

ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ  
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
GRAIN ECONOMY OF RUSSIA  
THEORETICAL AND SCIENCE PRACTICAL JOURNAL

3(69)2020

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное  
научное учреждение «Аграрный научный центр «Донской»  
является членом Ассоциации научных редакторов и издателей (АНРИ)

The founder: Federal State Budgetary Scientific  
Institution "Agricultural Research Center  
"Donskoy", a member of the Association of Science Editors and Publishers

Ионова Е. В. – главный редактор, д-р с.-х. н. (Зерноград, Россия);  
Попов А. С. – заместитель главного редактора, канд. с.-х. н. (Зерноград, Россия);  
Донцова А. А. – ответственный секретарь, канд. с.-х. н. (Зерноград, Россия).

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Алабушев А. В. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);  
Баталова Г. А. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока им. Н.В. Рудникова (Киров, Россия);  
Беспалова Л. А. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко» (Краснодар, Россия);  
Вислобокова Л. Н. – канд. с.-х. н., ФГБНУ «Тамбовский НИИСХ» (Тамбов, Россия);  
Гончаренко А. А. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» (Одинцово, Россия);  
Зезин Н. Н. – д-р с.-х. н., ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН (Екатеринбург, Россия);  
Лукомец В. М. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ «ФНЦ «ВНИИМК» (Краснодар, Россия);  
Медведев А. М. – чл.-корр. РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» (Одинцово, Россия);  
Долженко В. И. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ «ВНИИБЗР» (Краснодар, Россия);  
Волкова Г. В. – д-р биол. н., ФГБНУ «ВНИИБЗР» (Краснодар, Россия);  
Подколзин А. И. – д-р биол. н., проф., ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ» (Ставрополь, Россия);  
Назаренко О. Г. – д-р биол. н., проф., ФГБУ ЦАС «Ростовский» (Рассвет, Россия);  
Романенко А. А. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко» (Краснодар, Россия);  
Сандухадзе Б. И. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» (Одинцово, Россия);  
Сотченко В. С. – академик РАН, д-р с.-х. н., ФГБНУ «ВНИИ кукурузы» (Пятигорск, Россия);  
Храмцов И. Ф. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ «Омский АНЦ» (Омск, Россия);  
Шевченко С. Н. – академик РАН, д-р с.-х. н., Самарский НИИСХ (Самара, Россия);  
Ле Зунь Хай – Агрогенетический институт (Ханой, Вьетнам);  
Халип Суре – д-р. н., Тракийский аграрный НИИ (Эдирне, Турция);  
Юсупов Г. Ю. – канд. с.-х. н., Министерство сельского и водного хозяйства Туркменистана (Ашхабад, Туркменистан);  
Давлетов Ф. А. – д-р с.-х. н., Башкирский НИИСХ ФГБНУ УФИЦ РАН (Уфа, Россия).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Ашиев А. Р. – канд. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);  
Вожжова Н. Н. – канд. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);  
Зеленская Г. М. – д-р с.-х. н., проф., ФГБОУ ВО Донской ГАУ (Персиановский, Россия);  
Иванисов М. М. – канд. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);  
Ковалев В. С. – д-р с.-х. н., проф., ФНЦ риса (Краснодар, Россия);  
Ковтунов В. В. – канд. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);  
Костылев П. И. – д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);  
Кравченко Н. С. – канд. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);  
Кривошеев Г. Я. – канд. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);  
Марченко Д. М. – канд. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);  
Метлина Г. В. – канд. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);  
Самоефалов А. П. – канд. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия).

Ionova E. V. – chief editor, Dr. Sci. (Agriculture) (Zernograd, Russia);  
Popov A. S. – deputy chief editor, Cand. Sci. (Agriculture) (Zernograd, Russia);  
Dontsova A. A. – executive secretary, Cand. Sci. (Agriculture) (Zernograd, Russia).

EDITORIAL COUNCIL:

Alabushev A. V. – chairman of editorial council, Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Zernograd, Russia);  
Batalova G. A., Federal Agricultural Research Center of the East named N. V. Rudnitsky – Dr. Sci. (Agriculture), academician of RAS (Kirov, Russia);  
Bespalova L. A., "P. P. Lukiyenko National Center of Grain" – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Krasnodar, Russia);  
Vislobokova L. N., Tambov branch of the "Russian Agricultural Center" – Cand. Sci. (Agriculture) (Tambov, Russia);  
Gontcharenko A. A., Federal Research Center "Nemchinovka" – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Odintsovo, Russia);  
Zezin N. N., Uralsky Research Institute of Agriculture – Dr. Sci. (Agriculture) (Ekaterinburg, Russia);  
Lukomets V. M., Federal Scientific Center "V.S. Pustovoi All-Russian Research Institute of Oil crops" – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Krasnodar, Russia);  
Medvedev A. M., Federal Research Center "Nemchinovka" – Dr. Sci. (Agriculture), corresponding member of RAS (Odintsovo, Russia);  
Dolzhenko V. I., All-Russian Research Institute of Plant Protection – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Krasnodar, Russia);  
Volkova G. V., All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection – Dr. Sci. (Biology) (Krasnodar, Russia);  
Podkolzin A. I., Stavropol'sky State Agricultural University – Dr. Sci. (Biology), professor (Stavropol, Russia);  
Nazarenko O. G., State Center of Agrochemical Service "Rostovsky" – Dr. Sci. (Biology), professor (Rassvet, Russia);  
Romanenko A. A., "P.P. Lukiyenko National Center of Grain" – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Krasnodar, Russia);  
Sandukhadze B. I., Federal Research Center "Nemchinovka" – Dr. Sci. (Agriculture), academician of RAS (Odintsovo, Russia);  
Sotchenko V. S., All-Russian Research Institute of Maize – Dr. Sci. (Agriculture), academician of RAS (Pyatigorsk, Russia);  
Khramtsov I. F., Omsk Agrarian Scientific Center – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Omsk, Russia);  
Shevchenko S. N., Samara Federal Research Scientific Center of the Russian Academy of Sciences – Dr. Sci. (Agriculture), corresponding member of RAS (Samara, Russia);  
Le Zun Hai, Agrogenetic Institute (Hanoi, Vietnam);  
Khalil Surek, Trakia Agricultural Research Institute – PhD (Edirne, Turkey);  
Yusupov G. Yu., Ministry of Agriculture and Water Management of Turkmenistan – Cand. Sci. (Agriculture) (Ashkhabat, Russia);  
Davletov F. A., Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences – Dr. Sci. (Agriculture) (Ufa, Russia).

EDITORIAL BOARD:

Ashiev A. R. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);  
Vozhzhova N. N. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);  
Zelenskaya G. M. – Dr. Sci. (Agriculture), professor, FSBEI HE Donskoy SAU (Persiyansky, Russia);  
Ivanisov M. M. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);  
Kovalev V. S. – Dr. Sci. (Agriculture), professor, FRC of rice (Krasnodar, Russia);  
Kovtunov V. V. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);  
Kostylev P. I. – Dr. Sci. (Agriculture), professor, FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);  
Kravchenko N. S. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);  
Krivoshchev G. Ya. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);  
Marchenko D. M. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);  
Metlina G. V. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);  
Samofalov A. P. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia).

Свидетельство ПИ № ФС 77-38503 от 18 декабря 2009 г. Зарегистрировано в Министерстве РФ  
по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций

Журнал включен в Перечень ВАК Минобразования России ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук (группа научных специальностей 06.01.00 – агрономия). Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,464 (2018).

Журнал входит в базу данных Russian Science Citation Index на платформе Web of Science (ядро РИНЦ).

Журнал входит в международную базу данных DOAJ.

Перевод на английский язык – Скуйбеда О. Н.

Периодичность издания – 6 номеров. Подписано в печать

Дата выхода 28.06.2020. Формат 60x84/8. Тираж 300. Заказ № 10-20/06070.

Отпечатано в ООО «Амирит», 410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 88.

## ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ

### Содержание

#### ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

**Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н.** Изучение взаимосвязей урожайности с морфобиологическими признаками коллекционных образцов гороха посевного **3**

**Репка Д. А., Бельтюков Л. П., Гордеева Ю. В.** Расход влаги на формирование урожайности озимой пшеницы Нива Ставрополя под влиянием биопрепаратов и удобрений на Дону **8**

**Игнатьев С. А., Регидин А. А.** Оценка продуктивности и качества корма сортов эспарцета **12**

**Газе В. Л., Ионова Е. В., Лиховидова В. А., Скрипка О. В.** Роль верхних листьев в формировании урожайности и элементов ее структуры сортов и линий озимой мягкой пшеницы интенсивного типа **16**

**Титаренко А. В., Рыльников И. В., Преснякова У. А.** Современный состав сортов озимой мягкой пшеницы Воронежской области в разрезе разновидностей **21**

**Кравченко Н. С., Самофалова Н. Е., Олдырева И. М., Макарова Т. С.** Характеристика сортов озимой твердой пшеницы по качеству зерна и макаронным свойствам **26**

**Васильченко С. А., Метлина Г. В.** Влияние технологических приемов возделывания на урожайность нута в южной зоне Ростовской области **32**

**Шляхтина Е. А., Рылова О. Н.** Результаты оценки адаптивных показателей признаков «урожайность» и «число падения» сортов озимой ржи в условиях Кировской области **38**

**Сухарев А. А., Зеленская Г. М.** Выбор срока и способа внесения азотной подкормки под мягкую озимую пшеницу в южной зоне Ростовской области **43**

#### СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

**Гольдварг Б. А., Боктаев М. В., Филиппов Е. Г., Донцова А. А.** Экологическое испытание сортов озимого ячменя в условиях Республики Калмыкия **48**

**Костылев П. И., Краснова Е. В., Аксенов А. В., Балюкова Э. С.** Наследование количественных признаков у гибридов риса F2-F3 Светлый × Мавр **52**

**Сыркина Л. Ф., Косых Л. А., Антимонов А. К., Антимонова О. Н.** Новый раннеспелый сорт сорго зернового Державное **58**

#### ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

**Кремнева О. Ю., Костенко И. А., Пачкин А. А., Данилов Р. Ю., Пономарев А. В., Ким Ю. С.** Картирование распространения и развития фитопатогенов на пшенице и ячмене с использованием NextGIS **61**

**Конькова Э. А., Лящева С. В.** Желтая пятнистость листьев озимой мягкой пшеницы в Саратовской области **67**

**Градобоева Т. П., Баталова Г. А.** Влияние факторов среды на устойчивость овса к пыльной головне **72**

## GRAIN ECONOMY OF RUSSIA

### Contents

#### GENERAL AGRICULTURE AND PLANT-BREEDING

**Ashiev A. R., Khabibullin K. N.** The study of correlation between productivity and morphobiological traits of the collection peas samples **3**

**Repka D. M., Beltyukov L. P., Gordeeva Yu. V.** Moisture consumed by the winter wheat variety "Niva Stavropoliya" to produce yields with the use of biological products and fertilizers in the Don area **8**

**Ignatiev S. A., Regidin A. A.** The estimation of productivity and quality of sainfoin forage **12**

**Gaze V. L., Ionova E. V., Likhovidova V. A., Skripka O. V.** The role of the upper leaves in the formation of productivity and its elements in the varieties and lines of winter bread wheat of intensive type **16**

**Titarenko A. V., Rylkov I. V., Presnyakova U. A.** The present set of winter bread wheat varieties in the Voronezh region according to their species **21**

**Kravchenko N. S., Samofalova N. E., Oldyreva I. M., Makarova T. S.** The characteristics of the winter durum wheat varieties according to grain quality and pasta properties **26**

**Vasilchenko S. A., Metlina G. V.** The effect of cultivation technologies on chickpea productivity in the southern part of the Rostov region **32**

**Shlyakhtina E. A., Rylova O. N.** The estimation results of the adaptive indicators of the traits "productivity" and "a falling number" of the winter rye varieties in the Kirov region **38**

**Sukharev A. A., Zelenskaya G. M.** The choice of the terms and methods of nitrogen additional fertilizing for winter bread wheat in the southern part of the Rostov region **43**

#### PLANT-BREEDING AND SEED PRODUCTION OF AGRICULTURAL CROPS

**Goldvarg B. A., Boktaev M. V., Filippov E. G., Dontsova A. A.** Ecological testing of the winter barley varieties in the conditions of the Republic of Kalmykia **48**

**Kostylev P. I., Krasnova E. V., Aksenov A. V., Balyukova E. S.** Inheritance of quantitative traits of the rice hybrid F2-F3 Svetly × Mavr **52**

**Syrkina L. F., Kosykh L. A., Antimonov A. K., Antimonova O. N.** The new early-ripening grain sorghum variety "Derzhavnoe" **58**

#### PLANT PROTECTION

**Kremneva O. Yu., Kostenko I. A., Pachkin A. A., Danilov R. Yu., Ponomarev A. V., Kim Yu. S.** Mapping of the distribution and development of phytopathogens in wheat and barley by the NextGIS application **61**

**Konkova E. A., Lyashcheva S. V.** Yellow leaf spot of winter bread wheat in the Saratov region **67**

**Gradoboeva T. P., Batalova G. A.** The effect of environmental factors on oats resistance to loose smut **72**

## ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ УРОЖАЙНОСТИ С МОРФОБИОЛОГИЧЕСКИМИ ПРИЗНАКАМИ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ГОРОХА ПОСЕВНОГО

**А. Р. Ашиев**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, arkady.ashiev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2101-2321;  
**К. Н. Хабибуллин**, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, kira1992k@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4136-1649  
 ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,  
 347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

В статье представлены результаты исследований по изучению взаимосвязей урожайности с морфобиологическими признаками коллекционных образцов гороха посевного. Исследования проводили в ФГБНУ «АНЦ «Донской», расположенном в южной зоне Ростовской области. Цель исследований – анализ взаимосвязи количественных признаков образцов коллекции гороха с их урожайностью. Изучение коллекции гороха проводили в коллекционном питомнике гороха посевного в 2017–2019 гг. в соответствии с методическими указаниями ВИР по изучению зернобобовых культур (1975), методикой Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (2019) и методикой полевого опыта (2012). Объектами исследований являлись 100 образцов гороха посевного из мировой коллекции ВИГРР им. Н. И. Вавилова отечественной и зарубежной селекции. В качестве стандарта использовали сорт Аксайский усатый 5. Предшественник – озимая пшеница. Посев коллекционных образцов проводили в третьей декаде марта сеялкой ССФК-7 с нормой высева 1,2 млн всхожих семян на 1 га, с шириной междурядий 15 см. Делянки – семирядковые. Площадь делянки – 5 м<sup>2</sup>. Повторность – однократная. Учетная площадь – 0,25 м<sup>2</sup>. Было установлено, что урожайность в среднем за 2017–2019 гг. варьировала от 1,12 т/га (Омега, Молдова) до 2,82 т/га (Казанец, Россия) (в среднем по коллекции – 2,13 т/га). Наиболее урожайными были образцы с высотой растений 45–55 см; средним количеством бобов 2,7–3,3 шт./раст.; массой 1000 семян 210–270 г; вегетационным периодом 69–73 дня; массой семян с растения 3,3–4,3 г; средним количеством семян 13–19 шт./раст. Результаты исследований изучения взаимосвязей морфобиологических признаков с урожайностью образцов коллекции гороха посевного будут использованы как исходный материал в дальнейшей селекционной работе.

**Ключевые слова:** горох, коллекция, урожайность, зависимость, вариация, корреляция.

**Для цитирования:** Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н. Изучение взаимосвязей урожайности с морфобиологическими признаками коллекционных образцов гороха посевного // *Зерновое хозяйство России*. 2020. № 3(69). С. 3–7. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-69-3-3-7



## THE STUDY OF CORRELATION BETWEEN PRODUCTIVITY AND MORPHOBIOLOGICAL TRAITS OF THE COLLECTION PEAS SAMPLES

**A. R. Ashiev**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for legumes breeding and seed production, arkady.ashiev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2101-2321;  
**K. N. Khabibullin**, junior researcher of the laboratory for legumes breeding and seed production, kira1992k@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4136-1649  
 Agricultural Research Center "Donskoy",  
 347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current paper has presented the study results of correlation between productivity and morphobiological traits of the collection peas samples. The study was carried out at the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy", located in the southern part of the Rostov region. The purpose of the study was to analyze the correlation between the quantitative traits of collection peas samples and their productivity. The study of the pea collection was conducted in the collection nursery of pea in 2017–2019, in accordance with the IPI methodology for the study of legumes (1975), the methodology of the State Commission for Variety Testing of Agricultural Crops (2019) and the methodology of a field trial (2012). The objects of the study were 100 samples of pea of domestic and foreign breeding taken from the world collection of VIGR named after N. I. Vavilov. The variety "Aksaysky Usaty 5" was used as a standard variety. The forerow was winter wheat. The sowing of the collection samples was carried out in the third decade of March with the SSFK-7 seeder, with a seeding rate of 1.2 million germinating seeds per 1 ha, with a row width of 15 cm. The plots contained seven rows. The plot area was 5 m<sup>2</sup> with a single repetition. The registration plot was 0.25 m<sup>2</sup>. There has been identified that in 2017–2019 the average productivity ranged from 1.12 t/ha ("Omega", Moldova) to 2.82 t/ha ("Kazanets", Rossiya) with average 2.13 t/ha in the collection. The most productive samples were plants with a plant height of 45–55 cm, an average number of beans 2.7–3.3 pcs/plant, 1000 seed weight of 210–270 g, a vegetation period of 69–73 days, and seed weight per plant of 3.3–4.3 g, an average number of seeds 13–19 pcs/plant. The study results of correlation between productivity and morphobiological traits of the collection peas samples are going to be used as an initial material in further breeding work.

**Keywords:** peas, collection, productivity, correlation, variation.

**Введение.** Горох в Ростовской области – это основная зернобобовая культура, которая используется как в питании населения, так и в животноводстве и птицеводстве. Увеличенное содержание протеина в семенах решает проблему растительного белка, так как превосходит в несколько раз другие культуры. Семена его содержат до 28% полноценного белка и отличаются хорошими вкусовыми качествами и раз-

варимостью. Также большое значение имеет горох в севообороте как азотфиксирующая культура, обеспечивающая снижение внесения азотсодержащих минеральных удобрений. Сформировав клубеньки, горох приобретает способность усваивать атмосферный азот и накапливать его в почве до 40–50 кг/га и является хорошим предшественником озимых зерновых и других культур (Алабушев и др., 2001).

Приоритетной задачей селекции является создание новых сортов, отвечающих всем современным требованиям сельскохозяйственного производства (Костылев и др., 2016; Некрасова и др., 2017).

Планирование направленной селекции гороха должно быть подкреплено наличием исходного материала или рабочей коллекцией гороха (Ашиев, 2014). При анализе данных в целях повышения урожайности для конкретного региона, в частности южной зоны Ростовской области, должны быть созданы сорта, различающиеся по морфологическим признакам, периоду вегетации и по направлениям использования (Вербицкий, 1992, 2004).

Значение коллекционного и исходного материала в селекции трудно переоценить. По мнению академика И. Г. Калининко (1986), работа по его созданию является такой же важной и неотъемлемой, как и создание новых сортов и гибридов.

Для повышения эффективности селекционной работы необходимо вести целенаправленный поиск новых доноров и источников селекционно ценных признаков. Поэтому углубленное изучение коллекционного материала, направленное на вовлечение в селекционный процесс новых источников хозяйственно ценных признаков и свойств гороха, изучение влияния элементов продуктивности растения на увеличение урожайности являются актуальной задачей и по сей день (Давлетов и др., 2014, 2014).

Цель исследований – анализ взаимосвязи количественных признаков образцов коллекции гороха с их урожайностью. В связи с этим были поставлены задачи:

- проанализировать урожайность коллекционных образцов гороха 2017–2019 гг.;
- провести биометрический анализ образцов по периоду вегетации, высоте растений, количеству бобов и семян с растения, массе семян с растения и 1000 семян;
- оценить корреляционные связи между изученными признаками и выявить их оптимальные значения.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводили в лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2017–2019 гг.

Изучение коллекции гороха проводили в соответствии с методическими указаниями ВИР по изучению зернобобовых культур (1975), методикой полевого опыта (2012) и международного классификатора СЭВ рода *Pisum* L. (1985). В течение вегетации проводились фенологические наблюдения и оценка,

биометрические измерения и учеты в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (2019).

