га соответственно) на случайные проявления условий среды, чем другие сорта (б_{...}= 12,33 ц/га). Такие показатели характеризуют отсутствие влияния генов Sp на продуктивность проса посевного (poдительская форма не содержит эти гены), а широкая норма реакции на условия среды, наряду с наличием комплексной устойчивости к заболеваниям, открывают возможности для использования мультилинейного сорта в органическом земледелии.

Ключевые слова: просо посевное (Panicum miliaceum), сорт, мультилинейный сорт, адаптивность, экологическая стабиль-

ность, экологическая пластичность, норма реакции, условия среды.

Для цитирования: Вилюнов С. Д., Сидоренко В. С. Адаптивность и стабильность мультилинейного сорта проса посевного Квартет в сравнении с сортами традиционной селекции // Земледелие. 2021. № 4. С. 35–39. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10409.

Одно из основных заболеваний проса посевного Panicum miliaceum вызывает грибной патоген Sporisorium destruens (Schlecht) Yanky. На сегодня идентифицировано 12 рас патогена и 7 генов *Sp* устойчивости к отдельным расам пыльной головни на просе. Традиционная селекция культуры направлена на создание новых высокопродуктивных сортов как универсально восприимчивых, так и несущих один из генов устойчивости к заболеванию. Мультилинейный сорт состоит из нескольких фенотипически одинаковых линий, одновременно несущих различные гены устойчивости ко всему спектру рас патогена. При переносе генов устойчивости используют насыщающие скрещивания высокопродуктивными сортами на гетерозиготное, по иммунности к головне, материнское растение и гибриды первого поколения от повторных насыщающих скрещиваний [1].

Гены резистентности к головне проса, контролирующие вертикальную устойчивость к нескольким расам патогена одновременно, могут влиять не только на качественные, но и на количественные признаки, обусловленные блоками полигенов и генов-модификаторов. Соответственно, перенос генов резистентности и оценка их влияния на организм - один из самых трудных и важных вопросов практической селекции. Любой признак, как бы незначителен он не был, действует на организм растения в целом, и ни один признак нельзя изменить изолированно от остальной генетической системы. Поэтому необходимо знать, как проявляются те или иные признаки при разных условиях развития растений, после внедрения в родительскую форму генов устойчивости к патогену. Необходимость оценки полигенных эффектов действия количественных признаков, взаимодействия «генотип-среда» и генетическую природу организации сложных полигенных

признаков растений предусматривает раскрытие потенциала генетического разнообразия, заключенного в гермоплазме [2, 3, 4]. В нашем случае только различные почвенно-климатические условия среды позволяют проявиться на количественном признаке (урожайность) скрытым адаптивным возможностям различных компонентов мультилинейного сорта, в сравнении с материнской линией.

При оценке результативности селекции проса (равно как и других культур) на адаптивность фактически наиболее объективны и достоверны многолетние результаты работы Госсорткомиссии РФ по испытанию и охране селекционных достижений. Согласно данным из Госреестра наибольшее распространение (в географическо-климатическом плане) на протяжении многих лет имеют сорта проса селекции НИИСХ Юго-Востока (г. Саратов) и ВНИИЗБК (г. Орёл). Большинство же сортов из числа рекомендованных к использованию находят применение в одном, реже - в двух и/или более регионах РФ [5].

Сорт проса посевного Квартет включен в Госреестр РФ с 2001 г. по Центральному (3) и Центрально-Черноземному (5) регионам. Рекомендован Госкомиссией РФ для широкого использования в Орловской, Брянской, Курской, Тульской, Тамбовской и других областях. Он был создан путем объединения линий-аналогов (№№ 1950, 2007, 1965, 1963) с неидентичными генами (Sp1, Sp2, Sp3, Sp4) резистентности к расам головни в морфологически однородную мультилинейную композицию [6, 7]. При более чем 20 летнем возделывание на территории России, стран ближнего зарубежья, а также Германии и Швейцарии сорт показал не только отличную урожайность и качество крупы, но и фактическую устойчивость к местным популяциям патогена, и был принят в качестве эталона в сортовых испытаниях проса посевного происхождения из разных стран в Швейцарии [8, 9].

Линии – компоненты мультилинейного сорта проса Квартет созданы по разработанной нами методике интрогрессии генов устойчивости в генотипы лучших восприимчивых сортов. В качестве реципиентной формы использовали сорт Благодатное разновидности кокцинеум с отличными показателями пролуктивности и качества крупы, но универсально восприимчивый к поражению головней. Линии получены методом беккроссирования с последующим многократным индивидуальным отбором материнского морфотипа на инфекционных фонах чистых рас патогена в поле и искусственном климате. В качестве отцовских форм в гибридизацию были включены доноры резистентности к головне с различной расоспецифической устойчивостью,

отличными фенотипическими признаками, урожайностью, сроками вегетации, крупностью зерна и качеством крупы. Результаты испытания перед объединением в сорт показали аналогичность резистентных линий материнскому компоненту не только по морфотипу и урожайности, но и по показателям качества крупы. Это дало возможность объединить фенотипически сходные аналоги в мультилинейный сорт и заменить восприимчивый к головне сорт Благодатное в зоне его выращивания.

Изучение природы взаимодействия «генотип-среда» – одно из центральных направлений в современных генетикоселекционных исследованиях и остается актуальным с середины XX в. Методы оценки экологической стабильности отличаются как по степени сложности вычислений, так и по применяемым подходам (регрессионный, дисперсионный, кластерный и др.). Для характеристики сортов и анализа адаптивных свойств, параметров стабильности, экологической пластичности, коэффициентов отзывчивости на условия выращивания используют различные методики [10, 11, 12].

Наиболее показательна в этом отношении модель S.A. Eberhart & W.A. Russell. Наряду с универсальностью подхода и широкой распространенностью метода интегральной оценки среды, он имеет и недостатки, среди которых можно назвать необходимость длительного обследования большого набора генотипов; сложность сопоставления результатов расчета с аналогичными данными исследователей из других географических точек; невозможность оценки тенденций формирования пластичности на этапе селекции [11].

Цель исследований – выявить экологическую адаптивность и стабильность мультилинейного сорта проса Квартет, в сравнении с его материнской формой (сорт Благодатное) на фоне других сортов проса посевного в почвенно-климатических условиях Орловской области.

Исходными данными для анализа послужили результаты испытания сортов проса посевного на госсортоучастках расположенных в Орловской области за 1999-2020 гг. В этот период проходил испытания и в дальнейшем использовался как стандарт мультилинейный сорт проса Квартет. Одновременно с ним выращивали два сорта проса посевного традиционной селекции – Благодатное и Быстрое, которые также были сортами-стандартами в регионе. В этот период в разные годы на сортоучастках проходили испытания 29 других сортов (Альба, Альбинос, Блестящее, Вельсовское, Данила, Дисконт, Доброе, Заряна, Золотая Нива 3. Золушка. Казачье. Каменностепное 2, Княжеское, Колоритное 55, Колоритное 64, Колоритное 9, Константа, Оренбургское 20, Поволжское 59, Привольное, Регент, Родимое, Саратовское 10, Саратовское 12, Саратовское желтое, Слобожанское, Спутник, Степное 9, Шатлык). Начиная с 2015 г., на сортоучастках сети ФГБУ «Госсорткомиссия» в Орловской области перестали высевать сорт Благодатное, а с 2016 г. сортоучасток Володарский был реорганизован. В результате возникли пробелы в одновременном испытании исследуемых сортов. Для восстановления несуществующих данных по их урожайности был применен метод аппроксимации по вычисленным зависимостям и полученным индексам среды.

Орловская область расположена в центральной части Среднерусской возвышенности в пределах степной и лесостепной зон. Климат умеренноконтинентальный. Средняя температура января — минус 8...10°С. Средняя температура самого теплого месяца июля – плюс 18...19°С. За год выпадает умеренное количество осадков - в среднем от 490 до 590 мм, причем летом в два раза больше, чем зимой, а осенью больше, чем весной. Осадков достаточно для нормального роста и развития сельскохозяйственных культур. Рельеф поверхности – всхолмленная равнина, зона переходных почв от дерново-подзолистых к преимущественно выщелоченным и оподзоленным черноземам.

Характеристика почвенного покрова госсортоучастков соответствует трем

зонам почвенно-географического районирования Орловской области:

Володарский сортоучасток – западная подзона типичной лесостепи с агро- и акультурными ландшафтами на серых лесных почвах под бывшими широколиственными лесами;

Свердловский сортоучасток – центральная подзона северной лесостепи на лесовидных суглинках, песках и супесях с агро- и акультурными ландшафтами на выщелоченных и оподзоленных чернозёмах под бывшими луговыми степями, на серых лесных почвах под бывшими широколиственными лесами;

Ливенский сортоучасток – юго-Восточная подзона южной лесостепи с агро- и акультурными ландшафтами на выщелоченных и оподзоленных чернозёмах под бывшими злаковыми степями [13].

Для анализа данные группировали по критерию «одинаковые почвенноклиматические условия» или годовые данные по исследуемым трем сортам на одном участке. Сведения по другим испытуемым сортам традиционной селекции на этих сортоучастках группировали в «среднее за год», а также включали в исследовании как независимое обобщение «другие сорта». Годы, когда анализируемые сорта или просо полностью не выращивали на сортоучастках (2016, 2019 гг.) при расчетах линейной зависимости не учитывали. Коэффициент линейной регрессии (b_i) и дисперсию $(Sd^2_{(i)})$ вычисляли в MS Excel.

Многолетние испытания в Орловской области в 1999–2020 гг. сорта

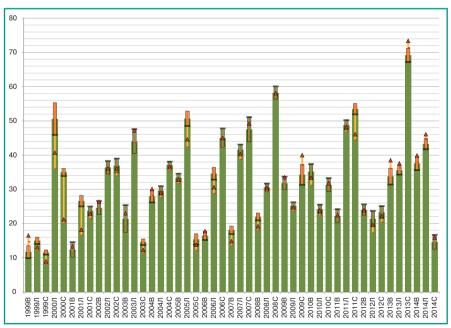


Рис. 1. Сравнение урожайности мультилинейного сорта проса посевного Квартет и материнской формой (сорт Благодатное) на сортоучастках Государственной комиссий по сортоиспытанию в Орловской области за 15 лет (название варианта: год испытания и первая буква названия сортоучастка, желтым цветом отражена существенная разница по урожайности):

— Квартет; — — Квартет ± НСР; ▲ — Благодатное; — — Благодатное ± НСР.

1. Показатели нормы реакции на почвенно-климатические условия Орловской области сортов проса посевного по методу Эберхарта и Рассела (1999–2020 гг.)

Сорт	Урожай	ность, ц/га	6 2	h	Уровень
Сорт	средняя	размах	6 _d ²	b _i	аппроксимации, <i>R</i> ²
Квартет	31,5	11,669,2	3,461	1,000	0,98
Благодатное	30,8	8,973,4	6,229	1,014	0,97
Быстрое	30,6	8,968,6	5,248	0,986	0,97
Другие сорта	29,0	11,669,8	14,227	0,906	0,91

Квартет и его материнской формы сорта Благодатное (до 2015 г.) на трех сортоучастках ФГБУ «Госсорткомиссия» показали, что из 47 одновременных наблюдений (рис. 1) в 9 случаях Квартет уступал материнской форме по урожайности; в 12 случаях превосходил ее по величине этого показателя; в 26 случаях расхождения были несущественны. Такая картина может быть обусловлена несколькими факторами, включая индивидуальные генетические особенности линий-аналогов в составе Квартета (поскольку даже «изогенные» линии не 100 %-ная «копия» сортов-рекуррентов), варьированием почвенного плодородия на опытных участках и др. Сравнения дисперсий сортов по HCP_{05} не дает полной картины отличий и характеристик исследуемых сортов. Погодные условия не имеют повторности, их градации

смешаны с эффектом опыта в целом и, соответственно, требуется другой дополнительный математический инструмент оценки.

Анализ урожайности трех конкретных и обобщенного среднего, выявил (табл. 1, рис. 2, 3), что среди «других сортов» встречались максимальные в опыте урожайности года по культуре (2013 г., 69,8 ц/га на Свердловском сортоучастке), но такие проявления были не устойчивы ($\mathcal{O}_d^2=14,2; R^2=0,91$). В последующие годы на этом участке отмечали провал по «другим сортам» до 14,6 ц/га. За весь исследуемый период уверенно и стабильно лидировал мультилинейный сорт проса Квартет $(R^2 = 0.98, наибольшая урожайность$ составила 69,2 ц/га при стабильности G_{d}^{2} = 3,5). Его материнская форма (сорт Благодатное) в 2013 г. сформировала более высокую урожайность

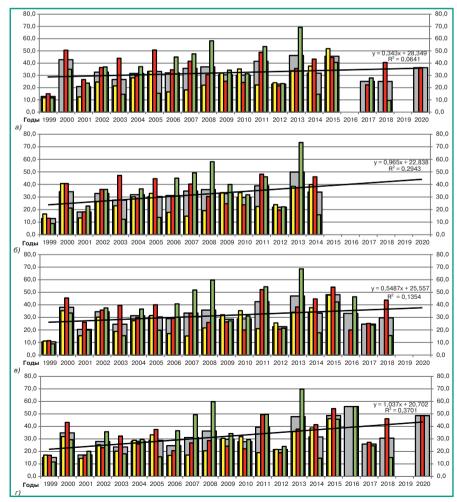


Рис. 2. Урожайность проса посевного на сортоучастках Государственной комиссий по сортоиспытанию в Орловской области за 1999—2020 гг., ц/га: а) Квартет; б) Благодатное; в) Быстрое; г) «другие сорта»; — — среднее; — — Володарский; — — Ливенский; — — Свердловский; — — линейная (среднее).

(73,4 ц/га), но при большей дисперсии (показатель стабильности ${\cal O}_d{}^2=6,2)$. «Неродственный» Квартету сорт проса Быстрое (районирован по 2,3,4,5,6,9,11 регионам), также заслужено был сортом-стандартом для сортоучастков в Орловской области. Он проявил стабильность и адаптивность $({\cal O}_d{}^2=5,2;b_i=0,99)$ к местным условиям, но изредка проигрывал по урожайности исследуемым лидерам.

Практически все стандарты проявили себя экологически высоко адаптированными к почвенно-климатическим условиям, а среди группы "других" сортов присутствовали не адаптированные к условиям региона генотипы.

Результаты анализа рассчитанных индексов условий среды сортоучастков свидетельствуют о различии их средних характеристик, особенно у самого северного для Орловской области: Володарский – I_i = -5,8; Свердловский – I_i = 2,5; Ливенский – I_i = 2,9. Отсутствие стабильной корреляционной связи между годовыми индексами среды на сортоучастках (между Володарским и Ливенским – r = 0,39, Володарским и Свердловским – r = 0,03, Ливенским и Свердловским – r = 0.18) свидетельствует как о широком спектре условий среды природных зон региона, так и о независимости испытания (рис. 4).

На растения в течение онтогенеза и филогенеза влияют сложные по сочетанию, интенсивности и времени проявления абиотические и биотические факторы. При этом устанавливается определенный характер взаимодействия «генотип-среда» (ВГС). ВГС общебиологическое явление, которое статистически выражается в неаддитивности эффектов генотипов и сред, имеющих место при определении различных генетических параметров [12]. Воздействие среды, в первую очередь погодных факторов, носит случайный (вероятностный) характер, хотя и линейно связано с индексом среды (см. рис. 3, 4). Для более ясной картины зависимости урожайности проса посевного от случайных факторов были проанализированы частоты ее проявления на фоне изменения индекса условий среды при равных почвенноклиматических факторах (один год, один сортоучасток). Установленная зависимость имела симметричное случайное (Гауссово) распределение с математическим ожиданием в среднем значении (см. табл. 1), как по сортам, так и по индексу условий среды (рис. 5, табл. 2). Интегральная функция плотности вероятности для нормального распределения имеет постоянную площадь под кривой, равную единице. Соответственно, чем выше центральная часть в среднем значении - тем меньше общая дисперсия функции (реакция генотипа на изменение условий

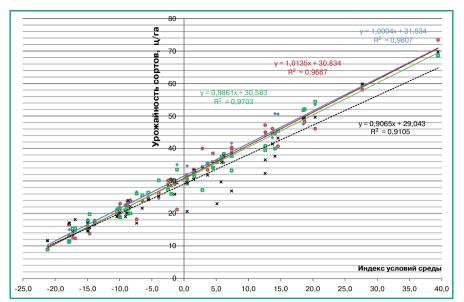


Рис. 3. Отклонение от регрессионной модели фактической урожайности сортов проса при изменении индекса условий среды (Орловская область, 1999—2020 гг.): ◆ — Квартет; ⊙ — Благодатное; □ — Быстрое; × — другие сорта; — — линейная (Квартет); — — линейная (Благодатное); — — линейная (Быстрое); — — линейная (другие сорта).

выращивания), наоборот, увеличение ширины разброса значений – снижает высоту центральной части графика, характеризуя увеличение нормы реакции на условия среды (способность формировать большую урожайность при разных условиях). Мультилинейный сорт Квартет и его родитель сорт Благодатное показали наиболее широкую норму реакции на среду ($\sigma_{(i)}$ =13,1 и 13,4 ц/га, $R^2=0,94$ и 0,98 соответственно) при высокой средней урожайности (31,5 и 30,8 ц/га). Такие показатели характеризуют отсутствие влияния генов *Sp* на продуктивность проса посевного (родительская форма не содержит эти гены), а широкая норма реакции на условия среды, наряду с наличием комплексной устойчивости к заболеваниям, открывают возможности для использования мультилинейного сорта в органическом земледелии. Показатели нормы реакции других сортов были ниже ($\sigma_{(i)}$ =12,3 ц/га, R^2 =0,92), при меньшей средней урожайности 29,0 ц/га.

Так как индекс условий среды, предложенный Эберхартом и Расселом, представляет собой разность текущей средней (урожайность в конкретном году на сортоучастке) с общей средней урожайности всех наблюдений, то распределение частот «общей средней» полностью совпадает с характеристиками «индекса условий среды» (см. табл. 2). Между ними существует разница только в математическом ожидании (центр нормального распределения «общей средней» сортов равен средней урожайности, а у индекса условий среды — нулю).

Анализируя нормальное распределение проявления урожайности по годам при разных индексах условий среды, можно отметить, что вершина частот по сорту Квартет расположена значительно ниже, чем у сортов традиционной селекции. Это свидетельствует о большей стабильности и адаптивности сорта в исследуемых почвенно-климатических условиях, о его способности в меньшей степени реагировать на случайные негативные изменения среды.

Таким образом, регрессионные модели ВГС (вероятностная и линейная) позволяют не только характеризовать сорт по адаптивности и стабильности в конкретной местности, но и делать предположения о его поведении при отсутствии фактических наблюдений. То

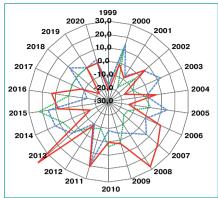


Рис. 4. Индексы условий среды на сортоучастках Государственной комиссий по сортоиспытанию в Орловской области, определенные по результатам анализа данных о урожайности проса посевного за 1999—2020 гг.: — Володарский; — — Ливенский; — — Свердловский

есть, зная многолетние фактические результаты поведения стандарта в разных условиях, вычислив «индексы среды» участка и экстраполируя фактические наблюдения по испытуемому сорту, можно «восстановить» недостающие данные и определить зависимость поведения сорта в конкретных почвенноклиматических условиях местности.

Мультилинейный сорт Квартет обладает высокой адаптивностью (b_i = 1,0) и стабильностью (Od^2 = 3,5) в условиях Орловской области (Центрально-Черноземный регион) среди испытываемых сортов проса посевного в сети ФГБУ «Госсорткомиссия». Кроме того, он характеризуется более широкой нормой реакции (G_{ij} = 13,11 ц/га), чем другие сорта (G_{ij} = 12,33 ц/га).

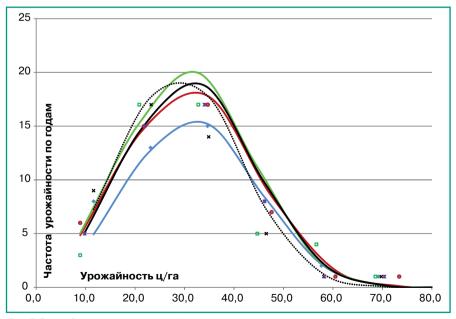


Рис. 5. Распределение частот урожайностей сортов проса посевного в почвенно-климатических условиях Орловской области по данным сортоучастков за 1999—2020 гг.: ◆ — Квартет; О — Благодатное; О — Быстрое; Х — другие сорта; О — общее среднее; О — норм. распределение (Квартет); О — нормальное распределение (Благодатное); О — нормальное распределение (другие сорта); О — нормальное распределение (другие сорта); О — нормальное распределение (другие сорта); О — нормальное распределение (общее среднее).

2. Сгруппированное распределение частот по данным урожайностей сортов проса в почвенно-климатических условиях Орловской области (1999–2020 гг.)

Сорт	Ширина интер- вала группы, ц/га*	Тип данных	Расп				от уроз м, шт. 5	жай-	Итого дан- ных, шт.	б _(i)	бg _(i)	Уровень аппроксима- ции, R ²
Квартет	11,52	фактические расчетные	8 5	13 13	15 15	8 8	2 2	1	47 44	13,11	5,15	0,941
Благодатное	12,90	фактические расчетные	6 5	15 15	17 18	7 8	1 2	1 0	47 48	13,38	6,23	0,979
Быстрое	11,94	фактические расчетные	3 5	17 15	17 20	5 11	4 3	1 0	47 54	13,00	6,59	0,809
Другие сорта	11,64	фактические расчетные	9 7	17 18	14 18	5 7	1	1	47 51	12,33	6,12	0,922
Общее среднее	12,12	фактические расчетные	5 5	15 15	17 19	8 10	1 2	1	47 51	12,98	6,28	0,970
Индекс усло- вий среды	12,12	фактические расчетные	5 5	15 15	17 19	8 10	1 2	1 0	47 51	12,98	6,28	0,970

^{*} ширину интервала группы определяли как отношение разницы между максимальной и минимальной урожайностью к числу групп уменьшенному на 1.