Предшественник – озимая пшеница. Посев коллекционных образцов проводили в третьей декаде марта сеялкой ССФК-7 с нормой высева 1,2 млн всхожих семян на 1 га, с шириной междурядий 15 см. Делянки – семирядковые. Площадь делянки – 5 м<sup>2</sup>. Повторность – однократная. Учетная площадь делянки – 0,25 м<sup>2</sup>. Уборку осуществляли прямым комбайнированием при достижении семенами полной спелости селекционным комбайном Wintersteiger Classic.

Объектами исследований являлись 100 образцов гороха из мировой коллекции ВИГРР им. Н. И. Вавилова.

Метеорологические условия в годы исследований отличались нестабильностью в период вегетации, что позволило объективно оценить образцы по изучаемым признакам.

Погодно-климатические условия 2017 г. были благоприятными для всего периода вегетации гороха. Гидротермический режим вегетации характеризовался избыточным увлажнением, большим количеством осадков на фоне средних температур. Такие условия оказали положительное влияние на рост и развитие растений гороха.

В 2018 г. погодно-климатические условия в течение вегетации гороха характеризовались как остро засушливые, что повлияло на рост и развитие растений. Метеоусловия марта не позволили провести посев гороха в оптимальные календарные сроки из-за низких температур и осадков, вследствие чего посев гороха был смещен на первую декаду апреля.

Метеоусловия 2019 г. характеризовались теплой влажной погодой в марте и мае с небольшим недобором осадков в апреле. Посев был проведен в увлажненную почву вследствие выпадения осадков выше среднесезонной нормы. Лето и конец весны были сухими и жаркими, что способствовало раннему созреванию и формированию низкой массы семян гороха и не позволило получить высокий урожай.

**Результаты и их обсуждение.** В процессе изучения 100 образцов коллекции гороха посевного было выявлено, что в среднем за 2017–2019 гг. урожайность варьировала от 1,12 т/га (Омега, Молдова) до 2,82 т/га (Казанец, Россия) (в среднем по коллекции – 2,13 т/га). В таблице 1 представлены образцы коллекции гороха, показавшие достоверное превышение урожайности к стандарту. Урожайность остальных уступала стандарту или была на уровне с ним.

#### 1. Характеристика выделенных образцов коллекции гороха по урожайности и другим морфобиологическим признакам (среднее за 2017–2019 гг.)

##### 1. Characteristics of the identified collection peas samples according to productivity and other morphobiological traits (average in 2017–2019)

| Сорт, линия            | Урожайность, т/га | Период вегетации, дней | Высота растений, см | Количество бобов, шт./раст. | Количество семян, шт./раст. | Масса 1000 семян, г | Масса семян с растения, шт./раст. |
|------------------------|-------------------|------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| Аксацкий усатый 5, ст. | 2,17              | 80,3                   | 59,1                | 3,3                         | 22,2                        | 153,9               | 3,95                              |
| Казанец (Россия)       | 2,82              | 76,7                   | 64,8                | 2,7                         | 13,4                        | 229,8               | 2,90                              |
| Готик (Австрия)        | 2,77              | 80,7                   | 51,0                | 3,0                         | 19,3                        | 224,3               | 4,03                              |
| Девиз (Украина)        | 2,67              | 80,7                   | 48,2                | 3,1                         | 12,2                        | 248,6               | 3,06                              |
| Светозар (Россия)      | 2,63              | 81,0                   | 78,6                | 4,0                         | 19,0                        | 202,5               | 3,69                              |
| Самарец (Россия)       | 2,61              | 83,3                   | 60,7                | 3,3                         | 15,5                        | 206,7               | 3,16                              |
| Рамус (Россия)         | 2,56              | 74,0                   | 45,6                | 3,8                         | 17,0                        | 240,6               | 3,76                              |
| Усач (Украина)         | 2,54              | 79,3                   | 62,8                | 3,1                         | 13,6                        | 216,0               | 2,76                              |
| Корал (Украина)        | 2,53              | 80,3                   | 53,9                | 3,2                         | 19,2                        | 221,5               | 4,11                              |
| Модус (Украина)        | 2,53              | 81,3                   | 50,0                | 3,6                         | 15,6                        | 233,5               | 3,55                              |

|                             |      |      |      |      |      |       |      |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|-------|------|
| 324/76 F. у. (Россия)       | 2,50 | 80,7 | 64,1 | 3,4  | 17,8 | 216,9 | 4,42 |
| Зерноградский 4 (Россия)    | 2,48 | 79,3 | 52,6 | 3,0  | 20,6 | 217,1 | 4,23 |
| 525/80 (Украина)            | 2,48 | 79,7 | 64,2 | 3,2  | 16,1 | 197,5 | 3,58 |
| Благодатный (Украина)       | 2,48 | 81,0 | 58,4 | 3,4  | 17,8 | 225,1 | 4,04 |
| Л-26253 (Россия)            | 2,47 | 79,3 | 54,8 | 3,1  | 14,7 | 251,6 | 3,86 |
| Фаленский усатый (Россия)   | 2,47 | 80,3 | 44,5 | 3,7  | 19,0 | 213,5 | 4,12 |
| Степняк (Украина)           | 2,45 | 78,3 | 55,4 | 2,8  | 14,8 | 228,5 | 3,09 |
| Флагман 12 (Россия)         | 2,45 | 80,3 | 56,6 | 3,4  | 19,7 | 220,1 | 4,33 |
| Спрут 2 (Россия)            | 2,44 | 68,0 | 46,3 | 3,4  | 11,9 | 250,1 | 2,81 |
| Орел-330 (Россия)           | 2,43 | 81,0 | 44,3 | 3,8  | 13,0 | 217,4 | 3,30 |
| Лавр (Россия)               | 2,42 | 81,3 | 65,5 | 3,6  | 18,0 | 207,0 | 3,73 |
| Аз-97-775 (Россия)          | 2,40 | 80,3 | 46,3 | 3,2  | 18,2 | 252,3 | 4,76 |
| Аннушка (Россия)            | 2,40 | 78,3 | 77,9 | 3,2  | 17,5 | 197,0 | 3,68 |
| ОР-2157 (Орел)              | 2,40 | 80,3 | 69,0 | 3,1  | 18,1 | 200,2 | 3,94 |
| 269/79 (Украина)            | 2,40 | 82,7 | 63,1 | 4,8  | 18,1 | 185,6 | 3,53 |
| Л-26120 (Россия)            | 2,40 | 78,0 | 65,6 | 4,7  | 18,4 | 210,9 | 4,20 |
| R-4006 (Польша)             | 2,39 | 81,3 | 56,2 | 3,5  | 21,0 | 178,4 | 3,82 |
| Стоик (Россия)              | 2,39 | 81,7 | 45,1 | 4,0  | 17,3 | 210,6 | 3,38 |
| Мутант МС-1 (Россия)        | 2,38 | 80,0 | 38,2 | 3,1  | 14,4 | 159,8 | 2,24 |
| 576/80 (Украина)            | 2,37 | 79,0 | 59,7 | 3,4  | 13,3 | 256,8 | 3,94 |
| Памяти Хангильдина (Россия) | 2,36 | 80,3 | 56,1 | 3,4  | 15,0 | 219,4 | 3,81 |
| Рассвет (Россия)            | 2,35 | 78,3 | 66,4 | 5,4  | 18,9 | 206,0 | 3,55 |
| Среднее                     | 2,13 | 79,7 | 54,2 | 3,65 | 17,8 | 206,6 | 3,66 |
| Станд. откл.                | 0,17 | 3,14 | 10,8 | 0,66 | 5,88 | 27,0  | 0,68 |
| Козф. вариации, %           | 16,1 | 3,93 | 20,0 | 18,0 | 32,9 | 13,0  | 18,6 |

Урожайность стандартного сорта Аксайский усатый 5 составила в среднем 2,17 т/га. Также были изучены образцы коллекции гороха посевного, которые выделились по урожайности семян, и их морфобиологические признаки.

Изученные количественные признаки образцов коллекции варьировали в различной степени от характера признака. В меньшей степени варьировал признак «период вегетации» (3,93%), в большей – «количество семян с растения» (32,9%).

Высота растений не является элементом структуры урожайности, но она тесно связана с устойчивостью к полеганию, засухоустойчивостью и продуктивностью. Корреляция между урожайностью и высотой растений была низкой положительной ( $r = 0,07 \pm 0,10$ ) (рис. 1).

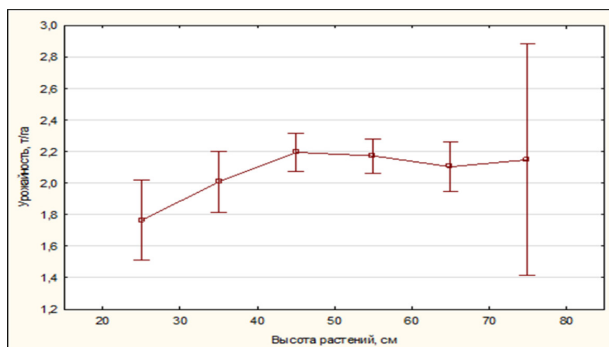


Рис. 1. Зависимость урожайности семян образцов коллекции гороха от высоты растений

Fig. 1. Correlation between peas seed productivity and plant height

Наиболее урожайными были образцы с высотой растений 45–55 см, а при дальнейшем увеличении этого признака наблюдалась тенденция снижения урожайности у высокорослых образцов.

В получении высоких урожаев гороха большое значение имеет продолжительность вегетационного периода, соответствующая конкретным климатическим особенностям района возделывания. В наших исследованиях данный признак варьировал от 68 дней (Спрут 2, Россия) до 85 дней (Young Island, США). Взаимосвязь урожайности семян и периода вегетации слабая отрицательная ( $r = -0,28 \pm 0,09$ ) (рис. 2).

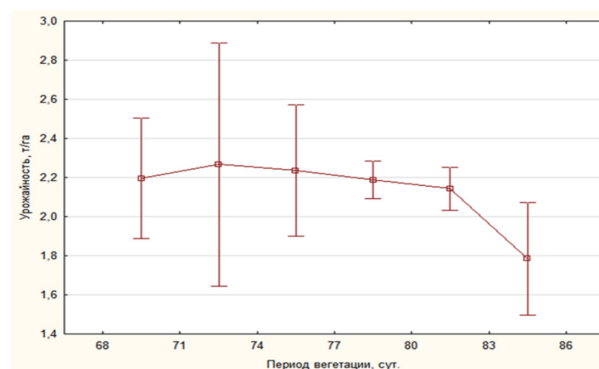


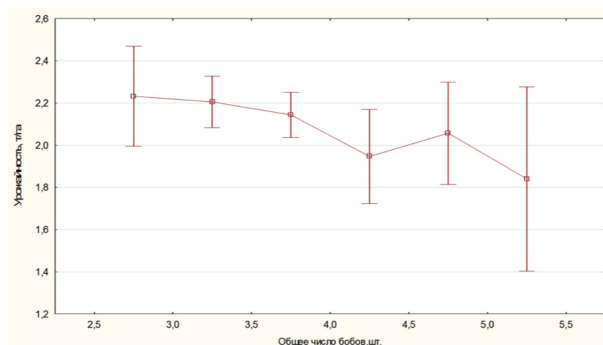
Рис. 2. Зависимость урожайности семян образцов коллекции гороха от периода вегетации

Fig. 2. Correlation between peas seed productivity and vegetation period

Наиболее урожайными были раннеспелые образцы с вегетационным периодом 69–73 дня, а при дальнейшем увеличении этого признака наблюдается тенденция снижения урожайности у позднеспелых образцов из-за нехватки влаги.

Количество бобов на растении варьировало от 2,6 шт./раст. (Consort, Великобритания) до 5,5 шт./раст. (DSS – 455, Литва), в среднем по коллекции –

3,65 шт./раст. Взаимосвязь количества бобов на растении и урожайности семян слабая положительная ( $r = 0,18 \pm 0,09$ ) (рис. 3).

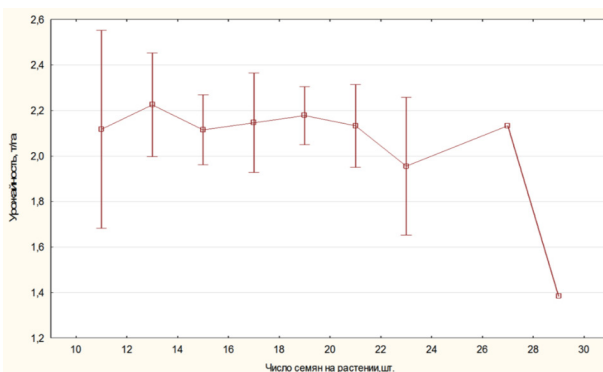


**Рис. 3.** Зависимость урожайности семян образцов коллекции гороха от количества бобов на растении

**Fig. 3.** Correlation between peas seed productivity and number of beans per a plant

Максимальную урожайность сформировала группа образцов со средним количеством бобов 2,7–3,3 шт./раст. Увеличение количества бобов вело к снижению урожайности.

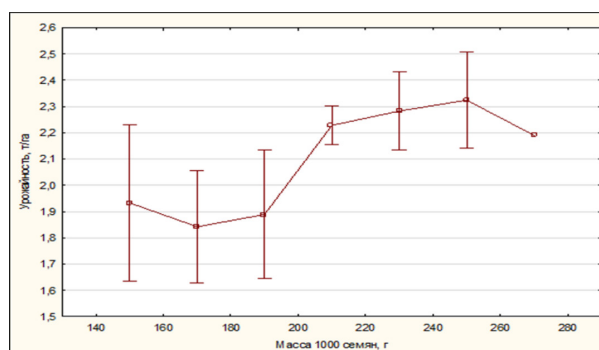
Количество семян на растении является одним из наиболее важных признаков в структуре урожая. Колебание данного признака у образцов составило от 11,7 шт./раст. (Б-887, Россия) до 67,0 шт./раст. (Черниговский, Украина) при среднем по коллекции 17,8 шт./раст., стандартное отклонение – 5,88 шт./раст. Взаимосвязь количества семян на растении и урожайности семян слабая отрицательная ( $r = -0,23 \pm 0,09$ ). Максимальную урожайность сформировали образцы со средним количеством семян (13–19 шт./раст.) (рис. 4).



**Рис. 4.** Зависимость урожайности семян образцов коллекции гороха от количества семян с растения

**Fig. 4.** Correlation between peas seed productivity and number of seeds per a plant

Средний показатель массы 1000 семян по коллекции у изучаемых образцов был 206,6 г (станд. откл. – 20,7 г), варьирование составило от 133,8 г (DSS – 455, Литва) до 274 г (Flavanda, Нидерланды). Максимальную урожайность сформировали образцы с массой 1000 семян 210–270 г (рис. 5).

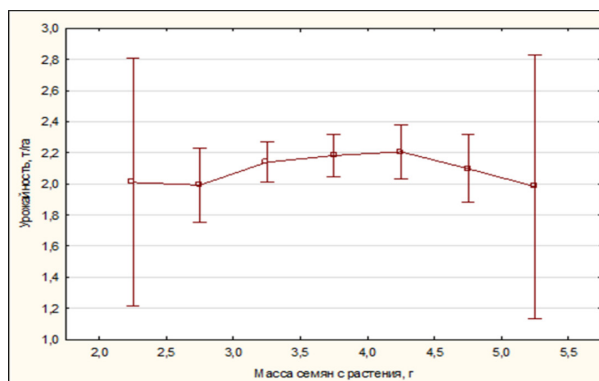


**Рис. 5.** Зависимость урожайности семян образцов коллекции гороха от массы 1000 семян

**Fig. 5.** Correlation between peas seed productivity and 1000-seed weight

Установлена средняя положительная корреляция урожайности с массой 1000 семян ( $r = 0,43 \pm 0,09$ ).

Масса семян с одного растения в среднем по коллекции составила 3,66 г, варьируя от 2,18 г (Neve, Франция) до 5,33 г (Чишминский 80, Россия) (рис. 6).



**Рис. 6.** Зависимость урожайности семян образцов коллекции гороха с массой семян с растения

**Fig. 6.** Correlation between peas seed productivity and seed weight per a plant

Максимальную урожайность сформировали образцы с массой семян с растения 3,3–4,3 г. Увеличение массы семян с растения имело тенденцию к слабому увеличению урожайности ( $r = 0,08 \pm 0,10$ ).

**Выводы.** В процессе изучения 100 образцов коллекции гороха посевного было выявлено, что в период 2017–2019 гг. урожайность варьировала от 1,12 т/га (Omega, Молдова) до 2,82 т/га (Казанец, Россия) (в среднем по коллекции – 2,13 т/га).

Наиболее урожайными были образцы с высотой растений 45–55 см; средним количеством бобов 2,7–3,3 шт./раст.; массой 1000 семян 210–270 г; вегетационным периодом 69–73 дня; массой семян с растения 3,3–4,3 г; средним количеством семян 13–19 шт./раст.

Результаты изучения взаимосвязей морфобиологических признаков с урожайностью образцов коллекции гороха посевного будут использованы как исходный материал в дальнейшей селекционной работе.

#### Библиографические ссылки

1. Вербицкий Н. М. О некоторых аспектах селекции гороха // Научное обеспечение производства зернобобовых и крупяных культур. Орел, 2004. С. 403–407.
2. Вербицкий Н. М. Селекция гороха в условиях Северного Кавказа. Ростов н/Д., 1992. 259 с.
3. Давлетов Ф. А., Гайнуллина К. П., Ашиев А. Р., Новикова Л. Ю. Изучение генетического разнообразия коллекционного материала гороха посевного (*Pisum sativum* L.) в условиях Республики Башкортостан // Зерновое хозяйство России. 2014. № 4. С. 44–52.

4. Давлетов Ф. А., Гайнуллина К. П., Ашиев А. Р. Новый сорт зернового гороха Памяти Хангильдина // Зернобобовые и крупяные культуры. 2014. № 2(10). С. 26–31.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5-е изд., доп. и перераб. М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.
6. Калинин И. Г. Селекция озимой пшеницы: результаты, перспективы, проблемы, поиски // Селекция и семеноводство. 1986. № 6. С. 2–7.
7. Костылев П. И., Краснова Е. В., Редькин А. А., Калиевская Ю. П. Перспективы использования суходольного риса в Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2016. № 6(48). С. 13–19.
8. Международный классификатор СЭВ рода *Pisum* L. Л., 1986. 52 с.
9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. I: Общая часть. М., 2019. 384 с.
10. Некрасова О. А., Костылев П. И., Некрасов Е. И. Модель сорта в селекции озимой пшеницы (обзор) // Зерновое хозяйство России. 2017. № 5(53). С. 29–32.

#### References

1. Verbickij N. M. O nekotoryh aspektah selekcii goroha [On some aspects of peas breeding] // Nauchnoe obespechenie proizvodstva zernobobovyh i krupyanyh kul'tur. Orel, 2004. S. 403–407.
2. Verbickij N. M. Selekcija goroha v usloviyah Severnogo Kavkaza [Peas breeding in the North Caucasus]. Rostov n/D., 1992. 259 s.
3. Davletov F. A., Gajnullina K. P., Ashiev A. R., Novikova L. Yu. Izuchenie geneticheskogo raznoobraziya kollekcionnogo materiala goroha posevnogo (*Pisum sativum* L.) v usloviyah Respubliki Bashkortostan [The study of the genetic diversity of the collection material of peas (*Pisum sativum* L.) in the Republic of Bashkortostan] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 4. S. 44–52.
4. Davletov F. A., Gajnullina K. P., Ashiev A. R. Novyj sort zernovogo goroha Pamyati Hangil'dina [The new variety of grain peas "Pamyati Khangildina"] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2014. № 2(10). S. 26–31.
5. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. 5-e izd., dop. i pererab. M.: Kniga po trebovaniyu, 2012. 352 s.
6. Kalinenko I. G. Selekcija ozimoy pshenicy: rezul'taty, perspektivy, problemy, poiski [Winter wheat breeding: results, prospects, problems, searches] // Selekcija i semenovodstvo. 1986. № 6. S. 2–7.
7. Kostylev P. I., Krasnova E. V., Red'kin A. A., Kalievskaya Yu. P. Perspektivy ispol'zovaniya suhodol'nogo risa v Rostovskoj oblasti [Prospects for the use of upland rice in the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 6(48). S. 13–19.
8. Mezhdunarodnyj klassifikator SEV roda *Pisum* L [International Classifier for CMEA of the genus *Pisum* L.]. L., 1986. 52 s.
9. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Methods of State Variety Testing of agricultural crops]. Vyp. I: Obshchaya chast'. M., 2019. 384 s.
10. Nekrasova O. A., Kostylev P. I., Nekrasov E. I. Model' sorta v selekcii ozimoy pshenicy (obzor) [Variety model in winter wheat breeding (review)] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 5(53). S. 29–32.