По результатам анализа экологической адаптивности и стабильности продуктивности сорта проса Квартет можно рекомендовать развитие селекции мультилинейных сортов других зерновых культур с учетом показателей стабильности ($\mathcal{O}d^2$ <5,0) и адаптивности Эберхарта-Рассела близкого к единице (b_i =1,0) для предполагаемых регионов использования. Более широкая норма реакции на условия среды, наряду с наличием устойчивости к заболеваниям, позволят использовать эти сорта в органическом земледелии.

Литература.

- 1. Яшовский И. В. Способ выведения сортов проса, иммунных к головне. Патент СССР № 322159 от 31.12.1971. Бюллетень 36, опубликовано 25.02.1972.
- 2. Mapping quantitative effects of oligogenes by allelic association / W. Zhang, A. Collins, G. R. Abecasis, et al. // Annals of Human Genetics. 2002. Vol. 66. No. 3. P. 211–221. doi: 10.1017/S0003480002001112.
- 3. Anisimova I., Radchenko E. The ideas of N.I. Vavilov and current problems of crop genetics // Bio. Comm. 2020. Vol. 65. No. 1. P. 3–14. doi: 10.21638/spbu03.2020.101.
- 4. Жученко А. А. Экологическая генетика культурных растений (адаптация, рекомбиногенез, агробиоценоз). Молдавский НИИ орошаемого земледелия и овощеводства. Кишинев: Штиинца, 1980. 587 с.
- 5. Тихонов Н. П., Тихонова Т. В., Милкин А. А. Адаптивность и урожайность сортов проса селекции ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». 2018. №4 (28). С. 78–82. doi: 10.24411/2309-348X-2018-11053.
- 6. Vilyunov S. D., Sidorenko V. S. Revealing the component composition of the multilinear millet variety Quartet during long-term seed production // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 650. URL: https://www.scilit.net/article/5c92ec a8b3350ec6a302142b8aa13e4c (дата обращения 13.03.2021). doi: 10.1088/1755 1315/650/1/012106.
- 7. Вилюнов С. Д. Исследование вклада горизонтальной устойчивости в вероятностной модели системы взаимодействий «хозяинпатоген» на основе восприимчивых к головне сортов проса // Аграрная наука. 2020. № 343

- (11). C. 97–100. doi: 10.32634/0869-8155-2020-343-11-97-100.
- 8. Knapp S., Aebi R., Hiltbrunner J. Wie die Rispenhirse auf Stickstoff reagiert (Kurzbericht) // Agrarforschung Schweiz. 2014. Vol. 5. No. 3. P. 118–121. URL: https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/en/home/topics/plant-production/field-crops/crops/alternative-kulturpflanzen/rispenhirse.html (дата обращения: 18.04.2021).
- 9. Morlacchi M., Pramsohler M., Peratoner G. Sortenversuche mit Rispenhirse// Sudtiroler Landwirt. 2019. Vol. 73. No. 10. P. 42–43. URL: http://www.laimburg.it/en/projects-publications/publications.asp?somepubl_action=300&somepubl_image_id=531318 (дата обращения: 18.04.2021).
- 10. Аниськов Н. И., Сафонова И. В. Оценка показателей стрессоустойчивости, стабильности и пластичности сортов озимой ржи по массе 1000 зерен // Вестник КрасГАУ. 2020. № 9. С. 27–35. doi: 10.36718/1819-4036-2020-9-27-35.
- 11. Потанин В. Г., Алейников А. Ф., Стёпочкин П. И. Новый подход к оценке экологической пластичности сортов растений // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18. № 3. С. 548–552.
- 12. Рыбась И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 5. С. 617–626. doi: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus.
- 13. Почвы Орловской области. Монография / Л. А. Нечаев, В. М. Казьмин, С. П. Борзенков и др; под общей редакцией акад. РАН Строева Е. С. ОрелГАУ: ОрелГАУ, 2018. 424 с.

Adaptability and stability of the multilinear millet variety *Quartet* in comparison to the varieties of traditional breeding

S. D. Vilyunov, V. S. Sidorenko Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops, ul. Molodezhnaya, 10, k. 1, pos. Streletskii, Orlovskii r-n., Orlovskaya obl., 302502, Russian Federation

Abstract. The studies were carried out to determine the ecological adaptability and

stability of the multilinear millet variety Quartet, in comparison with its maternal form, against the background of other varieties. The work was carried out in three soil and climatic zones of the Orel region for 20 years (1999-2020). Quartet variety consists of four lines with genes of resistance (Sp1, Sp2, Sp3, Sp4) to head smut. The original parent of this variety is the highly productive form Blagodatnoe, universally susceptible (Sp0) to this disease. We analyzed the performance of Quartet and Blagodatnoye varieties, as well as of 29 other cultivars. The productivity of the compared parent and offspring was approximately equal: out of 47 observations, in 12 cases Quartet significantly exceeded the parent, in 9 cases it was inferior to the original form, in 26 cases the differences in productivity were insignificant. Long-term differences in indicators between varieties differed slightly over the years, and since weather conditions are not repeated and their gradations are mixed with the effect of the experiment as a whole, to assess the manifestation of the effect of the interaction "genotype-environment", an analysis was performed using Eberhart-Russell's model. Quartet variety showed significantly (R2 = 0.98) maximum ecological adaptability (bi = 1.00) and stability (sigma(d)2 = 3.5) among other tested genotypes (bi = 0.91, sigma(d)2 = 14.3) and in comparison with the parent form Blagodatnoe (bi = 1.01, sigma(d)2 = 6.2). The multilinear and the original variety have a wider rate of response (sigma(i) = 1.311 t/ha and sigma(i) = 1.338 t/ha, respectively) to random manifestations of environmental conditions than other forms (sigma(i) = 1.233 t/ha). Such indicators characterize the absence of the influence of Sp genes on the productivity of seed millet (the parental form does not contain these genes), and a wide norm of response to environmental conditions. along with the presence of complex resistance to diseases, opens up opportunities for the use of a multilinear variety in organic farming.

Keywords: millet (Panicum miliaceum); variety; multilinear variety; adaptability; ecological stability; ecological plasticity; reaction rate; environmental conditions.

Author details: S. D. Vilyunov, research fellow (e-mail: vniizbk@mail.ru); V. S. Sidorenko, Cand. Sc. (Agr.), leading research fellow.

For citation: Vilyunov SD, Sidorenko VS. [Adaptability and stability of the multilinear millet variety Quartet in comparison to the varieties of traditional breeding]. Zemledelie. 2021;(4):35-9. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10409.



doi: 10.24411/0044-3913-2021-10410 УДК 633.15: 632.51:632.954:632.03:631.559

Отечественный комбинированный гербицид Суперкорн, МД для защиты посевов кукурузы*

А. П. САВВА, кандидат биологических наук, зав. лабораторией (e-mail: savap53@mail.ru)
Т. Н. ТЕЛЕЖЕНКО, младший научный сотрудник
С. С. КОВАЛЁВ, младший научный сотрудник
В. А. СУВОРОВА, младший научный сотрудник

Всероссийский научноисследовательский институт биологической защиты растений, Краснодар, п/о 39, 350039, Российская Федерация

Исследования проводили с целью изучения эффективности нового трехкомпонентного гербицида Суперкорн, МД на посевах кукурузы. Работу выполняли в 2018–2019 гг. в Краснодарском крае. Почва – чернозем выщелоченный малогумусный сверхмощный. Содержание гумуса в пахотном горизонте (по Тюрину) составляла 3,39 %, подвижного фосфора (по Чирикову) - 182 мг/кг почвы, подвижных форм калия (по Мачигину) – 306 мг/кг почвы, $pH_{_{\! BOJH.}}$ (по ГОСТ 26423-85) - 6,9 ед. Схема опыта включала следующие варианты: гербицид Суперкорн, МД в нормах применения 0,5 и 1,0 л/га, эталон Элюмис, MD - 1.0 и 2.0 л/га, без гербицидов (контроль). Обработку проводили в фазе 3...5 листьев культуры, норма расхода рабочей жидкости – 200 л/га. Гербицидное действие препаратов оценивали по снижению количества и массы сорных растений, урожаю культуры, в сравнении с контролем. Засоренность посевов в среднем по вариантам опытов в 2018 и 2019 гг. составляла 80 и 90 экз./м² соответственно. Применение 0,5 и 1,0 л/га Суперкорн, МД обеспечивало 73...100% гербицидный эффект в отношении однолетних злаковых и двудольных сорных растений. Отрицательного воздействия на рост и развитие растений кукурузы в этих вариантах не наблюдали, прибавки урожая к контролю составили 59,6 и 76,3 % соответственно. Испытываемый препарат в дозе 0,5 л/га превосходил эталон (1,0 л/га) по действию на амброзию полыннолистную в 2,0...2,5 раза, щирицу запрокинутую, марь белую и дурнишник Калифорнийский - в 1,2 раза.

Ключевые слова: гербицид, сорная растительность, эффективность, кукуруза (Zea mays L.), урожайность.

Для цитирования: Отечественный комбинированный гербицид Суперкорн, МД для защиты посевов кукурузы / А. П. Савва, Т. Н. Тележенко, С. С. Ковалёв и др. // Земледелие. 2021. № 4. С. 40–43. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10410.

Кукуруза (Zea mays L.) – важнейшая кормовая, продовольственная и техническая культура. На сегодняшний день Краснодарский край – лидер по выращиванию кукурузы в Российской Федерации. Ее посевные площади в регионе в 2020 г. составили 475 тыс. га, средняя урожайность зерна – 4,65 т/га [1].

Основным фактором, лимитирующим формирование полноценного урожая сельскохозяйственных культур, выступает засоренность посевов. Сорные растения - постоянная компонента при возделывании кукурузы. Сорняки более жизнеспособны и менее требовательны к факторам роста, чем культурные растения. Они легче переносят засуху и пониженные температуры, более интенсивно развиваются в период первоначального роста. В агроценозах происходит конкурентная борьба между сорной и культурной растительностью за использование питательных веществ, влаги и солнечной энергии. Кроме того, сорняки затрудняют уборку урожая, ухудшают качество продукции. При несвоевременном проведении защитных мероприятий против сорной растительности урожайность кукурузы может снижаться до 50...70% и более [2, 3].

В условиях современного интенсивного земледелия борьба с сорняками – один из важнейших элементов технологии, от которого зависят размеры урожайности. На сегодня основной способ решения этой задачи – применение гербицидов, который широко используют во всем мире [4, 5].

*Исследования выполнены согласно Государственному заданию Министерства науки и высшего образования РФ в рамках НИР по теме №0686-2019-0010.

К системе химической защиты посевов кукурузы от сорной растительности предъявляют ряд серьезных требований. Она должна быть эффективной, надежной и экологически безопасной. Правильное применение арсенала гербицидов различного спектра действия позволяет успешно решать проблему защиты культуры от сорняков при любом уровне засоренности. Наряду с правильным подбором препаратов, с учетом спектра их действия и ботанического состава сорной растительности, выбор конкретной системы и способа применения гербицидов – определяющий фактор высокой эффективности химических мер борьбы с сорняками. Отклонения от установленных регламентов приводит к негативным последствиям, прежде всего, к снижению эффективности препаратов и увеличению потерь урожая сельскохозяйственных культур из-за конкуренции с сорняками.