Поступила: 21.05.20; принята к публикации: 04.06.20.

**Критерии авторства.** Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Авторский вклад.** Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н. — концептуализация исследования, подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**

УДК 633.11:631.559:631.8(470.61)

## РАСХОД ВЛАГИ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НИВА СТАВРОПОЛЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ БИОПРЕПАРАТОВ И УДОБРЕНИЙ НА ДОНУ

**Д. А. Репка**, аспирант, dmrepka@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8761-1255;

**Л. П. Бельтюков**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии и селекции сельскохозяйственных культур, kuv.ek61@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-3821-1025;

**Ю. В. Гордеева**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии и селекции сельскохозяйственных культур, gordeeva\_julia88@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-2416-183X

Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»,

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Ленина, 21

Целью исследований было определение расхода влаги на формирование урожайности озимой пшеницы под влиянием биопрепаратов и удобрений. В условиях недостаточного и неустойчивого увлажнения Ростовской области минеральные гранулированные удобрения, применяемые при возделывании озимой пшеницы из-за дефицита влаги в почве, не всегда дают положительный эффект. В этом случае, по нашему мнению, очень перспективным направлением является использование новых биопрепаратов и удобрений в жидком виде для предпосевной обработки семян и вегетирующих растений. На основании этого были проведены полевые опыты по изучению влияния различных водорастворимых удобрений и биопрепаратов на расход влаги и продуктивность озимой пшеницы Нива Ставрополя в посевах по черному пару. Полевые опыты проводили в 2016–2018 гг. в СПК (СА) «Русь» Сальского района, расположенного в южной зоне Ростовской области. В исследованиях изучали биопрепараты Экстрасол, Росток, Аквамикс и водорастворимые удобрения Акварин 5 и Акварин 9 на фоне внесения оптимальных доз удобрений. Исследования показали, что наиболее эффективным было совместное использование биопрепаратов и водорастворимых удобрений: Аквамикс 0,1 кг/т при обработке семян + Акварин 5 (2 кг/га) в фазу кущения + Акварин 9 (2 кг/га) в фазу колошения при обработке по вегетации растений на фоне внесения минеральных удобрений. При этом прибавка урожая к контролю составила 36%.

**Ключевые слова:** озимая пшеница, биопрепараты, удобрения, влажность почвы.

**Для цитирования:** Репка Д. А., Бельтюков Л. П., Гордеева Ю. В. Расход влаги на формирование урожайности озимой пшеницы Нива Ставрополя под влиянием биопрепаратов и удобрений на Дону // Зерновое хозяйство России. 2020. № 3(69). С. 8–11. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-69-3-8-11.



## MOISTURE CONSUMED BY THE WINTER WHEAT VARIETY “NIVA STAVROPOLIYA” TO PRODUCE YIELDS WITH THE USE OF BIOLOGICAL PRODUCTS AND FERTILIZERS IN THE DON AREA

**D. M. Repka**, post graduate, dmrepka@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8761-1255;

**L. P. Beltyukov**, Doctor of Agricultural Sciences, professor of the department of agronomy and breeding of agricultural crops, ORCID ID: 0000-0003-3821-1025;

**Yu. V. Gordeeva**, Candidate of Agricultural Sciences, associate professor of the department of agronomy and breeding of agricultural crops, gordeeva\_julia88@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-2416-183X

Azov-Blacksea Engineering Institute Donskoy SAU,  
347740, Rostov region, Zernograd, Lenin Str., 21

The purpose of the current study was to determine the amount of moisture consumed by winter wheat to produce yields with the use of biological products and fertilizers. Under the conditions of insufficient and unstable moisture in the Rostov region, the granular mineral fertilizers applied in winter wheat cultivation caused by a moisture deficit do not always give a positive effect. In this case, in our opinion, the use of new biological products and fertilizers in a liquid form for the pre-sowing treatment of seeds and vegetative plants is a very promising direction. Thus, there have been carried out field trials to study the effect of various water-soluble fertilizers and biological products on the moisture consumption and productivity of winter wheat variety “Niva Stavropoliya” sown in fallow lands. The field trials were conducted in 2016–2018 at the AFC (SA) “Rus” of the Salsky district, located in the southern part of the Rostov region. There have been studied such biological products as “Extrasol”, “Rostok”, “Aquamix” and water-soluble fertilizers “Aquarin 5” and “Aquarin 9” when using optimal doses of fertilizers. The trials have shown that the combined use of biological products and water-soluble fertilizers was the most effective, when used 0.1 kg/t “Aquamix” for seed treatment + 2 kg/ha “Aquarin 5” during a period of tillering + 2 kg/ha “Aquarin 9” during a period of head formation together with the use of mineral fertilizers. As a result, productivity increase was 36% compared with that of the control.

**Keywords:** winter wheat, bio products, fertilizers, soil moisture.

**Введение.** Лимитирующим фактором, ограничивающим уровень урожайности озимой пшеницы в условиях Ростовской области, является наличие в почве доступной для растений продуктивной влаги (Ермоленко, 1999; Калинин, 2000; Листопадов, 2001). Потребность в воде растения испытывают в течение всего вегетационного периода, поскольку с ней связаны все жизненные процессы (Вериги и Разумова, 1963; Слейчер, 1970).

В условиях области накопление влаги в почве начинается в октябре – ноябре и продолжается в зимний и весенний периоды. При этом максимальные запасы влаги в почве отмечаются весной: третья декада марта – первая декада апреля. Глубина промокания при этом составляет от 60 см на юго-востоке до 110 см на юго-западе. Запасы продуктивной влаги в промоченном слое почвы в это время составляют: на юго-востоке – 90–100 мм; в центральных и северных районах –

120–150 мм; в южных и юго-западных – 160–180 мм (Хрусталева и др., 2002; Свислюк, 2005).

В критический период наибольшей потребности растений озимой пшеницы в воде (фаза колошения) запасы продуктивной влаги значительно снижаются до 25–40 мм на юго-востоке и до 45–65 мм на остальной территории области. Поэтому недостаток влаги в почве в этот период в совокупности с высокими температурами воздуха является основной причиной снижения урожайности озимой пшеницы в нашем регионе.

По данным ученых ВНИИЗК (Алабушев и др., 2015), к моменту посева озимых существует следующая градация по запасам продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см: >160 мм – очень хорошие; 130–160 мм – хорошие; 90–130 мм – удовлетворительные; <90 мм – плохие. К фазе колошения озимой пшеницы для слоя почвы 0–100 см оценка запасов влаги следующая: >80 мм – хорошие; 60–80 мм – удовлетворительные; 40–60 мм – плохие; <40 мм – критические.

По данным ученых Ставропольского НИИСХ (Курпиченков, 2005), в этот период общий суточный расход влаги составляет 3 мм. Поэтому при отсутствии осадков и наличии продуктивной влаги в метровом слое почвы можно определить величину периода, на который хватит продуктивной влаги растениям озимой пшеницы.

В связи с этим в условиях недостаточного и неустойчивого увлажнения поиск новых путей более рационального использования почвенной влаги на формирование урожая приобретает большую актуальность.

**Материалы и методы исследований.** Полевые опыты проводили в 2016–2018 гг. в СПК (СА) «Русь» Сальского района, расположенном в южной зоне Ростовской области. Почва опытных участков – чернозем обыкновенный карбонатный, по гранулометрическому составу тяжелосуглинистый.

Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы свидетельствует о небольшом содержании гумуса – 3,0–3,2%; среднем по  $P_2O_5$  – 18–23 мг; повышенным по  $K_2O$  – 340–400 мг/кг почвы, а также о нейтральной реакции почвенной среды pH – 7,0–7,2.

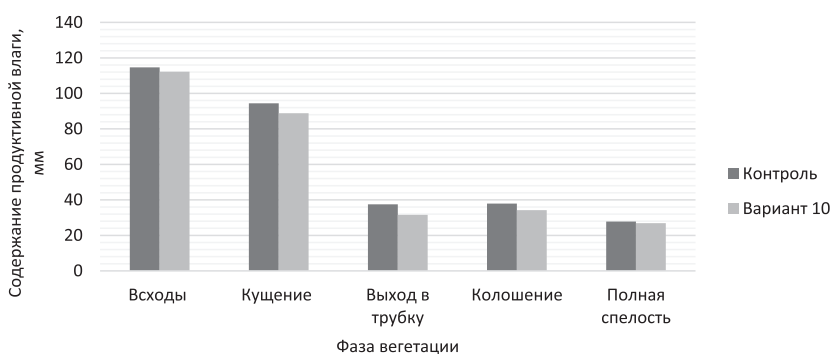
Объектом исследований послужил районированный в южной зоне сорт озимой пшеницы интенсивного типа селекции Ставропольского НИИСХ Нива Ставрополя в посевах по черному пару. Площадь учетной делянки – 0,25 га; повторность – четырехкратная. Посев озимой пшеницы проводили в оптимальные сроки сеялкой СЗ-3,6 семенами первого класса по севоному стандарту репродукции элита с нормой высева 400 всхожих зерен на 1 м<sup>2</sup>. Способ посева – рядовой с междурядьями 15 см и глубиной заделки семян 5–6 см. Учет урожая в опытах проводили комбайном ACROS с последующим пересчетом зерна на 14% влажность.

Минеральные удобрения в виде фона вносили под основную обработку почвы в дозе  $P_{60}K_{40}$  под вспашку. Кроме того, проводили по две азотные подкормки  $N_{30}$  в фазы кущения и колошения. Обработку семян биопрепаратами проводили в день посева, а обработку растений по вегетации – в те же фазы, что и азотные подкормки. Опрыскивание проводили с помощью ОП-2500 и использованием рабочего раствора 200 л/га.

В целом закладка и проведение полевых опытов, выполнение почвенных анализов, статистическая обработка полученных данных были выполнены по современным методикам и ГОСТам. Полная схема опытов приведена в таблице по урожайности.

**Результаты и их обсуждение.** Погодные условия в годы проведения опытов сложились различно. При среднегодовом количестве осадков 530,5 мм за 2015/2016 сельскохозяйственный год выпало 708 мм; за 2016/2017 с/х г. – 562 мм и за 2017/2018 с/х г. – 371 мм. Однако распределение осадков в течение вегетационного периода наиболее благоприятным было в 2016/2017 сельскохозяйственном году, когда и был получен наибольший урожай зерна.

Изучение динамики влажности почвы под озимой пшеницей проводилось в двух вариантах опыта: контроль (без внесения удобрений) и вариант 10 – самый урожайный в опыте. В среднем за годы исследований запасы продуктивной влаги в фазе всходов озимой пшеницы по пару в слое почвы 0–100 см составили 112,2–114,7 мм (рис. 1).



**Рис. 1.** Динамика продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см под озимой пшеницей в зависимости от применения биопрепаратов и удобрений, мм (2016–2018 гг.)

**Fig. 1.** Dynamics of productive moisture in the soil layer 0–100 cm of winter wheat, depending on the use of biological products and fertilizers, mm (2016–2018)

К фазе весеннего кущения запасы влаги несколько снизились по сравнению с начальными данными и составили 88,8–94,4 мм. В дальнейшем при потреблении влаги растениями озимой пшеницы на создание урожая запасы влаги продолжали снижаться до уровня 26,9–37,5 мм, достигая минимума к фазе полной спелости.

Необходимо отметить, что во все годы исследований запасы продуктивной влаги были несколько

ниже на варианте совместного применения биопрепаратов и удобрений в сравнении с контролем, что объясняется повышенным расходом влаги на формирование урожайности более развитым стеблем на удобренных вариантах опыта. В условиях недостаточного и неустойчивого увлажнения важным показателем является расход влаги на единицу продукции (табл. 1).

# 1. Суммарное водопотребление и расход влаги озимой пшеницей Нива Ставрополя под влиянием совместного применения биопрепаратов и удобрений (2016–2018 гг.)

## 1. The total amount of water and moisture consumed by the winter wheat variety "Niva Stavropoliya" with the combined use of biological products and fertilizers (2016–2018)

| Год     | Вариант опыта | Содержание продуктивной влаги в слое 0–100 см, мм |        | Выпало осадков за период вегетации, мм | Суммарное водопотребление, мм | Урожайность, т/га | Расход воды на 1 т зерна, т |
|---------|---------------|---------------------------------------------------|--------|----------------------------------------|-------------------------------|-------------------|-----------------------------|
|         |               | посев                                             | уборка |                                        |                               |                   |                             |
| 2016    | Контроль      | 112,4                                             | 83,5   | 438,4                                  | 467,3                         | 4,05              | 1154                        |
|         | Вариант 10    | 107,4                                             | 80,6   | 438,4                                  | 465,2                         | 5,70              | 816                         |
| 2017    | Контроль      | 153,4                                             | 0      | 260,2                                  | 413,6                         | 4,85              | 853                         |
|         | Вариант 10    | 150,2                                             | 0      | 260,2                                  | 410,4                         | 6,95              | 591                         |
| 2018    | Контроль      | 78,4                                              | 0      | 247,5                                  | 325,9                         | 3,46              | 942                         |
|         | Вариант 10    | 79,0                                              | 0      | 247,5                                  | 326,5                         | 4,13              | 790                         |
| Среднее | Контроль      | 114,7                                             | 27,8   | 315,4                                  | 402,3                         | 4,12              | 983                         |
|         | Вариант 10    | 112,2                                             | 26,9   | 315,4                                  | 400,7                         | 5,59              | 732                         |

Исследования показали, что величина суммарного водопотребления озимой пшеницей изменялась в разрезе изучаемых лет. Так, например, максимальным этот показатель был в 2016 г. – 465,2–467,3 мм, а наименьшим в 2018 г. – 325,9–326,5 мм. Основное влияние на этот показатель оказывало количество осадков, выпавшее за вегетационный период этой культуры.

Расход воды на формирование 1 тонны зерна озимой пшеницы определяли путем деления суммарного водопотребления на урожайность данной культуры. Как показали опыты, величина расхода влаги зависела как от погодных условий года и уровня урожайно-

сти, так и от применения биопрепаратов и удобрений. Так, наименьшим расход влаги на формирование одной тонны зерна был в самом благоприятном как по увлажнению, так и по урожайности 2017 г. – 591–853 т. В среднем за три года расход влаги на тонну зерна озимой пшеницы на контроле составил 983 т, а на варианте совместного применения удобрений и биопрепаратов он был значительно ниже – 732 т, то есть изучаемые факторы способствовали более экономному расходу влаги на формирование урожая.

В опытах влияние на урожайность озимой пшеницы оказывали погодные условия, предшественники и применяемые биопрепараты и удобрения (табл. 2).

## 2. Влияние биопрепаратов и удобрений на урожайность озимой пшеницы Нива Ставрополя (2017–2018 гг.)

### 2. The effect of biological products and fertilizers on the productivity of the winter wheat variety "Niva Stavropoliya" (2017–2018)

| Вариант опыта                                                                     | Сорт Нива Ставрополя |                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|----|
|                                                                                   | урожайность, т/га    | прибавка к контролю |    |
|                                                                                   |                      | т/га                | %  |
| Контроль (без удобрений), обработка водой ОС + ОР <sub>1</sub> + ОР <sub>2</sub>  | 4,12                 | –                   | –  |
| Фон Р <sub>60</sub> К <sub>40</sub> под вспашку                                   | 4,73                 | 0,61                | 15 |
| Фон + Экстрасол (ОС)                                                              | 5,13                 | 1,01                | 24 |
| Фон + Экстрасол (ОС + ОР <sub>1</sub> + ОР <sub>2</sub> )                         | 5,28                 | 1,16                | 28 |
| Фон + Росток (ОС)                                                                 | 5,12                 | 1,00                | 24 |
| Фон + Росток (ОС + ОР <sub>1</sub> + ОР <sub>2</sub> )                            | 5,31                 | 1,19                | 29 |
| Фон + Аквамикс (ОС)                                                               | 5,29                 | 1,17                | 28 |
| Фон + Аквамикс (ОС) + Акварин 5 (ОР <sub>1</sub> )                                | 5,37                 | 1,25                | 30 |
| Фон + Аквамикс (ОС) + Акварин 5 (ОР <sub>1</sub> + ОР <sub>2</sub> )              | 5,50                 | 1,38                | 33 |
| Фон + Аквамикс (ОС) + Акварин 5 (ОР <sub>1</sub> ) + Акварин 9 (ОР <sub>2</sub> ) | 5,59                 | 1,47                | 36 |

Примечание: ОС – обработка семян N<sub>30</sub> в фазе кущения; ОР<sub>1</sub> – обработка растений в фазу кущения, N<sub>30</sub> в фазе колошения; ОР<sub>2</sub> – обработка растений в фазу колошения.

Применение всех изучаемых препаратов положительно повлияло на рост урожайности в сравнении с контролем и удобрённым фоном. Наибольшая урожайность – 5,59 т/га, в том числе прибавка урожая к контролю – 1,47 т/га, была получена при совместном применении минеральных удобрений и биопрепаратов в варианте Р<sub>60</sub>К<sub>40</sub> до посева + N<sub>30</sub> в фазу кущения + N<sub>30</sub> в фазу колошения + Аквамикс (0,1 л/т для обработки семян) + Акварин 5 (2 кг/га в кущение) + Акварин 9 (2 кг/га в фазу колошения).

**Выводы.** В условиях южной зоны Ростовской области при возделывании озимой пшеницы Нива

Ставрополя в посевах по предшественнику черный пар применение изучаемых биопрепаратов на удобренном фоне положительно влияет на снижение расхода влаги на единицу продукции и рост урожайности этой культуры. При этом наиболее целесообразным было совместное применение минеральных удобрений Р<sub>60</sub>К<sub>40</sub> до посева + N<sub>30</sub> в кущение + N<sub>30</sub> в колошение в виде фона + Аквамикс (0,1 л/т – обработка семян) + Акварин 5 (2 кг/га в фазу кущения) + Акварин 9 (2 кг/га в фазу колошения). Прирост урожайности в этом случае по отношению к контролю составляет 36%.

**Библиографические ссылки**

1. Вериго С. А., Разумова Л. А. Почвенная влага. Л.: Гидрометеиздат, 1963. 328 с.
2. Ермоленко В. П. Научные основы земледелия Дона. М.: КК «Родник», 1999. 176 с.
3. Калинин И. Г. Возделывание озимой пшеницы на Дону. Зерноград, 2000. 39 с.
4. Куприченко М. Т. Почвы Ставрополя. Ставрополь: Ставропольская краевая типография, 2005. 424 с.
5. Листопадов И. Н. Зависимость урожая озимой пшеницы от запасов влаги в верхних слоях почвы // Зерновые культуры. 2001. № 7. С. 25.
6. Свисюк И. В. Погода и урожайность озимой пшеницы на Северном Кавказе и Нижнем Поволжье. Ростов н/Д.: АКРП, 2005. 311 с.
7. Слейчер Р. Водный режим растений. М.: Мир, 1970. 365 с.
8. Хрусталеv Ю. П., Василенко В. Н., Свисюк И. В. Климат и агроклиматические ресурсы Ростовской области. Ростов н/Д., 2002. 184 с.

**References**

1. Verigo S. A., Razumova L. A. Pochvennaya vlaga [Soil moisture]. L.: Gidrometeoizdat, 1963. 328 s.
2. Ermolenko V. P. Nauchnye osnovy zemledeliya Dona [The scientific basis of Don agriculture]. M.: KK "Rodnik", 1999. 176 s.
3. Kalinenko I. G. Vozdelyvanie ozimoy pshenicy na Donu [The cultivation of winter wheat in the Don area]. Zernograd, 2000. 39 s.
4. Kuprichenkov M. T. Pochvy Stavropol'ya [Soils of the Stavropol Area]. Stavropol': Stavropol'skaya kraevaya tipografiya, 2005. 424 s.
5. Listopadov I. N. Zavisimost' urozhaya ozimoy pshenicy ot zapasov vlagi v verhnih sloyah pochvy [Dependence of winter wheat productivity on moisture reserves in the upper soil layers] // Zernovye kul'tury. 2001. № 7. S. 25.
6. Svisyuk I. V. Pogoda i urozhajnost' ozimoy pshenicy na Severnom Kavkaze i Nizhnem Povolzh'e [Weather and winter wheat productivity in the North Caucasus and the Nizhnee Povolzhie region]. Rostov n/D.: AKRP, 2005. 311 s.
7. Slejcher R. Vodnyj rezhim rastenij [Water regime of plants]. M.: Mir, 1970. 365 s.
8. Hrustalev Yu. P., Vasilenko V. N., Svisyuk I. V. Klimat i agroklimaticheskie resursy Rostovskoj oblasti [Climate and agroclimatic resources of the Rostov region]. Rostov n/D., 2002. 184 s.

Поступила: 30.10.19; принята к публикации: 16.01.20.

**Критерии авторства.** Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Авторский вклад.** Бельтюков Л. П. – концептуализация исследования; Репка Д. А. – подготовка опыта, выполнение полевых, лабораторных опытов и сбор данных; Репка Д. А., Бельтюков Л. П. – анализ данных и их интерпретация; Гордеева Ю. В. – подготовка рукописи.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**

УДК 633.361:631.52:636.086

## ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА КОРМА СОРТОВ ЭСПАРЦЕТА

**С. А. Игнатьев**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории многолетних трав, [mноголетnie.travy@mail.ru](mailto:mноголетnie.travy@mail.ru), ORCID ID: 0000-0003-0715-2982;

**А. А. Регидин**, младший научный сотрудник лаборатории многолетних трав [mноголетnie.travy@mail.ru](mailto:mноголетnie.travy@mail.ru), ORCID ID: 0000-0002-3246-1501

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: [vniizk30@mail.ru](mailto:vniizk30@mail.ru)

В засушливых условиях юга России эспарцет является одной из важных многолетних бобовых кормовых трав. Он имеет ряд хозяйственно-биологических признаков и свойств: нетребовательность к почвенным условиям возделывания, засухоустойчивость, скороспелость, стабильность урожайности зеленой массы и семян, получение семян исключает применение инсектицидов, удобен для выращивания в полевых севооборотах, для использования в качестве сидерата, является хорошим предшественником для озимых культур. Целью исследований являлась оценка продуктивности и качества корма сортов эспарцета селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». По результатам исследований установлено, что сорта эспарцета селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» формировали стабильную и высокую урожайность зеленой массы, сухого вещества и семян. По годам урожайность зеленой массы у сортов эспарцета Велес, Сударь и Шурави варьировала от 30,0 до 36,5 т/га; сухого вещества – от 8,1 т/га до 8,3 т/га, что выше, чем у стандарта Зерноградский 2, на 6,5–12,5% и 8,0–10,7% соответственно. Урожайность семян этих сортов была 0,72–0,77 т/га, или на 9,1–16,7% выше стандарта. Наибольшей урожайностью из них выделялся сорт Шурави. Сорта Велес, Сударь и Шурави превосходили стандарт по сбору с 1 га кормовых единиц на 8,0–10,7%; сырого протеина – на 8,1–14,1%; переваримого – на 9,7–12,9%. За счет большей урожайности сухого вещества они обеспечивали сбор с 1 га 83 430–85 490 МДж валовой энергии.

**Ключевые слова:** травы, эспарцет, зеленая масса, сухое вещество, семена, урожайность, качество корма.

**Для цитирования:** Игнатьев С. А., Регидин А. А. Оценка продуктивности и качества корма сортов эспарцета // Зерновое хозяйство России. 2020. № 3(69). С. 12–15. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-69-3-12-15



## THE ESTIMATION OF PRODUCTIVITY AND QUALITY OF SAINFOIN FORAGE

**S. A. Ignatiev**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for breeding and seed production of perennial grasses, [mноголетnie.travy@mail.ru](mailto:mноголетnie.travy@mail.ru), ORCID ID: 0000-0003-0715-2982;

**A. A. Regidin**, junior researcher of the laboratory for breeding and seed production of perennial grasses, [mноголетnie.travy@mail.ru](mailto:mноголетnie.travy@mail.ru), ORCID ID: 0000-0002-3246-1501

Agricultural Research Center "Donskoy",

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; email: [vniizk30@mail.ru](mailto:vniizk30@mail.ru)

In the arid south of Russia sainfoin is one of the key perennial legume forage grasses. It has a number of economic and biological traits and properties, such as anything goes approach to soil cultivation, drought tolerance, early maturity, stability of green mass and seed productivity; seeds don't need any insecticides, it is convenient for growing in field crop rotation, it is a good forerunner for winter grain crops and it is used as a green manure crop. The purpose of the current study was the estimation of productivity and forage quality of the sainfoin varieties developed in the FSBSI Agricultural Research Center "Donskoy" to the results, there has been found that the sainfoin varieties of the FSBSI Agricultural Research Center "Donskoy" produced stable and large yields of green mass, dry matter and seeds. Throughout the years, productivity of green mass and dry matter of the sainfoin varieties "Veles", "Sudar" and "Shuravi" varied from 30.0 t/ha to 36.5 t/ha and 8.1 t/ha to 8.3 t/ha, which was higher than that of the standard variety "Zernogradsky 2", respectively 6.5–12.5% and 8.0–10.7%. The productivity of the seeds of these varieties was 0.72–0.77 t/ha, or 9.1–16.7% higher than that of the standard variety. The largest yields among all varieties were produced by the variety "Shuravi". The varieties "Veles", "Sudar" and "Shuravi" exceeded the standard variety in the yields of forage units per 1 ha on 8.0–10.7%, raw protein on 8.1–14.1%, and digestible protein on 9.7–12.9%. Due to the larger yields of dry matter, they produced 83 430–85 490 MJ of gross energy per 1 hectare.

**Keywords:** grasses, sainfoin, green mass, dry matter, seeds, productivity, forage quality.

**Введение.** Эспарцет в засушливых условиях юга России является такой же важной кормовой культурой, как и люцерна. Зоны возделывания этих многолетних бобовых культур в большей части совпадают, но эспарцет более засухоустойчив и имеет ряд хозяйственно-биологических признаков и свойств, дающих ему перед люцерной существенные преимущества.

Прежде всего, эспарцет нетребователен к почвенным условиям произрастания и без снижения урожайности может возделываться на смытых, неполнопрофильных почвах, щелбнистых, песчаных и солонцеватых почвах (Верещагина и др., 2016). При высокой засухоустойчивости ему достаточно осенне-зимних осадков для раннего формирования урожайности зеленой массы при высоком ее качестве

и ежегодно стабильной урожайности семян. Получение семян не требует проведения защитных обработок инсектицидами.

Особенно важен эспарцет при возделывании его в полевых севооборотах как предшественник для озимых культур (Алабушев и др., 2014; Галиченко, 2015) и использовании в качестве сидеральной культуры (Игнатьев и др., 2013, 2015).

Ввиду того, что растения существующих сортов эспарцета являются растениями озимого типа развития, для вступления в генеративное состояние в первый год он проходит фазу укороченных побегов и яровизации (Федоров, 1999). В этот период он является теневыносливым растением, что позволяет его выращивать под покровом некоторых культур (яровой яч-

мень, овес, просо и др.). Это важно для более рационального использования пашни и агроклиматических ресурсов. В то же время возделывание эспарцета в чистом виде позволяет получать более продуктивные его посевы.

Многолетние бобовые травы и их сорта, в том числе и эспарцет, являются биологической основой при разработке зональных технологий производства кормов и биологизации земледелия (Жученко, 2001). Поэтому знание биологических особенностей формирования высокопродуктивных травостоев созданных в последние годы сортов эспарцета – важная задача.

Цель исследований – оценка продуктивности и качества корма сортов эспарцета селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской».

**Материалы и методы исследований.** Полевые исследования проводились в рамках конкурсного сортоиспытания эспарцета согласно «Методическим рекомендациям по селекции многолетних трав» (1985) в южной зоне Ростовской области.

Климат зоны – континентальный; характер увлажнения – неустойчивый; сумма температур воздуха свыше 10 °С – 3200–3400 °С (Зональные системы..., 2013). В годы проведения опытов наибольшее количество осадков выпадало в теплый период. Выпадающие осадки в период вегетации носили ливневый характер и на фоне высоких весенних и летних тем-

ператур воздуха соответственно на 0,5–1,9 и 1,7–2,5 °С выше нормы оказывали на посевы эспарцета слабое влияние. Общее их количество составляло 81,5–90,3% от средней многолетней нормы (268,2 мм). Наиболее засушливыми отмечались уборочный и особенно послеуборочный периоды. Дефицит почвенной влаги задерживал отрастание и начало осенней вегетации растений эспарцета.

Сорта эспарцета изучали по трем закладкам. Объектами исследований были новые и перспективные сорта эспарцета селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Почвенный покров участка – чернозем обыкновенный мощный карбонатный. Содержание гумуса в слое почвы 0–20 см – 3,4%; подвижного фосфора – 18 мг/кг; обменного калия – 320 мг/кг почвы.

Посев питомников конкурсного сортоиспытания эспарцета проводили весной нормой высева 4,0 млн всхожих семян на 1 га (80 кг в физическом весе). Площадь делянок – 25 м<sup>2</sup>; повторность – четырехкратная.

Учет урожайности зеленой массы и отбор растительных образцов для зоотехнического анализа проводили в фазу начала цветения. Статистическую обработку результатов выполняли с использованием программ Excel и Statistica 10.0.

**Результаты и их обсуждение.** Изучаемые сорта характеризовались сходством основных хозяйственно-биологических признаков (табл. 1).

## 1. Основные хозяйственно-биологические признаки сортов эспарцета (2016–2019 гг.)

### 1. The main economic and biological traits of sainfoin varieties (2016–2019)

| Сорт (год внесения в реестр) | Дата начала весеннего отрастания | Продолжительность периодов от весеннего отрастания, дней |                     |                          | Высота растений, см | Облиственность, % |
|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|-------------------|
|                              |                                  | до укоса                                                 | до полного цветения | до полной спелости семян |                     |                   |
| Зерноградский 2, ст. (1997)  | 24.03                            | 56                                                       | 72                  | 91                       | 96                  | 43                |
| Велес (2010)                 | 24.03                            | 58                                                       | 77                  | 91                       | 99                  | 45                |
| Сударь (2013)                | 25.03                            | 59                                                       | 78                  | 93                       | 101                 | 44                |
| Шурави (2019)                | 25.03                            | 59                                                       | 77                  | 93                       | 99                  | 45                |
| НСР <sub>05</sub>            | –                                | –                                                        | –                   | –                        | 3,21                | –                 |

Начало весеннего отрастания у них отмечалось практически одновременно – 24–25 марта. Наименьший период от начала весеннего отрастания до укоса отмечался у стандарта Зерноградский 2 – 56 дней и от начала отрастания до полного цветения – 72 дня. У сортов Велес, Сударь и Шурави продолжительность этих периодов составляла соответственно 59–59 и 77–78 дней. Полная спелость наступала на два дня позднее, чем у стандарта и сорта Велес, у сортов Сударь и Шурави.

Облиственность растений сортов Велес, Сударь и Шурави на 1–2% превосходила стандарт Зерноград-

ский 2. По высоте растений эти сорта достоверно превосходили стандарт.

Продуктивность травостоев кормовых культур в значительной степени зависит как от высоты растений, так и от такого структурного показателя, как густота стояния растений по годам эксплуатации (жизни). На основании подсчетов густоты стояния растений по трем закладкам опытов перед уходом в зиму установлено, что у изучаемых сортов эспарцета она мало изменялась по годам посева и жизни посевов. Сорта имели практически мало отличимую и достоверно не различающуюся густоту стояния растений (табл. 2).

## 2. Густота стояния растений эспарцета по трем закладкам, шт./м<sup>2</sup> (2014–2016 гг.)

### 2. Density of sainfoin plants according to three sowings, pcs/m<sup>2</sup> (2014–2016)

| Сорта                | Посев 2014         |            |      |      | Посев 2015         |            |      |      | Посев 2016         |            |      |      |
|----------------------|--------------------|------------|------|------|--------------------|------------|------|------|--------------------|------------|------|------|
|                      | Количество всходов | Годы жизни |      |      | Количество всходов | Годы жизни |      |      | Количество всходов | Годы жизни |      |      |
|                      |                    | 1          | 2    | 3    |                    | 1          | 2    | 3    |                    | 1          | 2    | 3    |
| Зерноградский 2, ст. | 310                | 286        | 251  | 193  | 311                | 295        | 249  | 183  | 317                | 292        | 262  | 184  |
| Велес                | 315                | 295        | 245  | 199  | 310                | 298        | 258  | 192  | 321                | 296        | 271  | 187  |
| Сударь               | 311                | 290        | 254  | 201  | 319                | 291        | 263  | 197  | 314                | 289        | 269  | 186  |
| Шурави               | 312                | 287        | 261  | 195  | 316                | 296        | 271  | 191  | 319                | 299        | 275  | 182  |
| НСР <sub>05</sub>    | 22,3               | 20,9       | 18,6 | 13,8 | 24,9               | 19,8       | 17,6 | 16,7 | 20,1               | 17,6       | 15,2 | 14,4 |

Так, в первый год жизни в первой закладке густота стояния растений у сортов была 286–295; во второй закладке – 291–298; в третьей – 289–299 шт./м<sup>2</sup>. На второй год жизни густота составляла соответственно 245–261, 249–271 и 262–275 шт./м<sup>2</sup>; на третий – 193–201, 183–197 и 182–187 шт./м<sup>2</sup>. Густота у сортов эспарцета на третий год жизни уменьшалась в сравнении со всходами на 38–42%, а в сравнении с густотой в конце первого года жизни – на 33–38%. Снижение густоты стояния растений по сортам к третьему году приводило к резкому за­ра­ста­нию их посевов сорной растительностью.

Одним из важнейших критериев оценки хозяй­ствен­ных качеств кормовых растений является уро­жай­ность зеленой массы, сухого вещества и часто являющаяся сдерживающим фактором расширения посевных площадей новых сортов кормовых трав низкая и нестабильная урожайность сена.

Все изучаемые сорта эспарцета по годам фор­ми­ро­вали стабильную (коэффициент вариации рав­нялся 9,5–12,1%) и достаточно высокую урожайность зеленой массы и сухого вещества (табл. 3).

### 3. Урожайность зеленой массы, сухого вещества и семян разных сортов эспарцета, т/га (2015–2019 гг.) 3. Productivity of green mass, dry matter and seeds of different sainfoin varieties, t/ha (2015–2019)

| Сорт                 | Посев 2014 |      |                 | Посев 2015 |      |                 | Посев 2016 |      |                 | Средняя |
|----------------------|------------|------|-----------------|------------|------|-----------------|------------|------|-----------------|---------|
|                      | 2015       | 2016 | средняя за цикл | 2016       | 2017 | средняя за цикл | 2017       | 2018 | средняя за цикл |         |
| Зеленая масса        |            |      |                 |            |      |                 |            |      |                 |         |
| Зерноградский 2, ст. | 29,3       | 30,2 | 29,8            | 30,7       | 29,8 | 30,2            | 31,9       | 30,6 | 31,2            | 30,4    |
| Велес                | 34,4       | 30,7 | 32,6            | 33,1       | 29,9 | 31,5            | 33,8       | 31,5 | 33,2            | 32,4    |
| Сударь               | 32,8       | 30,9 | 31,8            | 34,2       | 32,1 | 33,2            | 34,6       | 33,4 | 34,0            | 33,0    |
| Шурави               | 36,5       | 33,9 | 35,2            | 33,4       | 32,8 | 33,1            | 34,9       | 32,7 | 34,3            | 34,2    |
| НСР <sub>05</sub>    | 1,43       | 1,52 | 1,36            | 1,72       | 1,51 | 1,42            | 1,38       | 1,29 | 1,45            | 1,37    |
| Сухое вещество       |            |      |                 |            |      |                 |            |      |                 |         |
| Зерноградский 2, ст. | 7,1        | 7,3  | 7,2             | 7,8        | 7,5  | 7,6             | 7,9        | 7,7  | 7,8             | 7,5     |
| Велес                | 8,2        | 7,9  | 8,0             | 8,4        | 7,8  | 8,1             | 8,4        | 8,1  | 8,2             | 8,1     |
| Сударь               | 8,0        | 7,8  | 7,9             | 8,5        | 8,0  | 8,2             | 8,7        | 8,2  | 8,4             | 8,2     |
| Шурави               | 8,0        | 8,0  | 8,0             | 8,6        | 8,1  | 8,4             | 8,6        | 8,2  | 8,4             | 8,3     |
| НСР <sub>05</sub>    | 0,55       | 0,48 | 0,45            | 0,62       | 0,58 | 0,61            | 0,53       | 0,49 | 0,48            | 0,41    |
| Семена               |            |      |                 |            |      |                 |            |      |                 |         |
| Зерноградский 2, ст. | 0,72       | 0,70 | 0,71            | 0,68       | 0,65 | 0,66            | 0,59       | 0,65 | 0,62            | 0,66    |
| Велес                | 0,72       | 0,74 | 0,73            | 0,74       | 0,71 | 0,72            | 0,68       | 0,73 | 0,70            | 0,72    |
| Сударь               | 0,75       | 0,77 | 0,76            | 0,76       | 0,75 | 0,76            | 0,65       | 0,71 | 0,68            | 0,73    |
| Шурави               | 0,82       | 0,83 | 0,82            | 0,78       | 0,77 | 0,78            | 0,70       | 0,72 | 0,71            | 0,77    |
| НСР <sub>05</sub>    | 0,03       | 0,04 | 0,04            | 0,05       | 0,04 | 0,04            | 0,03       | 0,03 | 0,03            | 0,04    |

Стандарт Зерноградский 2 формировал в сред­нем урожайность зеленой массы и сухого вещества 30,4 и 7,5 т/га соответственно. Сорта Велес, Сударь и Шурави по урожайности зеленой массы и сухого вещества достоверно превосходили стандарт. Более урожайным как по годам, так и в среднем за 3 цикла был новый сорт эспарцета Шурави. Его средняя уро­жай­ность зеленой массы составляла 34,2 т/га, а сухо­го вещества – 8,3 т/га, что выше, чем у стандарта, на 12,5 и 10,7%.

Семенная продуктивность сортов эспарцета была стабильной по годам (коэффициент вариации урожайности семян составлял 11,5–14,3%). Сорта Велес, Сударь и Шурави формировали как по годам, так и в среднем достоверно большую урожайность семян, чем стандарт. Наибольшей она была у нового сорта Шурави – 0,77 т/га.

Кроме высокой продуктивности кормовой массы, изучаемые сорта показали высокое ее качество и сбор питательных веществ с единицы площади (табл. 4).

### 4. Кормовая ценность и сбор обменной энергии кормовой массы сортов эспарцета (2015–2019 гг.) 4. Forage value and a yield of exchangeable energy of feed mass of sainfoin varieties (2015–2019)

| Сорт                 | Сбор питательных веществ с 1 га, т/га |                 |                 |                       | Обменная энергия, МДж/кг сухого вещества | Валовая энергия, МДж/га |
|----------------------|---------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|------------------------------------------|-------------------------|
|                      | сухого вещества                       | кормовых единиц | сырого протеина | переваримого протеина |                                          |                         |
| Зерноградский 2, ст. | 7,5                                   | 5,62            | 1,35            | 0,93                  | 10,5                                     | 78 750                  |
| Велес                | 8,1                                   | 6,07            | 1,46            | 1,02                  | 10,3                                     | 83 430                  |
| Сударь               | 8,2                                   | 6,15            | 1,50            | 1,05                  | 10,4                                     | 85 280                  |
| Шурави               | 8,3                                   | 6,22            | 1,54            | 1,04                  | 10,3                                     | 85 490                  |

Сорта эспарцета Велес, Сударь и Шурави, в сравнении со стандартом, формировали достоверно большую урожайность сухого вещества: на 8,0–10,7% у них был выше сбор кормовых единиц, на 8,1–14,1% сырого и на 9,7–12,9% переваримого протеина. При практически одинаковом содержании в 1 кг сухого вещества обменной энергии (10,3–10,5 МДж), за счет большей урожайности сухого вещества они обеспечивали с 1 га больший сбор валовой энергии.