Для борьбы с сорной растительностью в посевах кукурузы используют довсходовые почвенные гербициды [6, 7]. Слабая сторона этих препаратов – сильная зависимость от почвенных (содержание гумуса, влажность, кислотность, качество обработки) и погодных условий. Они оказывают слабое воздействие на многолетние сорняки, амброзию полыннолистную, канатник Теофраста, виды дурнишника. Кроме того, почвенные гербициды применяют без учета степени засоренности и видового состава, что затрудняет выбор препарата и нормы внесения. В связи с этим в сельскохозяйственной практике все чаще отказываются от довсходовых гербицидов, а борьбу с сорными растениями проводят исключительно в период вегетации [8, 9]. Послевсходовые препараты используют с учетом критического периода вредоносности сорняков [10, 11].

По состоянию на 3 декабря 2020 г. ассортимент пестицидов, разрешенных для применения на территории Российской Федерации, включает более 200 гербицидов [12]. Несмотря на это, поиск и разработка современных препаратов, обладающих рядом положительных признаков, необходимых для успешной борьбы с сорняками в посевах сельскохозяйственных культур, — актуальная задача, имеющая несомненную научную и практическую значимость [13].

Создание комплексных препаративных композиций, в состав которых входят два и более действующих вещества с различным механизмом действия на сорные растения, – одно

из наиболее перспективных направлений защиты посевов сельскохозяйственных культур [14].

Один из новых трехкомпонентных гербицидов - Суперкорн, МД, который внесен в список разрешенных препаратов на территории Российской Федерации в 2020 г. По информации компании-разработчика это послевсходовый системный гербицид с почвенным действием для контроля широкого спектра сорной растительности в посевах кукурузы. Препаративная форма - масляная дисперсия, которая обеспечивает лучшую удерживаемость, смачиваемость и проникновение действующих веществ в сорное растение, а также препятствует испарению и смыву средства. Перевод сульфонилмочевины с использованием новейшей технологии в солевую форму способствовало увеличению биологической эффективности препарата [15].

Цель работы – изучение биологической и хозяйственной эффективности нового трехкомпонентного гербицида Суперкорн, МД на посевах кукурузы в условиях Краснодарского края.

Для ее достижения решали следующие задачи: оценить влияние препарата на общую засоренность посевов; определить степень чувствительности отдельных видов сорных растений к гербициду; оценить потенциальные преимущества Суперкорна, МД, по сравнению с двухкомпонентным эталоном Элюмис, МД; определить безопасность нового препарата для растений кукурузы.

Условия, материалы и методы. Опыты по оценке биологической и хозяйственной эффективности препарата Суперкорн, МД проводили в 2018–2019 гг. на посевах кукурузы гибрида Краснодарский 291 АМВ в полевом севообороте Федерального научного центра биологической защиты растений (г. Краснодар).

Почва опытного участка — чернозем выщелоченный малогумусный сверхмощный, гранулометрический состав — легкосуглинистый, содержание гумуса в пахотном горизонте (по Тюрину, ГОСТ 2613-94) — 3,39 %, подвижного фосфора (по Чирикову, ГОСТ 26204-91) — 182 мг/кг почвы, подвижных форм калия (по Мачигину, ГОСТ 26205-91) — 306 мг/кг почвы, рН водн, (по ГОСТ 26423-85) — 6,9 ед.

Климат Краснодарского края – умеренно-континентальный. В течение всего года характеры резкие изменения погоды, значительные месячные, сезонные и многолетние колебания температур. Средняя температура января на равнинной части края составляет -3...-5°С, июля – +22...+24°С. Годовая сумма осадков 400...600 мм. В целом для края характерны жаркое лето и мягкие зимы.

Вегетационный сезон 2018 г., в сравнении со среднемноголетними пока-

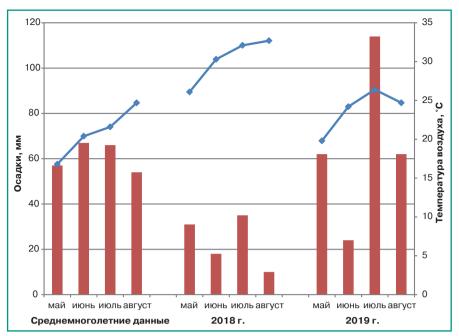


Рисунок. Климатограммы, характеризующие метеоусловия вегетационных сезонов: сумма атмосферных осадков, мм; → — среднесуточная температура воздуха, *C.

зателями, был более теплым и засушливым. Среднемесячные температуры превышали норму на 10 °С. Наблюдали сильный дефицит атмосферных осадков, который отрицательно повлиял на урожайность культуры (см. рисунок).

В мае-июле 2019 г. температура воздуха была на 2...4°С выше среднемноголетней, в августе – находилась на уровне нормы. Сумма осадков в июне была в 3,0 раза ниже, а в июле – в 2,0 раза выше среднемноголетней. В мае и августе она находилась на уровне нормы.

Технология возделывания кукурузы была общепринятой для Краснодарского края. Предшественник – озимая пшеница. Подготовка почвы включала дисковое лущение на глубину 12...14 см сразу после уборки предшественника, в октябре – вспашку на глубину 25...27 см; весной – боронование и предпосевная культивация. Посев осуществляли сеялкой СУПН-8А с шириной междурядий 70 см во второй декаде апреля. Норма высева – 60 тыс. семян/га. В период вегетации культуры (6...7 листьев) проводили междурядную обработку культиватором КРН-5,6.

Гербициды применяли в фазе 3... 5 листьев кукурузы. В этот период злаки находились в фазе 2...4 листа – начало кущения, двудольные - 2...5 настоящих листьев. Схема опыта предполагала следующие варианты: испытываемый гербицид Суперкорн, МД в нормах 0,5 и 1,0 л/га (согласно рекомендациям производителя); Элюмис, МД в нормах 1,0 и 2,0 л/га (эталон), без гербицидов (контроль). Рабочие растворы препаратов наносили ручным ранцевым опрыскивателем PULVEREX, оборудованным двухметровой штангой с щелевыми распылителями. Норма расхода рабочей жидкости – 200 л/га. Размер делянки –

 $25\,\text{M}^2$, расположение – рендомизированное, повторность – четырехкратная.

Учет засоренности посевов и эффективности гербицидов осуществляли согласно «Методическим указаниям по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве» (под. ред. В. И. Долженко. С-Пб: ВИЗР, 2013) в три срока: первый - до опрыскивания (исходная засоренность); второй и третий – через 30 и 45 дней после обработки соответственно; четвертый - перед уборкой урожая. Сырую надземную биомассу сорных растений определяли через 30 и 45 дней после обработки. Уборку урожая осуществляли вручную с последующим обрушиванием и взвешиванием зерна. Статистическую обработку данных выполняли методом дисперсионного анализа с использовании MS EXEL.

В начале вегетации (до фазы 7... 8 листьев) кукуруза растет очень медленно [2]. В этот период создаются наиболее благоприятные условия для роста и развития большинства сорных растений. В зависимости от сложившихся метеоусловий продолжительность этого периода может составлять от трех до четырех недель после появления всходов. Для предотвращения потерь урожая не позднее указанного срока необходимо проведение защитных мероприятий для поддержания посевов в чистом от сорняков состоянии.

Тип засоренности посевов в наших исследованиях – однолетний злаководвудольный. Сорные растения были представлены ежовником обыкновенным (Echinochloa crusgalli (L.) Beauv), щетинником сизым (Setaria pumila (Poir.) Roem. et Schult.), амброзией полыннолистной (Ambrosia artemisiifolia L.), щирицей назадзапрокинутой (Amaranthus retroflexus L.), марью белой

1. Влияние гербицида Суперкорн, МД на общую засоренность посевов кукурузы (2018-2019 гг.)

		Количеств	во сорных растений		Масса сорных растений					
Вариант	Учет	экз./м²	снижение к контро-	ı	Γ/M ²	снижение к контролю, %				
		JK3./IVI	лю, %	злаки	двудольные	злаки	двудольные			
Суперкорн, МД,	2	13,2/20,1*	83,2/76,9*	56/110*	43/107*	81,6/74,9*	92,6/87,5*			
0,5 л/га	3	14,6/21,7	80,9/74,3	99/189	82/214	78,2/71,2	90,5/83,3			
	4	16,2/23,6	78,2/71,5	-	-	-	-			
Суперкорн, МД,	2	0/0	100/100	0/0	0/0	100/100	100/100			
1,0 л/га	3	0/0	100/100	0/0	0/0	100/100	100/100			
	4	0/0	100/100	-	-	-	-			
Элюмис, МД (эта-	2	22,9/31,8	70,9/63,5	61/117	158/294	79,9/73,3	72,7/65,7			
лон), 1,0 л/га	3	24,4/33,2	68,0/60,7	104/196	256/498	77,1/70,2	70,5/61,2			
	4	25,9/35,5	65,1/57,2	-	-	-	-			
Элюмис, МД	2	4,8/6,9	93,9/92,1	0/0	32/78	100/100	94,5/90,9			
(эталон), 2,0 л/га	3	5,4/7,9	92,9/90,6	0/0	71/171	100/100	91,8/86,7			
	4	6,4/9,0	91,4/89,1	-	-	-	-			
Контроль (без	2	78,6/87,1	_	304/438	578/856	-	-			
гербицидов)	3	76,4/84,4	_	455/657	867/1285	_	_			
	4	74,2/82,9	_	-	-	-	-			
HCP ₀₅	2	7,8/7,0	-	14/23	20/31	-	-			
	3	7,5/6,7	-	17/26	23/39	-	-			
	4	6,8/7,7	_	-	-	-	-			

^{*}в числителе 2018 г., в знаменателе – 2019 г.

(Chenopodium album L.) и дурнишником Калифорнийским (Xanthium californicum Greene). Степень засоренности – сильная. По результатам первого учета она в среднем составляла около 85 экз./м². Многолетние двудольные и злаковые сорняки отсутствовали.

Согласно результатам полевых экспериментов, Суперкорн, МД проявил достаточно высокую гербицидную активность в отношении однолетних двудольных и злаковых сорных растений. Через 30 дней после обработки препаратом в норме 0,5 л/га снижение общего числа сорных растений в 2018 и 2019 гг. составляло 83,2 и 76,9 % (табл. 1). При проведении последующих учетов гербицидная активность была несколько ниже, но оставалась на достаточно высоком уровне. Перед уборкой эффективность препарата находилась на уровне 78,2 и 71,5 %. Уменьшение сырой надземной биомассы однолетних злаковых и двудольных сорняков через 30 и 45 дней после нанесения гербицида составляла 71.2...92.6%.

При использовании максимальной в опыте нормы применения изучаемого препарата (1,0 л/га) наблюдали полное

очищение посевов кукурузы от всех видов сорных растений. При этом второй волны сорняков не фиксировали, что, очевидно, связано с наличием в составе комбинированного гербицида мезотриона, который, обладая почвенным действием, сдерживал ее появление.

Все виды сорных растений, встречавшиеся в опыте, проявляли высокую чувствительность к препарату Суперкорн, МД (табл. 2). По степени ее уменьшения (при норме 0,5 л/га) их можно расположить в следующей последовательности: щирица назадзапрокинутая (84,3...89,4%); дурнишник Калифорнийский (79,4...87,1%); амброзия полыннолистная (80,3...84,5%); марь белая (74,7...81,3%); щетинник сизый (69,6...74,4%) и ежовник обыкновенный (68,3...73,7%).