**Выводы.** По результатам исследований 2015–2019 гг. установлено, что сорта эспарцета селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» формировали стабильную и высокую урожайность зеленой массы, сухого веще-

ства и семян. По годам урожайность зеленой массы сортов Велес, Сударь и Шурави составляла 30,0–36,5; сухого вещества – 8,1–8,3 т/га, что выше, чем у стандарта Зерноградский 2, на 6,5–12,5 и 8,0–10,7% соответственно. Урожайность семян этих сортов была 0,72–0,77 т/га, или на 9,1–16,7% выше стандарта. Наибольшей урожайностью из них выделялся сорт Шурави. Сорта Велес, Сударь и Шурави превышали стандарт по сбору с 1 га кормовых единиц на 8,0–10,7%; сырого протеина – на 8,1–14,1%; переваримого – на 9,7–12,9%. За счет большей урожайности сухого вещества они обеспечивали сбор с 1 га 83 430–85 490 МДж валовой энергии.

#### Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Овсянникова Г. В., Игнатьева Н. Г., Янковский Н. Г. Реакция озимой пшеницы на систематическое внесение удобрений в звеньях зернопромышленного севооборота // Зерновое хозяйство России. 2014. № 5(35). С. 54–59.
2. Верещагина А. С., Воскобулова Н. И., Ураскулов Р. Ш. Влияние покровной культуры, способа посева и нормы высевы на засоренность посевов эспарцета // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 1(93). С. 135–138.
3. Галиченко И. И. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от предшественников // Зерновое хозяйство России. 2015. № 2(38). С. 3–5.
4. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы. Ростов н/Д., 2013. 248 с.
5. Игнатев С. А., Грязева Т. В., Игнатьева Н. Г. Кормовая продуктивность новых сортов многолетних бобовых трав в Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2015. № 5(41). С. 43–46.
6. Игнатев С. А., Чесноков И. М., Грязева Т. В., Игнатьева Н. Г. Продуктивность и использование современных сортов эспарцета // Земледелие. 2013. № 8. С. 36–37.
7. Косолапов В. М. Стратегия развития селекции и семеноводства кормовых культур // Адаптивное кормопроизводство. 2010. № 4. С. 6–10.
8. Федоров А. К. Биология развития кормовых растений. М.: Изд-во РУДН, 1999. 208 с.

#### References

1. Alabushev A. V., Ovsyannikova G. V., Ignat'eva N. G., Yankovskij N. G. Reakciya ozimoy pshenicy na sistematischeskoe vnesenie udobrenij v zven'jah zernopromyshlennogo sevooborota [The response of winter wheat to the systematic fertilizing in the cycles of grain crop rotation] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 5(35). S. 54–59.
2. Vereshchagina A. S., Voskobulova N. I., Uraskulov R. Sh. Vliyanie pokrovnoj kul'tury, sposob poseva i normy vyseva na zasorennost' posevov esparceta [The effect of a shelter crop, method of sowing and seeding rate on weediness of sainfoin sowings] // Vestnik myasnogo skotovodstva. 2016. № 1(93). S. 135–138.
3. Galichenko I. I. Urozhajnost' ozimoy pshenicy v zavisimosti ot predshestvennikov [Productivity of winter wheat, depending on forecrops] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2015. № 2(38). S. 3–5.
4. Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoj oblasti na 2013–2020 gody [Climatic cropping patterns of the Rostov region in 2013–2020]. Rostov n/D., 2013. 248 s.
5. Ignat'ev S. A., Gryazeva T. V., Ignat'eva N. G. Kormovaya produktivnost' novyh sortov mnogoletnih bobovyh trav v Rostovskoj oblasti [Feed productivity of the new varieties of perennial legumes in the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2015. № 5(41). S. 43–46.
6. Ignat'ev S. A., Chesnokov I. M., Gryazeva T. V., Ignat'eva N. G. Produktivnost' i ispol'zovanie sovremennyh sortov esparceta [Productivity and use of the present sainfoin varieties] // Zemledelie. 2013. № 8. S. 36–37.
7. Kosolapov V. M. Strategiya razvitiya selekcii i semenovodstva kormovyh kul'tur [Development strategy for breeding and seed production of feed crops] // Adaptivnoe kormoproizvodstvo. 2010. № 4. S. 6–10.
8. Fedorov A. K. Biologiya razvitiya kormovyh rastenij [Biology of the feed plants' development]. M.: Izd-vo RUDN, 1999. 208 s.

**Поступила:** 22.05.20; принята к публикации: 02.06.20.

**Критерии авторства.** Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Авторский вклад.** Игнатев С. А. – общее научное руководство, концептуализация исследования, подготовка текста статьи, анализ данных; Регидин А. А. – сбор данных, подготовка к анализу и их интерпретация, подготовка статьи и набор в печать.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**

УДК 633.11:631.52

## РОЛЬ ВЕРХНИХ ЛИСТЬЕВ В ФОРМИРОВАНИИ УРОЖАЙНОСТИ И ЭЛЕМЕНТОВ ЕЕ СТРУКТУРЫ СОРТОВ И ЛИНИЙ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ИНТЕНСИВНОГО ТИПА

**В. Л. Газе**, младший научный сотрудник лаборатории физиологии растений, ORCID ID: 0000-0002-4618-6125;  
**Е. В. Ионова**, доктор сельскохозяйственных наук, руководитель центра фундаментальных научных исследований, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;

**В. А. Лиховидова**, младший научный сотрудник лаборатории физиологии растений, ORCID ID: 0000-0002-5340-4901;

**О. В. Скрипка**, ведущий научный сотрудник лаборатории озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, ORCID ID: 0000-0002-6183-8312

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Ростовской обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

В статье представлены результаты исследований по оценке влияния площади верхних листьев образцов озимой мягкой пшеницы на продуктивность и ее элементы. Были взяты 9 сортов озимой мягкой пшеницы интенсивного типа селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». В результате проведенных исследований установлено, что наибольшая площадь верхних листьев в условиях недостаточной влагообеспеченности в фазы колошения и цветения зафиксирована у сорта Этиюд (колошение – 31 см<sup>2</sup>; цветение – 29,4 см<sup>2</sup>), а в фазу молочной спелости зерна – у сорта Шеф (17,7 см<sup>2</sup>). Минимальное снижение площади верхних листьев к молочной спелости зерна отмечено у сорта Юбилей Дона (40%). Результаты оценки урожайности и ее структуры показали, что наибольшее значение количества продуктивных стеблей на 1 м<sup>2</sup> в условиях засухи зафиксировано у сортов Этиюд (261 шт.) и Шеф (254 шт.). По количеству зерен с главного колоса выделился сорт Донская степь (32 шт.). Высокую массу зерна с главного колоса выявили у сортов Донская степь (0,72 г), Шеф и Этиюд (0,67 г), а массу 1000 зерен – у сортов Этиюд (25,9 г) и Зодиак (25,2 г). Максимальная урожайность (а значит, наилучшее функционирование всех систем растений озимой мягкой пшеницы) установлена у сортов Шеф (168,6 г/м<sup>2</sup>) и Этиюд (163,7 г/м<sup>2</sup>). В результате оценки образцов по коэффициенту эффективности фотосинтеза площади верхних листьев с озерненностью (ЗФЛ) выделились образцы Донская степь, 1005/14, Универ и с массой зерна с колоса (МЗФЛ) – сорт Донская степь. Проведенные исследования и полученные результаты позволили выделить сорта Шеф, Этиюд и Донская степь. Выделившиеся сорта предлагаются для использования в селекционном процессе.

**Ключевые слова:** озимая пшеница, сорт, площадь верхних листьев, колос, урожайность, масса зерна с колоса, масса 1000 зерен.

**Для цитирования:** Газе В. Л., Ионова Е. В., Лиховидова В. А., Скрипка О. В. Роль верхних листьев в формировании урожайности и элементов ее структуры сортов и линий озимой мягкой пшеницы интенсивного типа // Зерновое хозяйство России. 2020. № 3(69). С. 16–20. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-69-3-16-20



## THE ROLE OF THE UPPER LEAVES IN THE FORMATION OF PRODUCTIVITY AND ITS ELEMENTS IN THE VARIETIES AND LINES OF WINTER BREAD WHEAT OF INTENSIVE TYPE

**V. L. Gaze**, junior researcher of the laboratory for plant physiology, ORCID ID: 0000-0002-4618-6125;

**E. V. Ionova**, Doctor of Agricultural Sciences, head of the Center of fundamental researches, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;

**V. A. Likhovidova**, junior researcher of the laboratory for plant physiology, ORCID ID: 0000-0002-5340-4901;

**O. V. Skripka**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for breeding and seed production of, ORCID ID: 0000-0002-4409-4542

Agricultural Research Center "Donskoy",

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current paper has presented the study results on estimating the effect of the upper leaves' area of winter bread wheat samples on productivity and its elements. There have been tested nine winter bread wheat varieties of intensive type developed in the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy". The current study has identified that the largest upper leaves' area under insufficient moisture supply during the periods of head formation and flowering was produced by the variety "Etyud" (31 cm<sup>2</sup> in a heading period; 29.4 cm<sup>2</sup> in a flowering period). During the period of milky kernel ripening, the variety "Shef" has also shown the largest upper leaves' area under insufficient moisture supply (17.7 cm<sup>2</sup>). The variety "Yubiley Dona" has shown a minimal decrease in the upper leaves area to milky kernel ripeness (40%). The evaluation results of productivity and its structure have shown that the largest value of the number of productive stems per 1 m<sup>2</sup> in arid conditions was identified in the varieties "Etyud" (261 pcs.) and "Shef" (254 pcs.). According to the number of kernels per main head, the variety "Donskaya Step" was the best with 32 pcs. Large kernel weight per main head was identified in the varieties "Donskaya Step" (0.72 g), "Shef" and "Etyud" (0.67 g), and according to 1000 kernel weight the varieties "Etyud" (25.9 g) and "Zodiak" (25.2 g) were the best ones. The varieties "Etyud" (163.7 g/m<sup>2</sup>) and "Shef" (168.6 g/m<sup>2</sup>) have produced the maximum yields, that means the best functioning of all productive systems of winter bread wheat. The estimation of the samples according to the correlation between photosynthesis efficiency of the upper leaves' area and kernel percentage (ZFL) has identified the samples "Donskaya Step", "1005/14", "Univer". According to the correlation between photosynthesis efficiency of the upper leaves' area and kernel weight per head (MFFL) the variety "Donskaya Step" showed the best results. The conducted study ad obtained results made it possible to identify the varieties "Shef", "Etyud" and "Donskaya Step". The identified varieties have been proposed for further use in the breeding process.

**Keywords:** winter wheat, variety, upper leaf area, head, productivity, kernel weight per head, 1000 kernel weight.

**Введение.** Биологическая и сельскохозяйственная урожайность пшеницы формируется благодаря фотосинтетической деятельности растений и характеризуется величиной и производительностью работы ассимиляционной поверхности (Амелин и Чекалов, 2018).

Фотосинтетической активностью обладают все хлорофиллсодержащие органы растений, но при формировании урожая основная фотосинтетическая нагрузка в системе целого растения приходится на листья: их вклад в формирование урожайности достигает 82% (Голева и др., 2016.).

В период налива зерна ассимилирующая поверхность формируется за счет двух верхних листьев, размеры которых тесно коррелируют с продуктивностью колоса (Громова и Костылев, 2017; Юсов и др., 2015).

Площадь верхних листьев можно успешно регулировать агротехническими приемами возделывания растений и подбором соответствующих сортов. Листовая поверхность может служить индикатором для отбора продуктивных генотипов (Некрасов и др., 2017; Кравченко и др., 2018).

Целью данной работы было исследование взаимосвязей показателей фотосинтетической активности двух верхних листьев за межфазный период «колошение – молочная спелость зерна» образцов озимой мягкой пшеницы интенсивного типа с компонентами зерновой продуктивности.

**Материалы и методы исследований.** Изучение образцов озимой пшеницы проводили в 2017–2019 гг. в условиях провокационного фона при различной степени влагообеспеченности (оптимальном – 70% ПВ и недостаточном – 30% ПВ). Объектом исследований являлись 9 образцов озимой мягкой пшеницы интенсивного типа (пар и лучшие паровые предшественники – горох и многолетние травы) селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Исследования образцов проводили с использованием следующих методик: В. В. Маймистов (1988) – испытание сортов на засухоустойчивость в условиях модельной засухи «засушник»; А. А. Ничипорович (1955) – определение площади листьев.

Линейные размеры двух верхних листьев начинали оценивать в фазу колошения, когда последний лист за-

канчивал свой рост и был отогнут от листового влагалища. Продолжали оценку в фазы цветения и молочной спелости зерна. Измерения производили на главном побеге по 10 растений (в четырех повторениях). Площадь листьев вычисляли по формуле  $(D \cdot W) \cdot 0,65$ , где  $D$  – длина листа;  $W$  – ширина листа; 0,65 – коэффициент перерасчета для колосовых (пшеница, ячмень).

Коэффициенты интенсивности фотосинтеза рассчитывали:

- среднее значение числа зерен колоса в расчете на 1 см<sup>2</sup> площади верхних флаговых листьев (ЗФЛ);
- среднее значение массы зерна с главного колоса в расчете на 1 см<sup>2</sup> площади верхних флаговых листьев (МЗФЛ).

Математическую обработку данных производили по методу Б. А. Доспехова с применением программы Statistica 10. Учеты, наблюдения, лабораторно-сноповой анализ растений проводили по методике государственного сортоиспытания.

**Результаты и их обсуждение.** Одним из показателей фотосинтетической деятельности растений, определяющих урожайность, является величина площади листьев и ее изменение при разных условиях выращивания. За период изучения образцов озимой мягкой пшеницы интенсивного типа было установлено, что наибольшую площадь двух верхних листьев в условиях провокационного фона при недостаточной влагообеспеченности в фазу колошения имели сорта Этюд (31 см<sup>2</sup>) и Лучезар (30 см<sup>2</sup>), минимальные значения этого показателя отмечены у линии 1074/14 (27,2 см<sup>2</sup>) (табл. 1).

#### 1. Показатели площади верхних листьев по фазам развития при различных условиях влагообеспеченности 1. The indicators of the upper leaves' area according to the development stages under various moisture conditions

| Образцы       | Колошение                |                        | Цветение                 |                        | Молочная спелость        |                        |
|---------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
|               | недостаточное увлажнение | оптимальное увлажнение | недостаточное увлажнение | оптимальное увлажнение | недостаточное увлажнение | оптимальное увлажнение |
| Донская степь | 29,0                     | 34,3                   | 27,7                     | 32,0                   | 17,0                     | 20,3                   |
| Юбилей Дона   | 27,5                     | 33,4                   | 24,6                     | 28,1                   | 16,5                     | 19,7                   |
| 1005/14       | 29,2                     | 31,9                   | 19,8                     | 28,7                   | 13,7                     | 18,8                   |
| 1074/14       | 27,2                     | 29,3                   | 24,3                     | 27,4                   | 11,7                     | 23,4                   |
| Универ        | 28,5                     | 36,8                   | 26,8                     | 31,4                   | 15,4                     | 25,1                   |
| Зодиак        | 28,4                     | 34,4                   | 26,0                     | 31,3                   | 15,2                     | 19,5                   |
| Шеф           | 29,9                     | 34,2                   | 28,0                     | 32,2                   | 17,7                     | 21,0                   |
| Этюд          | 31,0                     | 32,8                   | 29,4                     | 33,3                   | 17,2                     | 24,3                   |
| Лучезар       | 30,0                     | 33,7                   | 24,2                     | 31,8                   | 15,9                     | 18,3                   |

В фазу цветения сорт Этюд также имел наибольшие значения площади листьев среди всех изучаемых образцов – 29,4 см<sup>2</sup>, а наименьшие – линия 1005/14 (19,8 см<sup>2</sup>). К фазе молочной спелости зерна в условиях жесткой засухи площадь верхних листьев значительно снизилась и составляла от 11,7 (1074/14) до 17,7 см<sup>2</sup> (Шеф).

При оптимальном увлажнении значения площади листьев сложились следующим образом: в фазу колошения – от 29,3 (1074/14) до 36,8 см<sup>2</sup> (Универ);

в фазу цветения – от 27,4 (1074/14) до 33,3 см<sup>2</sup> (Этюд); в фазу молочной спелости зерна – от 18,3 (Лучезар) до 25,1 см<sup>2</sup> (Универ).

В межфазный период «колошение – молочная спелость зерна» наблюдали снижение ассимиляционной поверхности растений в связи с естественным отмиранием (пожелтением листьев), при этом возрастает роль верхних листьев. На рисунке наглядно показано изменение площади верхних листьев в условиях острой засухи (30% ПВ).

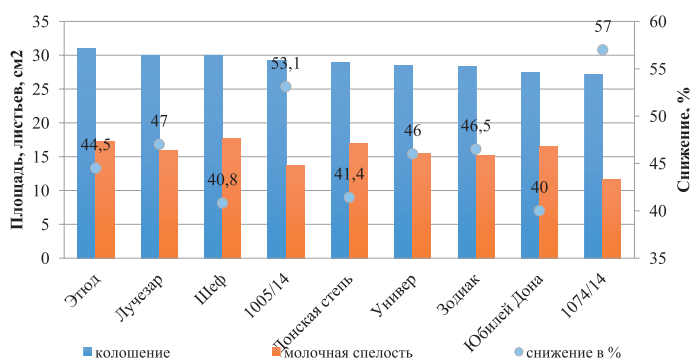


Рис. Изменение площади двух верхних листьев по фазам развития в условиях недостаточного увлажнения

Fig. Change in the area of the top two leaves by development phases in conditions of insufficient moisture

Среди изучаемых образцов наименьшее снижение площади верхних листьев от фазы колошения к молочной спелости зерна отмечено у сорта Юбилей Дона (на 40%), наибольшее – у линии 1074/14 (на 57%).

В условиях вегетационного опыта после созревания растений провели структурный анализ образцов озимой мягкой пшеницы интенсивного типа. Урожайность образцов озимой мягкой пшеницы интенсивного типа и ее структура приведены в таблице 2.

## 2. Хозяйственно ценные признаки образцов озимой мягкой пшеницы интенсивного типа в зависимости от условий влагообеспеченности (среднее за 2017–2019 гг.)