Снижение общей засоренности посевов кукурузы после обработки препаратом Элюмис, МД (эталон) в норме 1,0 л/га составило 57,2...70,9 %. Подавление биомассы злаков через 30 и 45 дней после применения гербицида составляло 70,2...79,9 %, двудольных сорняков – 61,2...72,7 %. Использование препарата в норме 2,0 л/га приводило к снижению

общего количества сорных растений на 89,1...93,9 %. При этом подавление биомассы злаковых видов составляло 100 %, двудольных – 86,7...94,5 %.

Биологическая эффективность гербицида Суперкорн, МД в целом была выше эталона Элюмис, МД из-за лучшего подавления двудольной компоненты сорнякового ценоза (см. табл. 2). Это, по всей видимости, обусловлено наличием в составе нового препарата, кроме мезотриона и никосульфурона, входящих в состав эталонного гербицида, тифенсульфурон-метила. Последний усиливал гербицидное действие препарата Суперкорн, МД в норме 0,5 л/га, по сравнению с 1,0 л/га Элюмис, МД, на щирицу назадзапрокинутую, марь белую и дурнишник Калифорнийский в среднем на 13...17 %, на амброзию полыннолистную – 42...44 %.

Эталон в максимальной норме (2,0л/га) не обеспечивал полную гибель двудольных сорных растений, за исключением щирицы назадзапрокинутой. Препарат оказывал слабое гербицидное влияние на амброзию полыннолистную (57,7...65,5 %). В сопоставимых по действующим веществам мезотриона

2. Влияние гербицида Суперкорн, МД на отдельные виды сорных растений в посевах кукурузы (среднее за 2018–2019 гг.)

		Снижение количества сорных растений, % к контролю							
Вариант	Учет	ежовник	щетинник	амброзия	щирица		дурнишник		
Бариант	7,461	обыкно-	Сизый	полынно-	назадзапро-	марь белая	калифор-		
		венный	Сизыи	листная	кинутая		нийский		
Суперкорн, МД,	2	73,7	74,4	84,5	89,4	81,3	87,1		
0,5 л/га	3	71,2	71,8	82,7	87,4	78,4	82,3		
	4	68,3	69,6	80,3	84,3	74,7	79,4		
Суперкорн, МД,	2	100	100	100	100	100	100		
1,0 л/га	3	100	100	100	100	100	100		
	4	100	100	100	100	100	100		
Элюмис, МД	2	72,1	72,6	42,2	75,2	68,1	70,0		
(эталон), 1,0 л/га	3	69,6	70,5	39,6	72,1	63,6	66,2		
	4	67,0	67,7	35,8	69,4	60,9	61,8		
Элюмис, МД	2	100	100	65,5	100	92,3	95,7		
(эталон), 2,0 л/га	3	100	100	61,9	100	89,8	92,6		
	4	100	100	57,7	100	86,2	88,2		
Контроль*	2	24,7	16,8	14,2	11,3	9,1	7,0		
(без гербицидов)	3	23,6	16,3	13,9	11,1	8,8	6,8		
	4	22,7	16,1	13,7	10,8	8,7	6,8		

^{*}в контроле представлены данные о количестве сорняков, экз./м².

3. Урожайность зерна кукурузы

Вариант	2018 г.	2019 г.	Среднее
Суперкорн, МД, 0,5 л/га	3,60	4,21	3,91
Суперкорн, МД, 1,0 л/га	3,95	4,68	4,32
Элюмис, МД (эталон), 1,0 л/га	3,39	3,93	3,66
Элюмис, МД (эталон), 2,0 л/га	3,86	4,50	4,18
Контроль (без гербицидов)	2,28	2,62	2,45
HCP ₀₅	0,16	0,18	_

и никосульфурона нормах применения испытываемого препарата (0,5 и 1,0 л/га) и эталона (1,0 и 2,0 л/га) различий по биологической эффективности воздействия на злаковые сорные растения не наблюдали.

Первые симптомы гербицидного действия препарата Суперкорн, МД на чувствительные сорные растения наблюдали через 2...3 дня после обработки. Они выражались в остановке роста и развития, обесцвечивании сначала точки роста, а затем всего растения, которые в дальнейшем бурели и отмирали. Гибель сорняков наступала в течение 15... 20 дней после обработки в зависимости от фазы их развития и погодных условий. Признаков отрицательного воздействия препарата на рост и развитие культурных растений не наблюдали в течение всего периода вегетации.

Средняя урожайность зерна кукурузы в контроле составляла 2,45 т/га. Во всех опытных вариантах отмечали достоверное увеличение урожайности культуры. Использование 0,5 и 1,0 л/га гербицида Суперкорн, МД в посевах кукурузы позволило дополнительно сформировать прибавку урожая к контролю соответственно на 59,6 и 76,3 % (табл. 3). Применение 1,0 и 2,0 л/га эталона повышало сбор зерна на 49,4 и 70,6 % соответственно. Разница в прибавках от использования 0,5 л/га испытываемого препарата и 1,0 л/га эталона в среднем составила 0,25 т/га и была статистически доказуема (HCP₀₅=0,16 и 0,18 т/га соответственно). В вариантах с применением максимальных в опыте норм расхода гербицидов Суперкорн, МД и Элюмис, МД различия между прибавками урожая были не достоверны.

Выводы. В результате двухлетних исследований установлена высокая биологическая эффективность (73...100 %) применения 0,5 и 1,0 л/га гербицида Суперкорн, МД против однолетних двудольных и злаковых сорных растений (ежовник обыкновенный, щетинник сизый, амброзия полыннолистная, щирица назадзапрокинутая, марь белая, дурнишник Калифорнийский) на посевах кукурузы. Признаков отрицательного воздействия препарата на рост и развитие растений кукурузы не наблюдали.

Благодаря устранению конкуренции со стороны сорных растений использование нового гербицида, обеспечило сохранение значимой части урожая кукурузы. Дополнительный сбор зерна к величине этого показателя в необрабо-

танном контроле при норме расхода 0,5 л/га составил 59,6%, 1,0 л/га -76,3%.

Эффективность действия гербицида Суперкорн, МД (0,5 л/га) на амброзию полыннолистную была выше, чем у эталона Элюмис, МД (1,0 л/га), в 2,0... 2,5 раза, на щирицу назадзапрокинутую, марь белую и дурнишник Калифорнийский – в 1,2 раза.

Литература.

- 1. Бюллетени о состоянии сельского хозяйства (электронные версии): сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство / Федеральная служба государственной статистики. Москва, 2020. URL: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy?print=1 (дата обращения: 23.12.2020 г.)
- 2. Накаев С.-М. А., Оказова З. П. Доминирующие сорные растения и их вредоносность в посевах кукурузы // Успехи современной науки. 2017. Т. 2. № 12. С. 199–201.
- 3. Potential corn yield losses from weeds in North America / N. Soltani, J. A. Dille, I. C. Burke, et al. // Weed Technology. 2016. Vol. 30. No. 4. P. 979–984. doi: https://doi.org/10.1614/WT-D-16-00046.1.
- 4. Walsh M., Chauhan B. S. A new approach to weed control in cropping systems. Biology, physiology and molecular biology of weeds // Boca Raton. 2017. 1 st Edition. P. 45–62. doi: 10.1201/9781315121031.
- 5. Young S. L. True Integrated Weed Management. // Weed Research. 2012. Vol. 52. No. 2. P. 107–111. doi:10.1111/j.1365-3180.2012.00903.x.
- 6. Кашукоев М. В., Хуцинова М. М., Канукова Ж. О. Довсходовое применение гербицидов в посевах кукурузы // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2019. №4. С. 22–28. doi: 10.26898/0370-8799-2019-1-2.
- 7. Костюк А. В., Лукачева Н. Г. Эффективность применения гербицидов на кукурузе // Земледелие. 2015. №4. С. 30–32.
- 8. Веневцев В. З., Захарова М. Н., Рожкова Л. В. Эффективность применения гербицидов после всходов посевов кукурузы на зерно // Вестник Российской сельскохозяйственнойнауки. 2018. №4. С. 55–58. doi: 10.30850/vrsn/2018/4/55-58
- 9. Хуцинова М. М. Способы защиты кукурузы от сорной растительности в послевсходовый период// Вестник Российской сельскохозяйственнойнауки. 2017. №4. С. 33–35.
- 10. The critical period for weed control in three corn (Zea mays L.) types / N. Tursun, A. Datta, M. S. Sakinmaz, et al. // Crop Protection. 2016.No. 90. P. 59–65.doi: 10.1016/j.cropro.2016.08.019.
- 11. Березов Т. А., Оказова З. П. Определение критических периодов вредоносности сорных растений в семеноводческих посевах кукурузы // В мире научных открытий. 2012. №5-3 (29). С. 204–211.
- 12. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. М.: Минсельхоз России, 2020. 830 с.

- 13. Спиридонов Ю. Я., Жемчужин С. Г. Современное состояние проблемы изучения применения гербицидов (Обзор публикаций за 2011-2013 гг.) //Агрохимия. 2016. № 5. С. 76–85
- 14. Долженко В. И., Буркова Л. А. Экологические основы формирования современного ассортимента средств защиты растений // Агрохимический вестник. 2001. № 5. С. 5–6.
- 15. Основные сведения о гербициде Суперкорн, МД, 2020 г. URL: https://agroex.ru/gerbitsidy/superkorn/instrukcija_po_primeneniju_superkorn/ (дата обращения: 05.02.2021).

Domestic combined herbicide Supercorn, MD for the protection of corn crops

A. P. Savva, T. N. Telezhenko, S. S. Kovalev, V. A. Suvorova.

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

Abstract. The research was carried out to investigate the effectiveness of a new threecomponent herbicide, Supercorn, MD, on corn crops. The work was carried out in 2018-2019 in the Krasnodar Territory. The soil was leached low-humus extra-thick chernozem. The content of humus in the arable horizon (according to Tyurin's method) was 3.39%, mobile phosphorus (according to Chirikov's method) – 182 mg kg, mobile forms of potassium (according to Machigin's method) - 306 mg/kg, pH-value of the water extract (according to GOST 26423-85) – 6.9 units. The experimental design included the following options: herbicide Supercorn, MD at application rates of 0.5 and 1.0 L/ha, standard Elumis, MD - 1.0 and 2.0 L/ha, without herbicides (control). The treatment was carried out in the phase of 3-5 leaves of the culture, the rate of consumption of the working fluid was 200 L/ha. The herbicidal effect of the preparations was assessed by the decrease in the number and weight of weeds, crop yield, in comparison with the control. The infestation of crops on average over the variants in 2018 and 2019 was 80 and 90 pcs/m2, respectively. Application of 0.5 and 1.0 L/ha of Supercorn, MD provided 73-100% herbicidal effect on annual cereals and dicotyledonous weeds. No negative impact on the growth and development of corn plants was observed in these variants; the yield increase relative to the control was 59.6% and 76.3%, respectively. The tested preparation at the dose of 0.5 L/ha exceeded the standard (1.0 L/ha) in terms of its action on ragweed by 2.0-2.5 times, pigweed, wild spin and burdock - by 1.2 times.

Keywords: herbicide; weed vegetation; efficiency; corn (Zea mays L.); productivity.

Author Details: A. P. Savva, Cand. Sc. (Biol.), head of laboratory (e-mail: savap53@ mail.ru); T. N. Telezhenko, junior research fellow; S. S. Kovalev, junior research fellow; V. A. Suvorova, junior research fellow.