### 2. Economic-valuable traits of the samples of winter bread wheat of intensive type under various moisture conditions (average in 2017–2019)

| Образцы                | Густота продуктивного стеблестоя, шт./м <sup>2</sup> |                        | Количество зерен с главного колоса, шт. |                        | Масса зерна с колоса, г  |                        | Масса 1000 зерен, г      |                        | Урожайность, г/м <sup>2</sup> |                        |
|------------------------|------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|
|                        | недостаточное увлажнение                             | оптимальное увлажнение | недостаточное увлажнение                | оптимальное увлажнение | недостаточное увлажнение | оптимальное увлажнение | недостаточное увлажнение | оптимальное увлажнение | недостаточное увлажнение      | оптимальное увлажнение |
| Донская степь          | 221,0                                                | 285,0                  | 32,0                                    | 30,0                   | 0,72                     | 1,1                    | 24,1                     | 41,5                   | 156,1                         | 303,7                  |
| Юбилей Дона            | 225,0                                                | 291,0                  | 25,0                                    | 29,0                   | 0,57                     | 0,93                   | 23,4                     | 38,0                   | 130,7                         | 254,9                  |
| 1005/14                | 218,0                                                | 268,0                  | 28,0                                    | 33,0                   | 0,52                     | 0,95                   | 18,8                     | 37,2                   | 113,0                         | 241,8                  |
| 1074/14                | 241,0                                                | 314,0                  | 22,0                                    | 26,0                   | 0,46                     | 1,0                    | 22,4                     | 37,9                   | 118,1                         | 303,0                  |
| Универ                 | 231,0                                                | 284,0                  | 30,0                                    | 35,0                   | 0,56                     | 1,3                    | 18,9                     | 37,6                   | 156,9                         | 376,1                  |
| Зодиак                 | 218,0                                                | 235,0                  | 22,0                                    | 32,0                   | 0,6                      | 1,29                   | 25,2                     | 44,9                   | 152,4                         | 290,3                  |
| Шеф                    | 254,0                                                | 294,0                  | 24,0                                    | 31,0                   | 0,67                     | 1,28                   | 24,8                     | 36,0                   | 168,6                         | 391,8                  |
| Этюд                   | 261,0                                                | 295,0                  | 25,0                                    | 35,0                   | 0,67                     | 1,17                   | 25,9                     | 35,2                   | 163,7                         | 280,1                  |
| Лучезар                | 252,0                                                | 290,0                  | 24,0                                    | 29,0                   | 0,58                     | 0,95                   | 25,4                     | 37,4                   | 124,9                         | 268,5                  |
| Среднее значение       | 235,7                                                | 284,0                  | 25,8                                    | 31,1                   | 0,6                      | 1,1                    | 23,2                     | 38,4                   | 142,7                         | 301,1                  |
| Стандартное отклонение | 14,5                                                 | 14,4                   | 2,8                                     | 2,4                    | 0,06                     | 0,1                    | 2,1                      | 2,1                    | 18,7                          | 37,8                   |

Наименьшее снижение густоты продуктивного стеблестоя в условиях недостаточного увлажнения по сравнению с оптимальным отмечено у сорта Зодиак (на 7,2%), а наибольшее – у образцов 1074/14 (на 23,2%), Юбилей Дона (на 22,7%) и Донская степь (на 22,5%).

По количеству зерен с главного колоса минимальное снижение (на 6,2%) в условиях недостаточного увлажнения в сравнении с оптимальными значениями зафиксировано у сорта Донская степь, а наибольшее – у сорта Зодиак (на 31,2%).

Высокую массу зерна с колоса в условиях недостаточного увлажнения сформировал сорт Донская степь – 0,72 г. Этот сорт характеризовался также наименьшим снижением массы зерна с главного колоса в сравнении с данными по оптимальному увлажнению.

У всех изучаемых сортов наблюдалось снижение показателя массы 1000 зерен в условиях недостаточ-

ного увлажнения по сравнению с оптимальными. Снижение составило от 26,4 (Этюд) до 49,7% (Универ).

В условиях засухи (30% ПВ) урожайность образцов варьировала от 113,0 (1005/14) до 168,6 г/м<sup>2</sup> (Шеф). При выращивании образцов в условиях оптимального увлажнения урожайность была в пределах от 241,8 (1005/14) до 391,8 г/м<sup>2</sup> (Шеф). Наименьшее снижение зафиксировано у сорта Этюд и составило 41,6%, при этом наибольшее снижение имела линия 1074/14 – 61,0%.

Статистическая обработка полученных результатов показала сильные корреляционные связи площади верхних листьев с урожайностью и элементами ее структуры образцов озимой мягкой пшеницы, выращенных в условиях недостаточного увлажнения. Масса зерна с колоса имеет сильную положительную связь в фазу молочной спелости зерна ( $r = 0,86 \pm 0,08$ ) (табл. 3).

## 3. Коэффициенты корреляции между площадью верхних листьев, продуктивностью и ее элементами образцов озимой мягкой пшеницы в условиях провокационного фона (среднее 2017–2019 гг.)

### 3. The correlation between upper leaves' area and productivity and its elements of the samples of winter bread wheat of intensive type under the condition of a provocative background (average in 2017–2019)

| Признак                                              | Площадь верхних листьев, см <sup>2</sup> |                        |                          |                        |                          |                        |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
|                                                      | колошение                                |                        | цветение                 |                        | молочная спелость        |                        |
|                                                      | недостаточное увлажнение                 | оптимальное увлажнение | недостаточное увлажнение | оптимальное увлажнение | недостаточное увлажнение | оптимальное увлажнение |
| Густота продуктивного стеблестоя, шт./м <sup>2</sup> | 0,61±0,1                                 | –0,4±0,07              | 0,46±0,14                | –0,17±0,2              | 0,29±0,04                | 0,44±0,1               |
| Кол-во зерен, шт.                                    | 0,12±0,02                                | 0,62±0,15              | 0,01±0,01                | 0,62±0,13              | 0,23±0,04                | 0,31±0,03              |
| Масса зерна с колоса, г                              | 0,48±0,11                                | 0,61±0,17              | 0,64±0,19                | 0,62±0,18              | 0,86±0,08                | 0,47±0,08              |
| Масса 1000 зерен, г                                  | 0,39±0,07                                | 0,21±0,09              | 0,57±0,18                | –0,01±0,01             | 0,52±0,06                | –0,35±0,07             |
| Урожайность, г/см <sup>2</sup>                       | 0,44±0,09                                | 0,48±0,8               | 0,91±0,14                | 0,38±0,05              | 0,74±0,03                | 0,52±0,11              |

Сильную положительную корреляционную связь имеет урожайность в фазу цветения и молочной спелости зерна в условиях засухи ( $r = 0,91 \pm 0,14$  и  $r = 0,74 \pm 0,03$  соответственно).

В условиях оптимального увлажнения корреляционные связи показателей урожайности и ее структуры с площадью верхних листьев сложились несколько иначе. Сильной корреляционной связи между показателями не зафиксировано, в основном наблюдается средняя и слабая зависимость.

Влияние изменения площади верхних листьев на элементы продуктивности зависит от генотипа и условий выращивания. Сорта пшеницы имеют разную интенсивность фотосинтеза: у одних форм

пшеницы на 1 м<sup>2</sup> площади листьев приходится 50 г зерна, у других – 150 г (Ничипович, 1974). Для этого введены коэффициенты характеристики свойств растений озимой мягкой пшеницы: число зерен флаговых листьев и масса зерна с главного колоса флаговых листьев в расчете на 1 см<sup>2</sup> площади верхних листьев.

В условиях недостаточного увлажнения по коэффициенту числа зерен площади флаговых листьев в фазу колошения, цветения и молочной спелости зерна выделились образцы Донская степь (1,03; 1,08; 1,76 шт./см<sup>2</sup> соответственно), 1005/14 (0,96; 1,41; 2,04 шт./см<sup>2</sup> соответственно), Универ (1,05; 1,12; 1,95 шт./см<sup>2</sup> соответственно) (табл. 4).

#### 4. Характеристика образцов озимой мягкой пшеницы по коэффициентам ЗФЛ 4. Characteristics of the samples of winter bread wheat according to ZFL coefficients

| Сорт          | ЗФЛ, шт./см <sup>2</sup> |                        |                          |                        |                          |                        |
|---------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
|               | колошение                |                        | цветение                 |                        | молочная спелость        |                        |
|               | недостаточное увлажнение | оптимальное увлажнение | недостаточное увлажнение | оптимальное увлажнение | недостаточное увлажнение | оптимальное увлажнение |
| Донская степь | 1,03                     | 0,93                   | 1,08                     | 1,0                    | 1,76                     | 1,58                   |
| Юбилей Дона   | 0,91                     | 0,87                   | 1,02                     | 1,03                   | 1,52                     | 1,47                   |
| 1005/14       | 0,96                     | 1,03                   | 1,41                     | 1,15                   | 2,04                     | 1,76                   |
| 1074/14       | 0,81                     | 0,89                   | 0,91                     | 0,95                   | 1,88                     | 1,11                   |
| Универ        | 1,05                     | 0,95                   | 1,12                     | 1,11                   | 1,95                     | 1,39                   |
| Зодиак        | 0,77                     | 0,93                   | 0,85                     | 1,02                   | 1,45                     | 1,64                   |
| Шеф           | 0,80                     | 0,91                   | 0,86                     | 0,96                   | 1,36                     | 1,48                   |
| Этюд          | 0,81                     | 1,07                   | 0,85                     | 1,05                   | 1,45                     | 1,44                   |
| Лучезар       | 0,80                     | 0,86                   | 0,99                     | 0,91                   | 1,51                     | 1,58                   |

Это говорит о том, что данные сорта обладают более высокой эффективностью фотосинтетической деятельности и позволяют формировать высокую урожайность за счет озерненности колоса.

Максимальные значения коэффициента массы зерна с колоса площади флаговых листьев имел сорт Донская степь во все изучаемые фазы развития растений (колошение – 0,025; цветение – 0,026; молочная спелость – 0,042 г/см<sup>2</sup>) (табл. 5).

#### 5. Характеристика образцов озимой мягкой пшеницы по коэффициентам МЗФЛ 5. Characteristics of the samples of winter bread wheat according to MZFL coefficients

| Сорт          | МЗФЛ, г/см <sup>2</sup>  |                        |                          |                        |                          |                        |
|---------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
|               | колошение                |                        | цветение                 |                        | молочная спелость        |                        |
|               | недостаточное увлажнение | оптимальное увлажнение | недостаточное увлажнение | оптимальное увлажнение | недостаточное увлажнение | оптимальное увлажнение |
| Донская степь | 0,025                    | 0,032                  | 0,026                    | 0,034                  | 0,042                    | 0,054                  |
| Юбилей Дона   | 0,020                    | 0,028                  | 0,023                    | 0,033                  | 0,035                    | 0,047                  |
| 1005/14       | 0,018                    | 0,030                  | 0,026                    | 0,033                  | 0,038                    | 0,051                  |
| 1074/14       | 0,017                    | 0,034                  | 0,019                    | 0,036                  | 0,039                    | 0,043                  |
| Универ        | 0,020                    | 0,035                  | 0,021                    | 0,041                  | 0,036                    | 0,052                  |
| Зодиак        | 0,021                    | 0,038                  | 0,023                    | 0,041                  | 0,039                    | 0,066                  |
| Шеф           | 0,022                    | 0,037                  | 0,024                    | 0,040                  | 0,038                    | 0,061                  |
| Этюд          | 0,020                    | 0,036                  | 0,021                    | 0,035                  | 0,035                    | 0,048                  |
| Лучезар       | 0,019                    | 0,028                  | 0,024                    | 0,030                  | 0,036                    | 0,052                  |

Из этого следует, что сорт формирует высокую урожайность за счет массы зерна с колоса.

**Выводы.** В результате проведенных исследований установлено, что наибольшая площадь верхних листьев в условиях недостаточной влагообеспеченности в фазы колошения и цветения зафиксирована у сорта Этюд (колошение – 31 см<sup>2</sup>; цветение – 29,4 см<sup>2</sup>), а в фазу молочной спелости зерна – у сорта Шеф (17,7 см<sup>2</sup>). Минимальное снижение площади верхних

листьев к молочной спелости зерна отмечено у сорта Юбилей Дона (40%).

Результаты оценки урожайности и ее структуры показали, что наибольшее значение количества продуктивных стеблей на 1 м<sup>2</sup> в условиях засухи зафиксировано у сортов Этюд (261 шт.) и Шеф (254 шт.). По количеству зерен с главного колоса выделился сорт Донская степь (32 шт.). Высокую массу зерна с главного колоса выявили у сортов Донская степь

(0,72 г), Шеф и Этюд (0,67 г), а массу 1000 зерен – у сортов Этюд (25,9 г) и Зодиак (25,2 г).

Максимальная урожайность (а значит, наилучшее функционирование всех систем растений озимой мягкой пшеницы) установлена у сортов Шеф (168,6 г/м<sup>2</sup>) и Этюд (163,7 г/м<sup>2</sup>).

В результате оценки образцов по коэффициенту эффективности фотосинтеза площади верхних ли-

стьев с озерненностью (ЗФЛ) выделились образцы Донская степь, 1005/14, Универ и массой зерна с колоса (МЗФЛ) – сорт Донская степь.

Проведенные исследования и полученные результаты позволили выделить сорта Шеф, Этюд и Донская степь. Выделившиеся сорта предлагаются для использования в селекционном процессе.

#### Библиографические ссылки

1. Амелин А. В., Чекалов Е. И. Генотипические особенности проявления фотоактивности листьями озимой пшеницы // Успехи современного естествознания. 2018. № 11. Ч. 1. С. 18–23.
2. Голева Г. Г., Ващенко Т. Г., Крюкова Т. И., Голев А. Д. Роль флаговых листьев в формировании продуктивности растений озимой пшеницы (*Triticum Aestivum* L.) // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2016. № 2(49). С. 31–42.
3. Громова С. Н., Костылев П. И. Зависимость урожайности озимой пшеницы от размера флаговых листьев // Инновации в науке и практике: сб. статей по мат. III Междунар. науч.-практ. конференции. В 4 ч. Ч. 4. Уфа: Дендра. 2017. С. 141–146.
4. Кравченко Н. С., Лиховидова В. А., Скрипка О. В. Качество зерна и засухоустойчивость сортов озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 52–56. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-55-1-52-56.
5. Некрасов Е. И., Ионова Е. В., Газе В. Л. Изменение урожайности образцов озимой мягкой пшеницы в условиях провокационного фона («засушник») // Зерновое хозяйство России. 2017. № 6(54). С. 24–27.
6. Юсов В. С., Юсова О. А., Евдокимов М. Г., Фризен Ю. В. Флаговый лист как фактор повышения продуктивности яровой твердой пшеницы // Евразийский Союз Ученых: сельскохозяйственные науки. № 2–4(11). 2015. С. 76–79.

#### References

1. Amelin A. V., Chekalov E. I. Genotipicheskie osobennosti proyavleniya foto- aktivnosti list'yami ozimoy pshenicy [Genotypic features of the manifestation of photo activity by winter wheat leaves] // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2018. № 11. Ch. 1. S. 18–23.
2. Goleva G. G., Vashchenko T. G., Kryukova T. I., Golev A. D. Rol' flagovykh list'ev v formirovanii produktivnosti rasteniy ozimoy pshenicy (*Triticum Aestivum* L.) [The role of flag leaves in the formation of the productivity of winter wheat plants (*Triticum aestivum* L.)] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 2(49). S. 31–42.
3. Gromova S. N., Kostylev P. I. Zavisimost' urozhajnosti ozimoy pshenicy ot razmera flagovykh list'ev [The correlation between winter wheat productivity and a size of flag leaves] // Innovacii v nauke i praktike: sb. statej po mat. III Mezhdunar. nauch.-praktich. konferencii. V 4 ch. Ch. 4. Ufa: Dendra. 2017. S. 141–146.
4. Kravchenko N. S., Lihovidova V. A., Skripka O. V. Kachestvo zerna i zasuhoustojchivost' sortov ozimoy myagkoj pshenicy [Grain quality and drought tolerance of winter bread wheat varieties] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(55). S. 52–56. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-55-1-52-56.
5. Nekrasov E. I., Ionova E. V., Gaze V. L. Izmenenie urozhajnosti obrazcov ozimoy myagkoj pshenicy v usloviyakh provokacionnogo fona ("zasushnik") [Change in winter bread wheat productivity under the conditions of a provocative background ("zasushnik")] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 6(54). S. 24–27.
6. Yusov V. S., Yusova O. A., Evdokimov M. G., Frizen Yu. V. Flagovyj list kak faktor povysheniya produktivnosti yarovoj tverdoj pshenicy [A flag leaf as a factor in the improvement of spring durum wheat productivity] // Evrazijskij Soyuz Uchenyh: sel'skohozyajstvennye nauki. № 2–4(11). 2015. S. 76–79.

Поступила: 26.05.20; принята к публикации: 03.06.20.

**Критерии авторства.** Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Авторский вклад.** Ионова Е. В., Скрипка О. В. – концептуализация исследования; Газе В. Л. – выполнение полевых/лабораторных опытов и сбор данных; Лиховидова В. А. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**

УДК 633.111.1:631.529(470.324)

## СОВРЕМЕННЫЙ СОСТАВ СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ В РАЗРЕЗЕ РАЗНОВИДНОСТЕЙ

**А. В. Титаренко**, доктор сельскохозяйственных наук, руководитель селекционно-семеноводческого центра, titarenko.av@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1242-4153;

**И. В. Рыльков**, зав. Ерышевским государственным сортоучастком, rykov82@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3422-7970;

**У. А. Преснякова**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник селекционно-семеноводческого центра, kulek\_84@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-9424-6834

ЗАО «Агрофирма Павловская нива»,

396421, Воронежская обл., г. Павловск, ул. Набережная, 3

Приведен анализ структуры посевных площадей озимой мягкой пшеницы Воронежской области в 2016–2018 гг. и отмечено увеличение в последние годы доли посевов сортов разновидности *lutescens* L. С целью обоснования наметившегося тренда привлечены результаты изучения сортового ассортимента культуры на Ерышевском государственном сортоучастке Воронежской области. Полевые опыты на сортоучастке по изучению урожайности озимой мягкой пшеницы проводили по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989), показатели качества зерна определяли по методикам, изложенным в справочнике «Оценка качества зерна» (1987), и рекомендациям к соответствующим приборам. Данные о сортовых посевах озимой пшеницы предоставлены Департаментом аграрной политики Воронежской области. По результатам проведенных исследований показаны основные оригинаторы на рынке сортов в производственных посевах озимой мягкой пшеницы региона, а также в государственном сортоиспытании. Отмечено присутствие в ассортименте сортов двух разновидностей эритроспермум и лютеценс, дано их соотношение между собой и по оригинаторам. В государственном сортоиспытании наметилось значительное увеличение сортов пшеницы зарубежных компаний и разновидности лютеценс. По результатам проведенного изучения, усреднения полученных данных урожайности и показателей качества зерна на Ерышевском государственном сортоучастке не установлено существенных различий между сортами озимой мягкой пшеницы разновидности лютеценс и эритроспермум. Приведены средние данные по урожайности и качеству зерна сортов различных оригинаторов.

**Ключевые слова:** озимая пшеница, урожайность, государственное сортоиспытание, оригинаторы.

**Для цитирования:** Титаренко А. В., Рыльков И. В., Преснякова У. А. Современный состав сортов озимой мягкой пшеницы Воронежской области в разрезе разновидностей // Зерновое хозяйство России. 2020. № 3(69). С. 21–25. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-69-3-21-25



## THE PRESENT SET OF WINTER BREAD WHEAT VARIETIES IN THE VORONEZH REGION ACCORDING TO THEIR SPECIES

**A. V. Titarenko**, Doctor of Agricultural Sciences, head of the breeding and seed production center, titarenko.av@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1242-4153;

**I. V. Rylov**, head of the Eryshevsky State Varietal Plot, rykov82@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3422-7970;

**U. A. Presnyakova**, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the breeding and seed production center, kulek\_84@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-9424-6834

Agro farm Pavlovskaya Niva,

396421, Voronezh Region, Pavlovsk, Naberezhnaya Str., 3

The current paper has presented the analysis of the structure of sown areas under winter bread wheat in the Voronezh region in 2016–2018, and there has been established a recent increase the share of the varieties *lutescens* L. In order to substantiate the present tendency, there have been also used the study results of the varietal set of the Eryshevsky State Varietal Plot of the Voronezh region. The field trials on the Plot to study winter bread wheat productivity were carried out according to the Method of the State Variety Testing for Agricultural Crops (1989), grain quality was estimated by the methods described in the reference book "Grain quality estimation" (1987), and according to the recommendations for the corresponding devices. The data on varietal sowings of winter wheat was provided by the Department of Agricultural Policy of the Voronezh Region. According to the study results, there have been shown the main originators on the market of varieties in the winter bread wheat sowings, as well as in the State Variety Testing. There has been identified a presence of two varieties *erythrosperrum* (er.) and *lutescens* (lut.) in the set of varieties, and shown their correlation and interrelationship among the originators. In the State Variety Testing there has been noted a significant increase in wheat varieties from foreign farms and varieties of *lutescens*. According to the study results, when averaging the obtained productivity data and grain quality indicators at the the Eryshevsky State Varietal Plot, there hasn't been found any significant difference between winter bread wheat varieties of the *lutescens* and *erythrosperrum* varieties. There has been given average data on productivity and grain quality of varieties obtained from various originators.

**Keywords:** winter wheat, productivity, state variety testing, originators.

**Введение.** Природно-климатические условия Воронежской области характеризуются довольно широким разнообразием. На севере области годовое количество осадков составляет чуть больше 470–500 мм, на юге – около 400–420 мм. Такое количество осадков при обилии солнечного света и тепла соответствует на севере области лесостепному, а на юге – степному ландшафту (Губанова и др., 2017). Средние значения гидротермического коэффициента колеблются от 1,12

на севере до 0,8 на юге области (Черемисинов и др., 2016). Иначе говоря, климат Воронежской области хотя и свидетельствует о существенных различиях условий произрастания озимой пшеницы в регионе, однако благоприятен для возделывания озимой мягкой пшеницы.

На территории области с успехом используются адаптивные сорта озимой мягкой пшеницы различных морфотипов и «точек» их создания. В Государствен-

ном реестре сортов России, допущенных к использованию на 2019 г., находилось 322 сорта озимой мягкой пшеницы, в том числе по Центрально-Черноземному региону – 66 сортов (Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, 2019). Обилие сортов, различающихся в первую очередь по разновидности, заявленной урожайности и адаптивности, затрудняет выбор хорошего сорта для сельскохозяйственного производства.

Целью исследований предусматривалось изучение сортового состава озимой мягкой пшеницы в посевах Воронежской области, а также урожайности и качества зерна представленных в государственное сортоиспытание сортов соотносительно их разновидности и «точек» создания.

**Материалы и методы исследований.** Работа выполнена на базе селекционно-семеноводческого центра ЗАО «Агрофирма Павловская нива».

Остро нуждаясь в объективной информации о современных сортах, данная агрофирма выходит с предложением в ФГБУ «Госсорткомиссия» РФ о создании на своей базе государственного сортоучастка по зерновым и зернобобовым культурам в форме частно-государственного партнерства. В 2017 г. образуется Ерышевский государственный сортоучасток. В статье используются материалы, полученные в рамках испытания поданных на регистрацию сортов.

Сорта озимой мягкой пшеницы высевали по предшественнику черный пар с нормой посева 5 млн всхожих зерен на 1 га селекционной сеялкой порционного посева ССУ-10 предварительно протравленными се-

менами. Посевная площадь деланки – 28 м<sup>2</sup>; уборочная – 25 м<sup>2</sup>. Повторность – четырехкратная. Уборка осуществляли комбайном Сампо 130.

Учеты и фенологические наблюдения проводили в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989). Статистические данные о сортовых посевах озимой мягкой пшеницы предоставлены Департаментом аграрной политики Воронежской области. Результаты анализов показателей качества зерна получены с соблюдением ГОСТов и соответствующих методик (Оценка качества зерна: справочник, 1987). Содержание белка и клейковины в зерне определяли на приборе FOSS Infratec™ 1241 согласно рекомендациям производителя.

**Результаты и их обсуждение.** Общая площадь посевов озимой мягкой пшеницы в Воронежской области ежегодно возрастает и в 2018 г. составляла уже более 700 тыс. га. Расширение посевов сопровождается большей востребованностью сельскохозяйственного производства в высокопродуктивных сортах, наиболее приспособленных к существующим почвенно-климатическим условиям. Как правило, из огромного сортового разнообразия пшеницы в производстве эффективно используются сорта небольшого количества разновидностей.

В частности, в 2016–2018 гг. из высеванных в области 63–66 сортов озимой мягкой пшеницы только один сорт относился к разновидности мильтурум, остальные примерно в равных долях – к разновидностям эритроспермум и лютесценс (табл. 1).

# 1. Количество сортов озимой мягкой пшеницы в Воронежской области, эритроспермум (эр.) и лютесценс (лют.), шт.

## 1. The number of winter bread wheat varieties in the Voronezh region, erythrospermum (er.) and lutescens (lut.), pcs.

| Оригинатор                       | Годы  |      |       |      |       |      |
|----------------------------------|-------|------|-------|------|-------|------|
|                                  | 2016  |      | 2017  |      | 2018  |      |
|                                  | эрит. | лют. | эрит. | лют. | эрит. | лют. |
| ФГБНУ ФРАНЦ                      | 8     | 4    | 9     | 3    | 9     | 4    |
| Украина                          | 5     | 5    | 7     | 4    | 6     | 3    |
| ФГБНУ «АНЦ» Донской»             | 3     | 5    | 2     | 4    | 5     | 4    |
| ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко» | –     | 8    | –     | 5    | –     | 12   |
| ФГБНУ «НИИСХ ЦЧП»                | –     | 4    | –     | 3    | –     | 4    |
| ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка»          | 5     | –    | 5     | –    | 4     | –    |
| Шестопаловы Р. Е. и И. О.        | 4     | –    | 4     | –    | 2     | –    |
| ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН»    | 2     | –    | 2     | –    | 3     | –    |
| ФГБНУ «Самарский НИИСХ»          | –     | 2    | –     | 2    | –     | 2    |
| Другие российские                | 5     | 7    | 2     | 5    | 4     | 6    |
| Иностранные*                     | –     | –    | –     | 1    | 1     | 4    |
| Всего                            | 32    | 35   | 31    | 27   | 34    | 39   |

\*Здесь и далее: иностранные – зарубежные оригинаторы, кроме стран СНГ.

По сортам разновидности эритроспермум основными оригинаторами оказались ФГБНУ «Ростовский АНЦ», ФГБНУ «АНЦ «Донской», ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» и селекционные учреждения Украины. Причем сорта донской селекции и Украины увеличивали, хотя и незначительно, свое присутствие в сорimente.

Несколько иная картина прослеживалась по сортам разновидности лютесценс. Наибольшее количество сортов представлено научными учреждениями ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко», ФГБНУ «АНЦ «Донской», ФГБНУ ФРАНЦ и ФГБНУ «НИИСХ ЦЧП». При этом следует отметить, насколько востребованы стали сорта краснодарской селекции. В 2018 г. в сорimente области уже присутствовало 12 сортов селекции ФГБНУ «НЦЗ

им. П. П. Лукьяненко», в том числе 6 сортов, рекомендованных для Центрально-Черноземного региона. Бесспорно, в первую очередь это подчеркивает несомненный успех селекционеров данного института. Однако немалую роль в продвижении сортов играет правильно ориентированный сортовой менеджмент и маркетинг.

В целом сорта разновидности лютесценс, в сравнении с эритроспермумом, увеличивали свое присутствие в Воронежской области как в количественном выражении, так и в доле посевных площадей (табл. 2, 3).

Так, с 2016 по 2018 г. площади посевов под сортами разновидности эритроспермум в области сократились более чем на 10%, несмотря на небольшой рост количества сортов.

**2. Площадь сортовых посевов озимой мягкой пшеницы, разновидности var. *erythrosperrum* в Воронежской области, тыс. га**

**2. The area of varietal sowings of winter bread wheat, var. *erythrosperrum* in the Voronezh region, thousand ha**

| Оригинатор                     | Годы   |        |        |
|--------------------------------|--------|--------|--------|
|                                | 2016   | 2017   | 2018   |
| ФГБНУ ФРАНЦ                    | 201,32 | 200,25 | 156,94 |
| ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка»        | 30,53  | 47,74  | 72,53  |
| ФГБНУ «АНЦ «Донской»           | 34,96  | 46,26  | 26,68  |
| Шестопаловы Р. Е. и И. О.      | 15,71  | 21,93  | 26,22  |
| Украина                        | 58,01  | 34,96  | 15,27  |
| ФГБУ «Львовская ОСС»           | 1,96   | 2,71   | 2,54   |
| ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН»  | 1,02   | 3,88   | 1,32   |
| КХ Ивашова А. Д.               | –      | –      | 0,44   |
| ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» | 0,30   | –      | 0,36   |
| Иностранные                    | –      | –      | 0,13   |
| ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ      | 0,80   | 0,05   | –      |
| Всего                          | 344,61 | 357,78 | 302,43 |

**3. Площадь сортовых посевов озимой мягкой пшеницы, разновидности var. *lutescens* в Воронежской области, тыс. га**

**3. The area of varietal sowings of winter bread wheat, var. *lutescens* in the Voronezh region, thousand ha**

| Оригинатор                            | Годы   |        |        |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|
|                                       | 2016   | 2017   | 2018   |
| ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко»      | 54,99  | 67,01  | 93,02  |
| Полетаев Г. М.                        | 31,24  | 41,30  | 77,53  |
| ФГБНУ «НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева» | 46,12  | 61,20  | 66,14  |
| Украина                               | 7,24   | 15,76  | 59,04  |
| ФГБНУ ФРАНЦ                           | 40,34  | 67,53  | 54,01  |
| ФГБУ «Львовская ОСС»                  | 15,27  | 17,42  | 22,76  |
| ФГБНУ «Самарский НИИСХ»               | 15,05  | 14,17  | 9,14   |
| Беларусь                              | –      | 1,93   | 6,60   |
| ФГБНУ «АНЦ «Донской»                  | 8,06   | 6,24   | 4,22   |
| Иностранные                           | –      | –      | 0,76   |
| Другие российские оригинаторы         | 11,85  | 8,70   | 3,83   |
| Всего                                 | 230,16 | 301,26 | 397,05 |

И наоборот, по сортам разновидности лютесценс прослеживается обратная тенденция. То есть за сравнительно короткий временной период произошла смена предпочтений производителей зерна в сторону безостых сортов озимой мягкой пшеницы. Это движение продолжилось и в 2019 г.

Оценивая большие успехи селекционных учреждений, не следует забывать о возможности создания сортов частными селекционерами. Наглядным примером по озимой пшенице является сорт Г. М. Полетае-

ва Скипетр, показывающий, что один успешный сорт может занять довольно крупную нишу в сельскохозяйственном производстве.

Рассмотрев складывающуюся ситуацию в области по сортам озимой мягкой пшеницы со стороны интересов производителей зерна, остановимся на ответе селекционеров на эти запросы. Такой анализ возможен и выполнен нами на основе данных двухлетних испытаний озимой мягкой пшеницы на Ерышевском государственном сортоучастке (табл. 4).

**4. Количество сортов озимой мягкой пшеницы, проходящих государственное сортоиспытание по Центрально-Черноземному региону, шт.**

**4. The number of winter bread wheat varieties undergoing the State Variety Testing in the Central Blackearth region, pcs.**

| Оригинатор                       | Эритроспермум |         | Лютесценс |         |
|----------------------------------|---------------|---------|-----------|---------|
|                                  | 2018 г.       | 2019 г. | 2018 г.   | 2019 г. |
| ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко» | –             | –       | 12        | 9       |
| Украина                          | 4             | 2       | 2         | 1       |
| ФГБНУ ФРАНЦ                      | 5             | 4       | 1         | 2       |
| ФГБНУ «АНЦ «Донской»             | 5             | 4       | 3         | 4       |
| Иностранные                      | 1             | 3       | 1         | 13      |
| ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»   | 3             | 3       | 3         | 4       |
| ЭкоНива-АПК Холдинг              | 2             | 5       | 1         | 1       |
| ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка»          | 3             | 3       | –         | –       |

|                                             |    |    |    |    |
|---------------------------------------------|----|----|----|----|
| Шестопаловы Р. Е. и И. О.                   | 2  | –  | –  | –  |
| КХ Ивашова А. Д.                            | –  | 1  | –  | –  |
| ФГБОУ ВО ВГАУ им. Императора Петра I        | 1  | 1  | –  | –  |
| ФГБНУ «Пензенский НИИСХ»                    | 1  | 1  | –  | –  |
| ФГБНУ «НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева»       | –  | –  | 5  | 3  |
| ФГБНУ «Самарский НИИСХ им. Н. М. Тулайкова» | –  | –  | 2  | 1  |
| ФГБНУ ФНЦ ЗБК                               | –  | –  | 2  | 2  |
| ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ                  | –  | –  | 1  | 1  |
| ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ                    | –  | –  | –  | 1  |
| Всего                                       | 27 | 27 | 33 | 42 |

Наглядно прослеживается смещение направления работы селекционеров в сторону создания сортов разновидности лютесценс. Количество сортов разновидности эритроспермум в оба года оказалось одинаковым, причем даже основные оригинаторы, работающие с материалом этой разновидности, несколько переориентировали, вполне возможно временно, свою работу к разновидности лютесценс.

Конечно, немалую роль в значительном увеличении количества сортов разновидности лютесценс сыграли иностранные селекционеры, подавшие только за один 2019 г. 13 заявок. Столь высокая активность иностранцев в регистрации сортов озимой мягкой пшеницы не может остаться незамеченной. Это новое движение на рынке сортов озимой пшеницы, а причины тому различные и неочевидные.

Обусловлено ли повышенное количество передаваемых сортов разновидности лютесценс в государственное сортоиспытание с их более высокими показателями урожайности и адаптивности в условиях изменяющегося климата юга Воронежской области?

С целью получения ответа проанализированы результаты изучения сортов озимой мягкой пшеницы обеих разновидностей в сравнении с соответствующими стандартами по каждой разновидности, а также с основным стандартным сортом Снигурка в целом. Полученные данные по каждому сорту обобщены и сведены к определенной разновидности и оригинатору.

По усредненным данным четких различий между сортами разновидности лютесценс и эритроспермум как по урожайности, так и по качественным показателям не отмечается. Однако если обратиться к оригинаторам, то, например, сорта обеих разновидностей ФГБНУ «АНЦ «Донской» имели практически равные показатели по урожайности и качеству зерна.

Сорта ФГБНУ ФРАНЦ и ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» разновидности лютесценс формировали урожайность выше по сравнению с разновидностью эритроспермум при примерно равных показателях качества зерна. Сорта ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» разновидности эритроспермум, имея меньшую урожайность, всегда формировали зерно высокого качества (табл. 5).

#### 5. Урожайность и качество зерна озимой мягкой пшеницы на Ерышевском государственном сортоучастке (среднее по сортам за 2018–2019 гг.)

#### 5. Productivity and quality of winter bread wheat at the Eryshevsky State Varietal Plot (average for the varieties 2018–2019)

| Сорт-стандарт, селекцентр        | Урожайность, ц/га | Натура, г/л | МТЗ, г | Белок, % | Клейковина, % |
|----------------------------------|-------------------|-------------|--------|----------|---------------|
| <b>var. erythrospermum</b>       |                   |             |        |          |               |
| Одесская 267, ст.                | 67,7              | 789,3       | 41,6   | 13,6     | 23,8          |
| ФГБНУ «АНЦ «Донской»             | 68,9              | 758,4       | 42,3   | 13,6     | 23,5          |
| ЭкоНива – АПК Холдинг            | 66,5              | 736,1       | 37,5   | 13,3     | 22,8          |
| ФГБНУ ФРАНЦ                      | 65,2              | 730,8       | 38,4   | 13,5     | 22,8          |
| Украина                          | 59,6              | 756,3       | 39,0   | 13,1     | 22,6          |
| ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»   | 58,7              | 746,3       | 41,9   | 13,4     | 23,3          |
| Шестопаловы Р. Е. и И. О.        | 57,3              | 739,0       | 39,1   | 12,3     | 19,3          |
| ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка»          | 56,9              | 749,0       | 38,7   | 14,0     | 24,7          |
| Иностранные                      | 44,2              | 748,3       | 37,6   | 13,8     | 23,7          |
| <b>var. lutescens</b>            |                   |             |        |          |               |
| Снигурка, ст.                    | 67,8              | 783,7       | 42,4   | 14,2     | 25,3          |
| ФГБНУ ФРАНЦ                      | 69,9              | 754,5       | 37,1   | 13,4     | 22,6          |
| ФГБНУ «АНЦ «Донской»             | 68,3              | 759,7       | 40,7   | 13,9     | 24,0          |
| ФГБНУ «НИИСХ ЦЧП»                | 64,5              | 763,3       | 40,2   | 14,3     | 25,3          |
| ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко» | 64,4              | 753,4       | 38,6   | 14,2     | 24,5          |
| ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»   | 63,8              | 764,0       | 39,4   | 13,9     | 23,9          |
| ЭкоНива – АПК Холдинг            | 59,3              | 752,0       | 33,4   | 14,3     | 24,4          |
| Иностранные                      | 59,2              | 726,8       | 38,9   | 14,6     | 24,3          |
| ФГБНУ «Самарский НИИСХ»          | 54,3              | 756,0       | 40,4   | 13,3     | 21,6          |
| Украина                          | 50,2              | 731,0       | 40,5   | 12,8     | 19,8          |
| ФГБНУ ФНЦ ЗБК                    | 40,8              | 748,0       | 37,4   | 16,2     | 29,8          |

Сорта Одесская 267 и Снигурка – продукт украинской селекции и по предписанию ФГБУ «Госсорткомиссия» включены для Воронежской области стандартами при испытании озимой мягкой пшеницы. ЗАО «Агрофирма Павловская нива» по договору с Институтом физиологии растений и генетики НАН Украины (г. Киев) является оригинатором включенных в Госреестр РФ сортов Снигурка и Астарты с правом ведения первичного семеноводства. И то существенное увеличение посевной площади в области под сортами

разновидности лютеценс (оригинатор – Украина) обусловлено в основном расширением площади возделывания сорта Снигурка. Выбор этих сортов в качестве стандартов оправдан, поскольку на их фоне возможна наиболее правильная оценка сорта-«конкурсанта».

Объединив изучавшиеся сорта по принадлежности к определенному оригинатору, получаем информацию по эффективности работы селекционно-го учреждения, проявившейся, по крайней мере, на Ерышевском государственном сортоучастке (табл. 6).

#### 6. Урожайность и качество озимой пшеницы на Ерышевском ГСУ (средние значения за 2018–2019 гг.) 6. Productivity and quality of winter bread wheat at the Eryshevsky State Varietal Plot (average values 2018–2019)

| Сорт-стандарт, селекционер      | Урожайность, ц/га | Натура, г/л | МТЗ, г | Белок, % | Клейковина, % |
|---------------------------------|-------------------|-------------|--------|----------|---------------|
| Стандарт                        | 67,7              | 786,5       | 42,0   | 13,9     | 24,6          |
| ФГБУ «АНЦ «Донской»             | 68,6              | 759,0       | 41,5   | 13,7     | 23,8          |
| ФГБУ ФРАНЦ                      | 67,5              | 742,7       | 37,7   | 13,4     | 22,7          |
| ФГБУ «НИИСХ ЦЧП»                | 64,5              | 763,3       | 40,2   | 14,3     | 25,3          |
| ФГБУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко» | 64,4              | 753,4       | 38,6   | 14,2     | 24,5          |
| ЭкоНива – АПК Холдинг           | 62,9              | 744,1       | 35,4   | 13,8     | 23,6          |
| ФГБУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»   | 61,3              | 755,2       | 40,7   | 13,6     | 23,6          |
| Шестопаловы Р. Е. и И. О.       | 57,3              | 739,0       | 39,1   | 12,3     | 19,3          |
| ФГБУ «ФИЦ «Немчиновка»          | 56,9              | 749,0       | 38,7   | 14,0     | 24,7          |
| Украина                         | 54,9              | 743,6       | 39,7   | 13,0     | 21,2          |
| ФГБУ «Самарский НИИСХ»          | 54,3              | 756,0       | 40,4   | 13,3     | 21,6          |
| Иностранные                     | 51,7              | 737,6       | 38,2   | 14,2     | 24,0          |
| ФГБУ ФНЦ ЗБК                    | 40,8              | 748,0       | 37,4   | 16,2     | 29,8          |

Сорта зерноградской селекции оказались на верхней строке рейтинга. Близкие результаты демонстрируют и основные «участники». А вот экспансия «иностранцев» начинается пока на минорной ноте. Многие из испытываемых сортов имели целый ряд проблем с зимостойкостью и повреждением растений снежной плесенью, вплоть до списания отдельных.

**Выводы.** Несмотря на равные показатели продуктивности и качества зерна сортов обеих разно-

видностей, количество сортов и площадь посевов разновидности лютеценс увеличиваются. Снижение спроса на сорта разновидности эритроспермум отчасти связано с увеличением количества осадков при наступлении полной спелости зерна, способствуя его прорастанию в колосе. Отмечается явная активизация иностранных компаний по внедрению своих сортов озимой пшеницы на рынок России. Пока развитие идет по пути количества сортов, но вполне возможны успехи и в их «качестве».