For citation: Savva AP, Telezhenko TN, Kovalev SS, et al. [Domestic combined herbicide Supercorn, MD for the protection of corn crops]. Zemledelije. 2021;(4):40-3. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10410.

doi: 10.24411/0044-3913-2021-10411 УДК 632.51: 633.15: 632.954

Отечественные гербициды для защиты кукурузы от сорняков

сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: 976067@mail.ru) В. Н. БАГРИНЦЕВА, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, и. о. зав. отделом (e-mail: maize-techno@mail.ru) Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы, ул. Ермолова, 14-Б, Пятигорск, Ставропольский край, 357528,

С. В. КУЗНЕЦОВА, кандидат

Российская Федерация

Исследования проводили в 2018-2019 гг. в зоне достаточного увлажнения Ставропольского края в посевах среднеспелого гибрида кукурузы Машук 355 МВ. Сравнивали влияние на сорные растения гербицида Крейцер. ВДГ(0,11 кг/га) и баковой смеси препаратов Дублон Супер, ВДГ (0,4 кг/га) и Эгида, СК (0,2 л/га) для определения наиболее эффективного варианта и рекомендации его производству. Контроль – без гербицидов. Обработку посевов осуществляли в фазе 5 листьев кукурузы. Во всех вариантах опыта проводили междурядную культивацию. В среднем за два года исследований через 21 день после химической обработки биологическая эффективность баковой смеси Дублон Супер + Эгида составила 71,8 %, Крейцер - 66,5 %. Вегетативная масса сорных растений при этом уменьшилась на 96,1 % и 94,8 % соответственно. Перед уборкой урожая кукурузы меньше всего сорняков было на делянках с применением баковой смеси Дублон Супер и Эгида. В этом варианте, по сравнению с контролем, число сорных растений снизилось на 76,3 %, их масса - на 95,2 %. Биологическая эффективность гербицида Крейцер была ниже: число сорняков, по сравнению с контролем, уменьшилось на 69,6 %, масса - на 94,8 %. Прибавка урожая к контролю в варианте с применением препарата Крейцер составила 2,11 т/га, или 37,0 %, баковой смеси Дублон Супер и Эгида – 1,89 т/га, или 33,2 %. Различий по урожайности между вариантами с применением гербицидов не установлено. Стоимость гектарной нормы препарата Крейцер ниже, чем баковой смеси Дублон Супер и Эгида, на 1236 руб./га. Окупаемость 1 руб. затрат на применение гербицида Крейцер составила 5, 19 руб., баковой смеси Дублон Супер и Эгида – 3,07 руб.

Ключевые слова: кукуруза (Zea Mays L.), гербициды, сорные растения, эффективность, урожайность.

Для цитирования: Кузнецова С. В., Багринцева В. Н. Отечественные гербицидыдля защиты кукурузы от сорняков // Земледелие. 2021. № 4. С. 44–46. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10411.

В технологии возделывания кукурузы один из факторов, позволяющих собирать гарантированно стабильные высокие урожаи зерна, - борьба с засоренностью посевов. Гербициды позволяют эффективно подавлять сорняки в агрофитоценозе и тем самым защищать формирующийся урожай [1, 2].Однако эффективность борьбы с разновидовой сорной растительностью с их использованием зависит от действующих веществ, входящих в состав препаратов [3, 4]. Поэтому целесообразно применять инновационные гербициды, которые состоят из химических соединений с различными механизмами действия, или использовать баковые смеси, уничтожающие все разнообразие сорняков [5, 6].

Видовой состав сорного ценоза в посевах зависит от почвенноклиматических условий. В Ставропольском крае, особенно в зоне достаточного увлажнения, наиболее распространенный и вредоносный для кукурузы сорняк - амброзия полыннолистная (Ambrosia artemisiifolia L.) [7, 8]. Имея высокий коэффициент семенного размножения, этот карантинный сорняк способен вытеснять другие сорные виды из фитоценоза, подавлять культурные растения и, как следствие, снижать урожайность зерна в несколько раз [9]. Также в посевах кукурузы в зоне достаточного увлажнения Ставропольского края встречаются такие трудноискоренимые сорняки, как осот полевой Sonchus arvensis L., бодяк полевой Cirsium arvense, дурнишник обыкновенный Xanthium strumarium L. [7, 8].

Цель исследований – сравнительная оценка эффективности нового трехкомпонентного гербицида Крейцер, ВДГ и баковой смеси двухкомпонентного препарата Дублон Супер, ВДГ с однокомпонентным гербицидом Эгида, СК в посеве кукурузы в условиях зоны достаточного увлажнения Ставропольского края.

Изучаемые препараты не имеют аналогов среди средств защиты кукурузы иностранных фирм. В состав гербицида Крейцер, ВДГ входят никосульфурон (650 г/кг) + тифенсульфурон-метил (60 г/кг) + флорасулам (40 г/га). Дублон Супер, ВДГ состоит из никосульфурона (125 г/кг) и дикамбы (425 г/кг). Действующее вещество препарата Эгида, СК – мезотрион (480 г/кг). Никосуль-

фурон активен против однолетних и многолетних злаковых, а также некоторых однолетних двудольных сорных растений, тифенсульфурон-метил – против ряда широколистных сорняков, флорасулам – против двудольных, дикамба – против однолетних и некоторых многолетних двудольных сорняков, мезотрион – против однолетних и некоторых многолетних двудольных видов (Список пестицидов и агрохимикатов разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2019 г. // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». 2019. № 4. 848 с.).

Высокая эффективность баковой смеси гербицидов Дублон Супер и Эгида с добавлением поверхностноактивного вещества (ПАВ) Аллюр против широкого спектра сорняков доказана в наших предыдущих исследованиях [10]. Эффективность препарата Крейцер, ВДГ в посевах кукурузы ранее не изучали. Гербициды применяли с новым ПАВ компании «Август» Аллюр. Это многофункциональное поверхностноактивное вещество (адьювант), предназначенное для повышения активности компонентов средств защиты растений, предотвращения проявления их фитотоксичности, снижения жесткости воды. Действующие вещества ПАВ Аллюр этоксилаты жирных аминов, хьюмектант и корректор кислотности (https://www. avgust.com/product/?country=rf&drug type=155&drug id=6213).

Эксперименты выполняли в 2018—2019 гг. на базе ВНИИ кукурузы, расположенного взоне достаточного увлажнения Ставропольского края. Полевые опыты заложены по следующей схеме: контроль – без гербицидов; Крейцер $(0,11\ \text{кг/га})$ + Аллюр $(0,2\ \text{л/га})$; баковая смесь Дублон Супер $(0,4\ \text{кг/га})$ и Эгида $(0,2\ \text{л/га})$ + Аллюр $(0,2\ \text{л/га})$.

Повторность — четырехкратная. Общая площадь делянки — 250 м², учетная — 19,6 м². Обработку проводили опрыскивателем ОП-2000. Выращивали среднеспелый гибрид кукурузы Машук 355 МВ. Почва опытного участка — чернозем обыкновенный карбонатный малогумусный мощный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса (по Тюрину) — 4,7%, подвижного фосфора и калия (по Мачигину) — 12...15 и 280...300 мг/кг соответственно.

Среднемноголетнее количество осадков за период вегетации кукурузы в зоне проведения опытов составляло 343,6 мм, в том числе в мае – 79,4; в июне – 87,1; в июле – 70,4; в августе – 58,7; в сентябре – 48 мм. В годы исследований осадков за май-сентябрь выпадало меньше обычного. Так, в 2018 г. их сумма за период вегетации составила 296,5 мм, из них в мае – 80,2; в июне – 79,8; в июле – 64,6; в августе – 38,9; в сентябре – 20,5 мм. Недостаток влаги наблюдали во второй и третьей

1. Число и масса сорных растений в посеве гибрида кукурузы Машук 355 МВ через 21 день после внесения гербицидов (среднее за 2018–2019 гг.)

Conuce poetaule	Конт	роль	Крейцер		Дублон Супер + Эгида	
Сорное растение	число,	масса,	число,	масса,	число,	масса,
	ШТ./M ²	г/м ²	ШТ./M ²	Γ/M ²	ШТ./M ²	г/м ²
	Дву	/дольные	•			
Амброзия полыннолистная	5,1	75,1	1,4	1,5	1,8	2,4
Бодяк полевой	2,7	57,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Вьюнок полевой	0,3	0,3	0,2	1,2	0,2	0,1
Горец вьюнковый	0,2	6,6	0,2	0,1	0,2	0,1
Дурнишник обыкновенный	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Лебеда татарская	0,8	3,2	0,0	0,0	0,2	0,1
Марь белая	0,2	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Осот огородный	0,2	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Осот полевой	0,3	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Подмаренник цепкий	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Щирица запрокинутая	0,4	10,8	0,2	0,1	0,0	0,0
Яснотка стеблеобъемлющая	0,9	0,3	0,0	0,0	0,2	0,1
Всего	11,4	157,4	2,0	2,9	2,6	2,8
	Одн	одольнь	ıe			
Просо (виды)	2,6	23,4	0,4	0,5	0,4	1,1
Щетинник сизый	6,0	13,4	4,5	6,7	2,8	3,7
Всего	8,6	36,8	4,9	7,2	3,2	4,8
Всего двудольных и одно-						
дольных	20,0	194,2	6,9	10,1	5,8	7,6
HCP ₀₅ : число сорняков – 2,5 ц	лт./м²; мас	са сорня	ков – 98,6	Г/M ²		

декадах июня во время интенсивного роста растений и в первой-второй декадах июля во время цветения кукурузы. В 2019 г. за период вегетации кукурузы выпало 302,1 мм осадков: в мае – 50,6 мм; в июне – 71,0; в июле – 114,0; в августе – 16,0; в сентябре – 50,2 мм. В 2019 г. условия увлажнения были более благоприятными для кукурузы, чем в предыдущем году. Осадки выпадали регулярно, в критические периоды роста и развития растений их было достаточно.

Опыт закладывали в соответствии с действующими методическими рекомендациями (Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой/сост. Д. С. Филев, В. С. Циков, В. И. Золотов и др. Днепропетровск: ВНИИ кукурузы ВАСХНИЛ, 1980. 54 с.). Предшественник — озимая пшеница. Основная обработка почвы — вспашка. Обработку гербицидами осуществляли в фазе 5 листьев кукурузы. Через неделю после их применения проводили междурядную культивацию.

Фитосанитарное состояние опытных делянок оценивали по методике И. Н. Велецкого (Велецкий И. Н. Технология применения гербицидов. 2-е изд. Перераб. и доп. Л.: Агропромиздат, Ленинградское отделение, 1989. 176 с.). Учет засоренности выполняли количественно-весовым методом через 21 день после использования гербицидов и перед уборкой урожая, которую осуществляли вручную с последующим обмолотом на молотилке в фазе полной спелости зерна. Урожайность определяли с пересчетом на 14 %-ную влажность. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (*М., 1979*).

Засоренность кукурузы в фазе 5 листьев перед внесением гербицидов

была высокой. В среднем за два года общая численность сорняков достигала 19,9 шт./м². На двудольные сорные растения приходилось 63,3 % от их общего количества.

После обработки посевов гербицидами внешних признаков фитотоксичности не отмечали. Однако через 15 дней в варианте с применением смеси Дублон Супер + Эгида была зафиксирована задержка роста растений кукурузы, чего не наблюдали при использовании гербицида Крейцер.

Через 21 день после обработки гербицидами засоренность посевов в контрольном варианте составляла 20,0 сорняков/м². В том числе 57 % от общей численности сорных растений приходилось на двудольные виды, среди которых наибольшая доля принадлежала амброзии полыннолистной Ambrosia artemisiifolia L. (44,7 %) и бодяку полевому Cirsium arvense L. Scop. (23,7 %). Среди однодольных сорных растений

преобладал щетинник сизый *Setaria glauca* L. (69,8%).

В вариантах с применением гербицидов через 21 день большая часть сорных растений погибла (табл. 1). Удалось избавиться от таких двудольных сорняков, как бодяк полевой Cirsium arvense (L.) Scop., дурнишник обыкновенный Xanthium strumarium L., лебеда татарская Atriplex tatarica L., осот полевой Sonchus arvensis L., подмаренник цепкий Galium aparine L., яснотка стеблеобъемлющая Lamium amplexicaule L.

На однодольные сорные виды наибольшее угнетающее влияние оказали действующие вещества гербицидов Дублон Супер и Эгида. В этом варианте число растений щетинника сизого было ниже, чем после применения Крейцера, в 1,6 раза, а масса – в 1,8 раза.

Наименьшее число выживших сорняков с меньшей массой так же отмечено в варианте с баковой смесью Дублон Супер + Эгида: численность сорных растений снизилась, относительно контроля, в 3,4 раза, масса – в 25,6 раза. Биологическая эффективность баковой смеси по общей засоренности находилась на уровне 71,8 %, по двудольным сорнякам - 77,2 %, по однодольным -62,8%. Гербицид Крейцер снизил общую засоренность кукурузы, по сравнению с контролем, в 2,9 раза, массу - в 19,2 раза. Биологическая эффективность этого гербицида по общей засоренности составила 66,5 %, по двудольным – 82,5%, по однодольным – 43,0%. При этом статистически значимых различий по числу и массе сорных растений между вариантами с использованием гербицидов не установлено.

К уборке кукурузы вегетативная масса сорных растений в контроле достигала 848,3 г/м², в том числе на долю амброзии полыннолистной приходилось 75,0%, щетинника сизого – 15,4% (табл. 2). Применение гербицидов привело к значительному снижению величины этого показателя. Перед уборкой урожая

2. Число и масса сорных растений в посеве гибрида кукурузы Машук 355 МВ перед уборкой урожая (среднее за 2018–2019 гг.)

перед уооркои) beaman (- P - H			-,	
Сорное растение	Конт	роль	Крей	іцер	Дублон Супер + Эгида	
Сорное растение	число,	масса,	число,	масса,	число,	масса,
	ШТ./M ²	г/м ²	ШТ./M ²	Γ/M ²	ШТ./M ²	Γ/M ²
	Двуд	ольные				
Амброзия полыннолистная	4,5	636,3	1,1	26,4	0,9	5,7
Бодяк полевой	1,7	14,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Вьюнок полевой	0,2	2,3	0,4	1,7	0,0	0,0
Лебеда татарская	0,4	23,7	0,0	0,0	0,3	0,2
Марь белая	0,3	7,6	0,2	1,2	0,0	0,0
Щирица запрокинутая	0,4	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Яснотка стеблеобъемлющая	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Всего	7,7	689,8	1,7	29,3	1,2	5,9
	Одно	дольные				
Просо волосовидное	0,9	23,8	0,0	0,0	0,4	7,1
Просо куриное	0,2	3,9	0,2	0,2	0,2	0,4
Щетинник сизый	4,7	130,8	2,2	14,8	1,4	23,4
Всего	5,8	158,5	2,4	15,0	2,0	30,9
Всего двудольных и одно-	12.5	040 0	4.1	44.9	2.2	26.0
дольных	13,5	848,3	4,1	44,3	3,2	36,8
HCP ₀₅ : число сорняков – 3,2 шт.	/м²; масса	а сорняко	в – 243,3	Γ/M^2		

3. Урожайность зерна гибрида кукурузы Машук 355 МВ при применении гербицидов, т/га

Вариант	2018 г.	2019 г.	Среднее
Контроль	5,21	6,19	5,70
Крейцер	8,21	7,41	7,81
Дублон Супер + Эгида	7,89	7,28	7,59
HCP ₀₅	0,68	0,77	_

наиболее чистыми от сорняков были делянки с использованием смеси Дублон Супер + Эгида. К концу вегетации кукурузы этот вариант оказалась более действенным против амброзии полыннолистной, чем применение гербицида Крейцер. Число сорных растений при обработке посевов баковой смесью уменьшилось, по сравнению с контролем, на 76,3 %, масса – на 95,2 %. Биологическая эффективность гербицида Крейцер была незначительно ниже: уменьшение числа сорняков составило 69,6 %, их массы – 94,8 %. Необходимо отметить, что общее число сорняков, сохранившихся после применения гербицида Крейцер, превышало величину этого показателя в варианте с баковой смесью всего на 0,9 шт./м², их масса на 7,5 г/ M^2 .

Эгида на сорные растения сильнее, чем у гербицида Крейцер. Биологическая эффективность применения композиции препаратов Дублон Супер + Эгида по общей засоренности через 21 день составила 71,8 %, перед уборкой кукурузы – 76,3 %. У гербицида Крейцер величина этого показателя была равна 66,5 и 69,3 % соответственно. При этом урожайность в варианте с использованием гербицида Крейцер в среднем за два года была больше, чем после обработки посевов смесью Дублон Супер + Эгида, на 0,22 т/га. В связи с более высокой стоимостью препаратов в составе изучаемой баковой смеси, экономически выгоднее для уничтожения сорняков в посеве кукурузы применять гербицид Крейцер. При норме расхода 0,11 кг/га в варианте с его использова-

4. Экономическая эффективность применения гербицидов (среднее за 2018–2019 гг.)

Показатель эффективности	Контроль	Крейцер	Дублон Су- пер + Эгида
Урожайность зерна, т/га	5,70	7,81	7,59
Прибавка урожая зерна к контролю, т/га	_	2,11	1,89
Стоимость прибавки урожая, руб./га	_	21100	18900
Затраты на применение гербицидов, руб./га*	_	3407	4643
в том числе стоимость гербицидов, руб./га	_	2752	3988
Чистый доход, руб./га	_	17693	14257
Получено дохода на 1 руб. затрат, руб.	_	5,19	3,07

^{* –} с учетом стоимости ПАВ Аллюр.

Снижение численности и массы сорняков благодаря применению гербицидов улучшило условия роста и развития растений кукурузы, что позволило значительно повысить ее урожайность (табл. 3). По сравнению с контролем, в варианте с гербицидом Крейцер она увеличилась на 2,11 т/га (37,0%), с баковой смесью – на 1,89 т/га (33,2%). Более высокая величина этого показателя, несмотря на меньшую засоренность, в варианте с использованием комбинации Дублон Супер + Эгида, вероятно обусловлено проявившейся на растениях кукурузы фитотоксичностью. В среднем за два года урожайность в варианте с гербицидом Крейцер была выше, чем после использования баковой смеси, на 0,22 т/га.

Результаты экономических расчетов показали, что на применение гербицида Крейцер было затрачено на 1236 руб./га меньше, чем на использование баковой смеси. В итоге окупаемость 1 руб. затрат, связанных с применением гербицида Крейцер, оказалась выше, по сравнению с вариантом с обработкой баковой смесью Дублон Супер + Эгида, на 2,12 руб., или 69 % (табл. 4).

Таким образом, истребительное действие баковой смеси Дублон Супер+

нием на 1 руб. затрат получено 5,19 руб. дохода, что в 1,7 раза больше, по сравнению с баковой смесью Дублон Супер $(0,4\,\pi/\text{ra})$ + Эгида $(0,2\,\pi/\text{ra})$.

Литература.

- 1. Owen M. D. K., Zelaya I. A. Herbicideresistant crops and weed resistance to herbicides // Pest management science. 2005. P. 301– 311.
- 2. Salarzai M. Effect of different herbicides on weed population and yield of maize (*Zea mays* L.) // Pak. J. Agric. Sci. 2001. Vol. 38. P. 75–77.
- 3. Прудников А. Д., Солнцева О. И. Применение гербицидов при возделывании раннеспелых гибридов кукурузы // Защита и карантин растений. 2019. № 8. С. 46–48.
- 4. Зональные особенности применения гербицидов кросс-спектра в посевах кукурузы на Южном и Среднем Урале / Н. Н. Зезин, Л. С. Скутина, А. Э. Панфилов и др. // Кормопроизводство. 2017. № 6. С. 22–26.
- 5. Bijanzadeh E., Ghadiri H. Effect of separate and combined treatments of herbicides on weed control and maize (*Zea mays* L.) yield // Weed Technol. Vol. 20. No. 4. 2006. P. 640–645.
- 6. Проворова О. Н., Панасин В. И., Григорович Л. М. Агрохимические аспекты эффективности применения гербицидов класса сульфонилмочевин при выращивании кукурузы (*Zea Mays* L.) на зерно // Проблемы агрохимии и экологии. 2018. №1. С. 24–28.

- 7. Багринцева В. Н., Кузнецова С. В. Динамика изменения сорного ценоза в посеве самоопыленной линии кукурузы // Зерновое хозяйство России. 2010. № 6 (12). С. 51–54.
- 8. Кузнецова С.В., Багринцева В.Н. Сорные растения в посевах кукурузы // Земледелие. 2015. №6. С. 49–45.
- 9. Как защитить кукурузу от амброзии польннолистной / Т. В. Алтухова, А. В. Костюк, Ю. А. Спиридонов и др. // Защита и карантин растений. 2005. № 7. С. 38–39.
- 10. Кузнецова С. В., Багринцева В. Н., Губа Е. И. Сравнительное изучение эффективности гербицидов в посевах кукурузы в Ставропольском крае // Вестник защиты растений. 2019. № 2 (100). С. 40–45.

Domestic herbicides to protect corn from weeds

S. V. Kuznetsova, V. N. Bagrintseva All-Russian Research Institute of Corn Breeding, ul. Ermolova, 14-B, Pyatigorsk, Stavropol'skii krai, 357528, Russian Federation

Abstract. The studies were carried out in 2018-2019 in the area of sufficient humidification of the Stavropol region in the crops of mid-season corn hybrid Mashuk 355 MV. We compared the effect of Kreitzer herbicide, WDG (0.11 kg/ha) and the tank mixture of Dublon Super, WDG (0.4 kg/ha) and Egida, SC (0.2 L/ha) on weed plants to determine the most effective variant and recommend it for the production. The control was without herbicides. The corn crops were treated in the phase of 5 leaves. Inter row cultivation was carried out in all variants of the experiment. On average, over two years of the research, the biological efficiency of the tank mixture Dublon Super + Egida was 71.8%, for Kreitzer this value was 66.5% in 21 days after chemical treatment. The weight of vegetative parts of weeds decreased by 96.1% and 94.8%, respectively. Before corn harvesting, the smallest weeds amount was in the plots with the treatment by tank mixture of Dublon Super and Egida. In this variant, compared with the control, the number of weeds decreased by 76.3%, their weight – by 95.2%. The biological efficiency of Kreitzer herbicide was lower, the number of weeds decreased by 69.6% and the weight - by 94.8% in comparison with the control. Compared with the control, the corn yield increased by 2.11 t/ha(37.0%) at Kreitzer treatment and by 1.89 t/ha (33.2%) at the treatment by the tank mixture of Dublon Super and Egida. There were no differences in yield between the variants with the use of herbicides. The cost of the hectare rate of Kreitzer is lower, compared to the tank mixture of Dublon Super and Egida by 1236 rub/ha. The recoupment of one ruble of the cost of applying Kreitzer herbicide was 5.19 rubles, the tank mixture of Dublon Super and Egida was 3.07 rubles.

Keywords: corn (Zea Mays L.); herbicides; weeds; efficiency; productivity.

Author Details: S. V. Kuznetsova, leading research fellow; V. N. Bagrintseva, D. Sc. (Agr.), chief research fellow, acting head of division.

For citation: Kuznetsova SV, Bagrintseva VN. [Domestic herbicides to protect corn from weeds]. Zemledelie. 2021;(4):44-6. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10411.

Доказано. Технология АМИСТАР®

Большая часть территории Российской Федерации находится в неблагоприятных для возделывания сельскохозяйственных культур условиях. Недостаток осадков в осенний период, а также засуха весной и летом превратили большинство зерносеющих районов страны в зону экстремального земледелия. Засушливые погодные условия в последнее время стали характерными для многих областей Центрального Черноземья и Поволжья. В прошедшем году аномальная засуха наблюдалась на Кубани, третий год подряд колосовые страдают от засухи и высоких температур в Ставропольском крае. Не стала исключением и Сибирь. В 2020 году ущерб от засухи в трех аграрных регионах - Омской, Новосибирской областях и в Алтайском крае - превысил миллиард рублей, пострадало более 300 тыс. га посевов. Надо заметить, что в последние годы практически во всех зерносеющих областях азиатской части России отсутствие осадков в летний период сопровождается аномально высокими температурами. Это вдобавок к тому, что практически вся территория Сибири и Урала находится под влиянием континентального климата с резкими колебаниями температуры и характеризуется холодной и продолжительной зимой, в течение которой зачастую вымерзает значительная часть озимых посевов.

Стрессы, вызываемые засухой, жарой и возвратными заморозками, являются одной из основных причин недобора урожая сельхозкультур помимо урона от фитопатогенных заболеваний, вредителей и сорной растительности. Для снижения влияния стрессовой засухи и высоких температур на рост и развитие растений все чаще на передний фронт защиты выходят антистрессовые технологии, которые помогают сохранять урожай в условиях абиотических стрессов. К подобным решениям относится АМИСТАР®-технология. В основе этой технологии лежит линейка фунгицидов, «сердце» которых азоксистробин, активное вещество из класса стробилуринов. Девиз данной линейки - «Доказано. Технология АМИСТАР®». Он подтвержден многолетними и многочисленными производственными испытаниями и научными исследованиями практически по всему миру. АМИСТАР®технология имеет путь успеха длиной в двадцать лет. Данная фунгицидная группа в настоящее время – один из мировых лидеров и используется на площади более 500 млн га в 70 странах мира, имеет свыше 600 регистраций в более чем 40 составах на 120 культурах.

АМИСТАР®-технология оказывает влияние на многие важнейшие физиологические процессы, происходящие в растении. В частности, она оптимизирует водный обмен в условиях недостатка влаги путем снижения устьичной проводимости. Такое воздействие на растение позволяет ему уменьшить испарение и способствует более экономному расходу воды, используемой во внутренних процессах. На фоне засухи и высоких температур фунгициды АМИСТАР® помогают растению настроить процессы транспирации (испарения влаги) без снижения темпов фотосинтеза и в целом способствуют более комфортному перенесению засушливых условий. АМИСТАР® влияет на повышение активности фермента нитратредуктазы, что позволяет растению более эффективно ассимилировать азот из почвы. АМИСТАР®-технология снижает синтез этилена - гормона старения, а также способствует сохранению хлорофилла листьев, что в комплексе позволяет растению дольше оставаться зеленым, увеличивает интенсивность фотосинтеза и как следствие - повышает сохраненный урожай. Все вышеназванное помогает компенсировать потери посевов от стрессового воздействия засухи и высоких температур, а также позволяет растению максимально использовать влагу и азот.

Помимо положительного воздействия на физиологию растений АМИСТАР®-технология обладает длительной защитой от комплекса фитопатогенных грибов самого широкого видового состава. Данные фунгициды имеют профилактическое, лечебное и антиспорулянтное свойства: подавляют прорастание грибных спор, которые пытаются

проникнуть в растение, влияют на гибель мицелия внутри тканей, а также препятствуют распространению новых генераций спор патогенов. Все это в совокупности позволяет защитить посевы и сдержать все возможные грибные инфекции, последующие после обработки. В результате физиологического и фунгицидного воздействия технологии формирование будущего урожая и его качества проходит с максимальной реализацией генетического потенциала культуры и наиболее возможной отдачей вложенных инвестиций.

Что отличает группу товаров под знаком «АМИСТАР®-технология» от всех остальных? Магическая формула любого препарата, обеспечивающая его эффективную работу, - это оптимальный и сбалансированный набор действующего вещества и вспомогательных компонентов. В рецептуре технологии АМИСТАР® содержится более 200 соединений, которые помогают активному веществу быстрее достичь цели, прочно закрепиться на обрабатываемой поверхности, что гарантирует высокую эффективность технологии и ее безвредность для растений и окружающей среды. Среди вспомогательных веществ каждого фунгицида технологии – различные стимуляторы (для повышения активности композиции), противовспениватели (для более комфортной обработки), антифризкомпоненты (для стойкости препарата в условиях низких температур), поверхностно-активные вещества (для лучшего распределения капли на поверхности), противосегрегационные добавки (для исключения расслаивания), диспергаторы (для предотвращения склеивания частиц), антисептики (для препятствования развитию микробов) и прочие важные компоненты. Отличительной чертой показателя качества технологии является единообразие партий - в любой канистре будет качественный продукт. Специально рассчитанная концентрация активного вещества фунгицидов обеспечивает наилучшую консистенцию препаратов, одинаковый размер частиц, удобное и безопасное обращение при проведении обработок. Очень полезными свойствами продуктов АМИСТАР®-технологии являются отсутствие загрязняющих веществ, что гарантирует их абсолютную экологичность (что очень важно, ведь сельскохозяйственная продукция идет к нам на стол), и безопасность, поскольку в работе с препаратами задействованы люди.

Многолетние исследования продуктов-аналогов, проводимые учеными, показали, что 35 % из них не имеют антифриз-компонентов, из-за чего теряют качество при хранении в условиях низких температур и не могут обеспечивать стабильный результат в поле. У 39 % аналогов компоненты имеют разные композицию и размер, что на практике может привести к засорению форсунок и фильтров. Практически в 83 % случаев аналоги не содержат в составе поверхностноактивных веществ, а это, в свою очередь, влияет на прикрепление действующего вещества к поверхности растения, на его проникновение и, соответственно, эффективность. В 77 % образцов обнаружены вредные примеси. Неизбежные спутники подобных препаратов - простои в работе из-за засорения распылителей, угроза безопасности персонала, низкая эффективность химических обработок посевов, повреждение сельскохозяйственных культур и короткий период защиты.

Семейство фунгицидов технологии АМИСТАР® – это 17 брендов, из которых четыре имеют регистрацию в России: АМИСТАР® Экстра, АМИСТАР® Трио, АМИСТАР® Голд и КВАДРИС®. Наиболее востребованные из них на колосовых и пропашных культурах – АМИСТАР® Экстра и АМИСТАР® Голд.

АМИСТАР® Экстра – проверенный временем элемент технологии. Это комбинированный фунгицид системного действия, «ядро» которого – смесь двух действующих веществ из разных химических классов – азоксистробина (200 г) и ципроконазола

(80 г). Препарат обладает лечебной и профилактической эффективностью против широкого спектра заболеваний зерновых и пропашных культур (мучнистой росы, видов ржавчин, различных пятнистостей, прикорневых гнилей). На колосовых при применении в фазы конца кущения - начала выхода в трубку помимо длительной защиты листового полога растения он позволяет сохранить два ключевых параметра будущего урожая - продуктивный стеблестой и количество зерен в колосе. По результатам многолетних исследований, сохраненный урожай при применении данного фунгицида составляет в среднем 4-7 ц/ га по сравнению с защитой на основе триазолов. АМИСТАР® Экстра также великолепно подходит для подсолнечника, кукурузы, рапса и сахарной свеклы. Помимо высокой эффективности по имеющимся на момент обработки заболеваниям препарат «одевает» растение в защитную броню, которая препятствует новым волнам грибных инфекций, а благодаря физиологическому воздействию на растение применение фунгицида экономически целесообразно даже при отсутствии заболеваний.

АМИСТАР® Голд – второй яркий представитель семейства технологии АМИСТАР®. В этом фунгициде воплощена комбинация двух действующих веществ – азоксистробина (125 г/л) и дифеноконазола (125 г/л) с разным механизмом действия на патогены. Специально разработанная для пропашных культур формуляция фунгицида помогает ему отлично удерживаться на широких опушенных листьях. АМИСТАР® Голд

обладает длительным профилактическим и лечебным эффектом против широкого спектра болезней подсолнечника и сахарной свеклы. В апреле 2021 года этот фунгицид стал первым в России решением компании «Сингента» для защиты сои и нута от болезней.

Кроме отличного фунгицидного действия АМИСТАР® Голд также оказывает физиологическое воздействие на растения - помогает пропашным культурам лучше пережить стрессовые условия, вызванные высокими температурами и засухой. Опыты и производственное применение в различных областях России показали значительную экономическую отдачу от фунгицидной обработки этим продуктом. Фунгицид АМИСТАР® Голд добавлен в программу погодной гарантии АгриКлайм™. Помимо снижения рисков при защите от грибных заболеваний и абиотических стрессов с данным фунгицидом участники программы получают также гарантию от потерь урожая вследствие риска засухи (в регионе Центр), избыточных дождей (в регионе Сибирь и Дальний Восток). Данные гарантии от АгриКлайм™позволяютвернуть до 40% от стоимости закупки АМИСТАР® Голд. Подробнее о программе вы можете узнать у представителя компании «Сингента» в вашем регионе.

Фунгициды компании «Сингента» семейства «Технология АМИСТАР®» помогают сельхозпроизводителям получать высокие урожаи хорошего качества и приумножать вложенные средства даже в сложных погодноклиматических условиях.







АММОФОС NP 12:52



КАРБАМИД



СУЛЬФОНИТРАТ NS 30:7



СТАРТ УНИВЕРСАЛ ФИНАЛ



СТАРТ УНИВЕРСАЛ ФИНАЛ С ПРИЛИПАТЕЛЕМ



тел.: +7 (495)721 89 89

E-mail: marketing@uralchem.com

www.uralchem.ru www.agro.uralchem.ru





ГЕОСКАН 201 АГРОГЕОДЕЗИЯ

- Картографирование с/х полей
- Точное земледелие
- Инспекция перед покупкой земли
- Получение информации о рельефе



+7 812 363-33-87 info@geoscan.aero www.geoscan.aero