#### Библиографические ссылки

1. Василенко И. И., Комаров В. И. Оценка качества зерна: справочник. М.: Агропромиздат, 1987. 208 с.
2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1: Сорта растений (официальное издание). М.: ФГБУ «Росинформагротех», 2019. С. 5–10.
3. Губанова А. И., Барышников О. С., Постолов В. Д. Анализ ландшафтных и агроландшафтных особенностей Воронежской области // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). 2017. № 2(5). С. 81–85.
4. Черемисинов А. А., Радцевич Г. А., Черемисинов А. Ю. Обоснование применения орошения сельскохозяйственных культур в Воронежской области // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2016. № 3(50). С. 71–80. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2016.3.71.

#### References

1. Vasilenko I. I., Komarov V. I. Ocenka kachestva zerna [Grain quality estimation]: spravochnik. M.: Agropromizdat, 1987. 208 s.
2. Gosudarstvennyy reestr selekcionnykh dostizhenij, dopushchennykh k ispol'zovaniyu [The State List of Breeding Achievements approved for use]. T. 1: Sorta rastenij (oficial'noe izdanie). M.: FGBNU "Rosinformagrotekh", 2019. S. 5–10.
3. Gubanova A. I., Baryshnikova O. S., Postolov V. D. Analiz landshaftnykh i agrolandshaftnykh osobennostej Voronezhskoj oblasti [Analysis of landscape and agrolandscape features of the Voronezh region] // Modeli i tekhnologii prirodoobustrojstva (regional'nyj aspekt). 2017. № 2(5). S. 81–85.
4. Cheremisinov A. A., Radcevic G. A., Cheremisinov A. Yu. Obosnovanie primeneniya orosheniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur v Voronezhskoj oblasti [The substantiation of crop irrigation in the Voronezh region] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 3(50). S. 71–80. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2016.3.71.

Поступила: 18.11.19; принята к публикации: 28.04.20.

**Критерии авторства.** Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Авторский вклад.** Титаренко А. В. – концептуализация исследования; Рыльков И. В., Преснякова У. А. – подготовка опыта, выполнение полевых/лабораторных опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация; Титаренко А. В., Рыльков И. В., Преснякова У. А. – подготовка рукописи.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**

УДК 633.112:631.52:664.69

## ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТОВ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ ПО КАЧЕСТВУ ЗЕРНА И МАКАРОННЫМ СВОЙСТВАМ

**Н. С. Кравченко**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, [ninakravchenko78@mail.ru](mailto:ninakravchenko78@mail.ru), ORCID ID: 0000-0003-3388-1548;

**Н. Е. Самофалова**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-2216-3164;

**И. М. Олдырева**, техник-исследователь лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ORCID ID: 0000-0001-6845-0874;

**Т. С. Макарова**, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-2286-637X

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: [vniizk30@mail.ru](mailto:vniizk30@mail.ru)

Приведены результаты изучения качества зерна и макаронных свойств новых и перспективных сортов озимой твердой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» за 2016–2018 гг. Цель исследований – оценить сорта озимой твердой пшеницы по признакам качества зерна и макаронным свойствам для выявления лучших генотипов и рекомендации их для использования в селекционном процессе и более широкого внедрения в производство. Определены сорта с максимальными значениями общей стекловидности: Юбильярка (96%), Кристелла (94%), Лакомка (92%), Диона и Янтарина (91%). Все изучаемые генотипы формировали натуру зерна соответственно с I классом качества (от 786–814 г/л). Установлены сорта, относящиеся к I классу качества по содержанию белка в зерне: Кристелла (13,9%), Дончанка (13,8%), Диона (14,0%), Яхонт (14,0%), Юбильярка (13,6%), Янтарина (13,7%), Услада (13,6%), Золото Дона (13,6%), Солнцедар (13,9%) и Алмаз Дона (13,5%). Выделены генотипы с максимальным содержанием клейковины: Яхонт (26,6%), Диона (25,6%) и Кристелла (25,4%). В результате проведенных исследований установлено, что все изучаемые сорта обладали хорошими реологическими свойствами клейковины, формировали ИДК от 80 единиц прибора (Эйрена) до 102 единиц прибора (Дончанка) и относились ко II группе. Сорта Диона, Эйрена, Яхонт, Янтарина и Солнцедар обладали высокими реологическими свойствами теста. Выделены генотипы с максимальной концентрацией каротиноидных пигментов: Дончанка (613 мкг/%), Солнцедар (626 мкг/%) и Алмаз Дона (630 мкг/%), которые могут быть использованы в качестве источников для улучшения этого признака «каротиноидности». В среднем за годы исследований изучаемые сорта характеризовались высокими баллами оценки цвета сухих макарон (4–5 баллов). Согласно шкале оценки макарон по прочности, выделены следующие сорта с хорошей прочностью макарон (750–799 г): Кристелла (775 г), Дончанка (774 г), Диона (757 г), Янтарина (782 г), Солнцедар (766 г) и (Динас 769 г). Сорта, которые были выделены по качеству зерна, могут быть использованы в качестве исходного материала. Внедрение в производство лучших сортов позволит отчасти решить проблему дефицита зерна твердой пшеницы высокого качества на юге России.

**Ключевые слова:** сорт, озимая твердая пшеница, натурная масса, массовая доля белка, количество клейковины, общая стекловидность, макаронные свойства.

**Для цитирования:** Кравченко Н. С., Самофалова Н. Е., Олдырева И. М., Макарова Т. С. Характеристика сортов озимой твердой пшеницы по качеству зерна и макаронным свойствам // Зерновое хозяйство России. 2020. № 3(69). С. 26–31. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-69-3-26-31



## THE CHARACTERISTICS OF THE WINTER DURUM WHEAT VARIETIES ACCORDING TO GRAIN QUALITY AND PASTA PROPERTIES

**N. S. Kravchenko**, Candidate of Biological Sciences, main researcher of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and grain quality, [ninakravchenko78@mail.ru](mailto:ninakravchenko78@mail.ru), ORCID ID: 0000-0003-3388-1548;

**N. E. Samofalova**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for winter durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-2216-3164;

**I. M. Oldyreva**, research technician of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and grain quality, ORCID ID: 0000-0001-6845-0874;

**T. S. Makarova**, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory for winter durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-2286-637X

Agricultural Research Center "Donskoy",

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: [vniizk30@mail.ru](mailto:vniizk30@mail.ru)

The current paper has presented the study results of grain quality and pasta properties of the new and promising winter durum wheat varieties developed in the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" in 2016–2018. The purpose of the study was to evaluate winter durum wheat varieties according to such traits as grain quality and pasta properties to identify the best genotypes and recommend them for use in the breeding process and wider introduction into production. There have been identified the varieties "Yubilyarka" (96%), "Kristella" (94%), "Lakomka" (92%), "Diona" and "Yantarina" (91%) with maximum values of general hardness. All studied genotypes have formed the nature weight of grain corresponding to a first quality class (from 786–814 g/l). There have been identified the varieties "Kristella" (13.9%), "Donchanka" (13.8%), "Diona" (14.0%), "Yakhont" (14.0%), "Yubilyarka" (13.6%), "Yantarina" (13.7%), "Uslada" (13.6%), "Zoloto Dona" (13.6%), "Solntsedar" (13.9%) and "Almaz Dona" (13.5%) with protein percentage in grain corresponding to a first quality class. As a result of the study, it was found that all the studied varieties had good rheological properties of gluten and formed a DCI from 80 units (the variety "Eyrena") to 102 units (the variety "Donchanka") and belonged to the 2-nd group. The varieties "Diona", "Eyrena", "Yakhont", "Yantarina" and "Solntsedar" had high rheological properties of dough. There have been identified the genotypes of the varieties "Donchanka" (613 µg/%), "Solntsedar" (626 µg/%) and "Almaz

Dona" (630 µg/%) with the maximum concentration of carotenoid pigments, which could be used as sources to improve the trait "carotenoid content". Throughout the years of study, the varieties were characterized by high indices of dry pasta color (4–5 points). According to a brittle strength of dry pasta there have been identified the varieties "Kristella" (775 g), "Donchanka" (774 g), "Diona" (757 g), "Yantarina" (782 g), "Solntsedar" (766 g) and "Dinas" (769 g) with the best indices of the trait. The varieties identified both by a single and by a set of traits characterizing grain quality of winter durum wheat and its final products, can be used in the breeding process as an adaptive initial material. The introduction of the best varieties into production will partly solve the problem of deficiency of high-quality durum wheat in the south of Russia.

**Keywords:** variety, winter durum wheat, nature weight, protein percentage, gluten percentage, general hardness, pasta properties.

**Введение.** Зерно твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) – это ценное сырье для получения разного вида макаронных и крупяных изделий, которые являются продуктами для здорового и диетического питания благодаря находящимся в зерне витаминам (B1 – 24,7%; B3 – 24,0%; B6 – 30,0%; PP – 36,5%), минералам и пищевым волокнам.

Посевные площади, занимаемые твердой пшеницей, в мире в последние десятилетия варьируют в пределах 12–15 млн га при средней урожайности 3,8 т/га. По данным аналитического агентства Международного совета по зерну (МСЗ) – International Grains Council (IGC), мировое производство твердой пшеницы варьирует от 37 до 40 млн т, что составляет незначительную долю в общемировом производстве пшеницы (757 млн т), то есть около 5% от общемирового уровня производства пшеницы (Гончаров, 2018).

В Российской Федерации суммарное производство зерна твердой пшеницы оценивается на уровне 650–700 тыс. т, при этом годовая потребность, по оценкам специалистов, составляет около 2 млн т зерна.

В Ростовской области, как и в РФ, нет статистических данных по учету посевных площадей, производству и урожайности по культуре твердой пшеницы. По ориентировочным данным озимая и яровая твердая пшеница занимают около 15–20 тыс. га.

Потребление макаронных изделий в России находится на сопоставимом с европейскими странами уровне: если в РФ в среднем на одного жителя приходится 9,1 кг макаронных изделий, то в Европе, за исключением Италии (32,2 кг), – 6,4 кг (Баринев, 2019). В Ростовской области с населением более 4 млн человек потребность в зерне твердой пшеницы должна составить 200–250 тыс. т, примерно такая потребность в зерне твердой пшеницы для изготовления различного вида круп, а производится примерно от 30 до 50 тыс. т зерна, что составляет 0,5–0,8% от посева и производства всей пшеницы в области.

Погодно-климатические условия южной зоны Ростовской области являются благоприятными для выращивания зерна твердой пшеницы, которое соответствует требованиям к I–III классу ГОСТ 9353-2016, а также мировым условиям, предъявляемым к качеству зерна.

Проблема качества макаронных изделий связана в первую очередь с недостаточным производством зерна твердых сортов. Создание и внедрение в производство новых и перспективных сортов озимой твердой пшеницы – один из факторов в решении проблемы стабильности производства зерна твердой пшеницы высокого качества.

Цель исследований – оценить сорта озимой твердой пшеницы по признакам качества зерна и макаронным свойствам для выявления лучших генотипов и рекомендации их для использования в селекционном процессе и более широкого внедрения в производство.

**Материалы и методы исследований.** Объектом исследований были новые и перспективные сорта озимой твердой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». Полевые опыты проводили в 2016–2018 гг. на

полях отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы по предшественнику сидеральный пар.

Качество зерна и макаронные свойства определяли в лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна в соответствии с общепринятыми методиками и ГОСТами.

Математическую и статистическую обработку данных выполняли по методике Б. А. Доспехова (2014). Коэффициент вариации (Cv) признаков определяли по классификации В. А. Дзюба (2010): изменчивость принято считать незначительной или слабой при Cv = 10,0%; средней – при Cv = 10,0–20,0%; значительной или высокой – при Cv > 20,0%.

**Результаты и их обсуждение.** Натурная масса зерна – важный признак качества, входящий в ГОСТ 9353-2016, характеризующий выполненность, крупность зерна и мукомольные свойства. По данным Bhatt and Derera (1975), коэффициент наследуемости признака в зависимости от условий среды варьировал от 0,44 до 0,83.

В результате проведенных исследований установлено, что все изучаемые сорта формировали натуру зерна соответственно с I классом качества (не менее 770 г/л). Значения коэффициента вариации были низкими и изменялись от 0,7% (Кристелла) до 5,8% (Алмаз Дона), что свидетельствует о низкой изменчивости признака (табл. 1).

Выделенные генотипы могут быть использованы в селекционном процессе в качестве источников крупнозерности и высокой натурной массы.

Стекловидность зерна – важный наследственный признак качества озимой твердой пшеницы, так как тесно связан с технологическими свойствами зерна. Снижение стекловидности отрицательно влияет на выход и цвет крупки (семолины) (Евдокимов, 2019).

В России согласно ГОСТ 9353-2016 стекловидность для I класса должна быть не менее 85%. В других странах данный признак тоже учитывается при определении качества и классификации зерна.

За годы исследований у изучаемых сортов значения общей стекловидности варьировали от 86% (Услава) до 96% (Юбилярка). Выделены сорта с максимальными значениями общей стекловидности: Юбилярка (96%), Кристелла (94%), Лакомка (92%), Диона (91%), Янтарина (91%).

Расчет коэффициента вариации показал, что у изучаемых генотипов низкая и средняя степень изменчивости этого признака. Значения коэффициента вариации изменялись от 2,1% (Кристелла) до 11,8% (Алмаз Дона).

По оценкам экспертов общий индекс качества макарон формируется количеством клейковины (40%), ее качеством (40%) и содержанием каротиноидных пигментов (20%) в используемом сырье (Sisson, 2008).

Качество макаронных изделий в большей степени зависит от массовой доли клейковины, которая формируется на основе белковых веществ в зерне и определяется незаменимостью этих компонентов (белок, клейковина) для образования структуры пасты. Кроме того, содержание белка в продукте – важный показатель биологической и питательной ценности продукта.

### 1. Характеристика сортов озимой твердой пшеницы по натурной массе и общей стекловидности (2016–2018 гг.)

#### 1. Characteristics of the winter durum wheat varieties according to nature weight and general hardness (2016–2018)

| Сорт              | Натурная масса, г/л | Cv, % | Общая стекловидность, % | C <sub>v</sub> , % |
|-------------------|---------------------|-------|-------------------------|--------------------|
| Кристелла, ст.    | 809                 | 0,7   | 94                      | 2,1                |
| Дончанка          | 786                 | 3,6   | 87                      | 6,3                |
| Диона             | 802                 | 4,8   | 91                      | 7,7                |
| Эйрена            | 814                 | 3,5   | 89                      | 3,0                |
| Яхонт             | 811                 | 3,0   | 90                      | 8,0                |
| Юбилярка          | 801                 | 3,8   | 96                      | 3,0                |
| Янтарина          | 821                 | 1,7   | 91                      | 2,9                |
| Услада            | 795                 | 2,5   | 86                      | 7,3                |
| Лакомка           | 820                 | 3,0   | 92                      | 7,7                |
| Золото Дона       | 801                 | 2,1   | 88                      | 11,1               |
| Солнцедар         | 801                 | 3,9   | 88                      | 10,1               |
| Динас             | 811                 | 4,0   | 90                      | 10,6               |
| Алмаз Дона        | 799                 | 5,8   | 90                      | 11,8               |
| Среднее           | 805                 | 3,3   | 90                      | 7,1                |
| НСР <sub>05</sub> | 8,93                | –     | 2,06                    | –                  |

В соответствии с требованиями ГОСТ 9353-2016, к I классу относятся образцы с массовой долей белка не менее 13,5; ко II классу – не менее 12,5; к III классу – не менее 11,5%.

В результате проведенных исследований выделены следующие сорта, относящиеся к I классу качества

по содержанию белка в зерне: Кристелла (13,9%), Дончанка (13,8%), Диона (14,0%), Яхонт (14,0%), Юбилярка (13,6%), Янтарина (13,7%), Услада (13,6%), Золото Дона (13,6%), Солнцедар (13,9%) и Алмаз Дона (13,5%) (табл. 2).

### 2. Характеристика сортов озимой твердой пшеницы по клейковинно-белковому комплексу (2016–2018 гг.)

#### 2. Characteristics of the winter durum wheat varieties according to gluten-protein percentage (2016–2018)

| Сорт              | Массовая доля белка, % | CV, % | Количество клейковины, % | CV, % | Качество клейковины, ИДК, единиц прибора | CV, % |
|-------------------|------------------------|-------|--------------------------|-------|------------------------------------------|-------|
| Кристелла, ст.    | 13,9                   | 4,4   | 25,4                     | 13,3  | 90                                       | 5,6   |
| Дончанка          | 13,8                   | 5,7   | 23,9                     | 5,8   | 102                                      | 3,5   |
| Диона             | 14,0                   | 5,3   | 25,6                     | 14,1  | 86                                       | 8,5   |
| Эйрена            | 13,2                   | 5,4   | 23,0                     | 9,0   | 80                                       | 5,7   |
| Яхонт             | 14,0                   | 7,8   | 26,6                     | 6,4   | 88                                       | 4,5   |
| Юбилярка          | 13,6                   | 7,1   | 23,3                     | 6,2   | 87                                       | 2,9   |
| Янтарина          | 13,7                   | 7,3   | 22,9                     | 16,7  | 86                                       | 3,8   |
| Услада            | 13,6                   | 5,3   | 22,5                     | 4,0   | 91                                       | 6,3   |
| Лакомка           | 13,3                   | 6,6   | 23,7                     | 2,2   | 97                                       | 9,9   |
| Золото Дона       | 13,6                   | 7,3   | 23,3                     | 9,2   | 93                                       | 11,8  |
| Солнцедар         | 13,9                   | 12,7  | 19,6                     | 7,3   | 92                                       | 4,1   |
| Динас             | 13,4                   | 7,8   | 24,7                     | 11,9  | 90                                       | 17,9  |
| Алмаз Дона        | 13,5                   | 7,9   | 22,6                     | 4,3   | 93                                       | 4,1   |
| Среднее           | 13,7                   | 4,4   | 23,6                     | 8,5   | 90                                       | 6,8   |
| НСР <sub>05</sub> | 0,31                   | –     | 0,45                     | –     | 1,25                                     | –     |

Варьирование значений коэффициента было незначительным – от 4,4% (Кристелла) до 7,9% (Алмаз Дона), что свидетельствует о низкой изменчивости признака. Исключение составил сорт Солнцедар,

у которого содержание белка по годам варьировало в средней степени (Cv = 12,7%).

Требования ГОСТ 9353-2016 к I классу по количеству клейковины – не менее 28,0%; ко II классу – не

менее 25,0%; к III классу – не менее 22,0%. В среднем за изучаемый период сорта сформировали количество клейковины на уровне II–III класса качества. Выделены генотипы с максимальным содержанием клейковины: Яхонт (26,6%), Диона (25,6%) и Кристелла (25,4%), которые могут быть использованы в качестве исходного материала.

Индекс деформации клейковины (ИДК) является характеристикой реологических свойств теста. Важно в процессе селекции добиваться значений ИДК на уровне 18–102 единиц прибора (I–II группы).

В результате проведенных исследований установлено, что все изучаемые сорта обладали хорошими реологическими свойствами клейковины, формировали ИДК от 80 (Эйрена) до 102 единиц прибора (Дончанка) и относились ко II группе.

Таких результатов удалось достичь благодаря изучению селекционного материала по реологическим свойствам теста с помощью фаринографирования и браковки образцов со слабой клейковиной и низкой валориметрической оценкой.

Применение традиционного фаринографического анализа для изучения реологических свойств теста позволяет отобрать перспективные генотипы с высокой прочностью клейковины и хорошей водопоглощательной способностью.

Установлено, что за годы исследований значения валориметрической оценки варьировали от 40 (Дончанка) до 57 единиц прибора (Яхонт). Оценка конфигурации фаринограммы изменялась от 4 до 8 баллов (табл. 3).

### 3. Характеристика сортов озимой твердой пшеницы по реологическим свойствам теста (2016–2018 гг.) 3. Characteristics of the winter durum wheat varieties according to rheological properties of dough (2016–2018)

| Сорт           | Валориметрическая оценка, единиц валориметра | $C_v$ , % | Оценка конфигурации фаринограммы, балл | $C_v$ , % |
|----------------|----------------------------------------------|-----------|----------------------------------------|-----------|
| Кристелла, ст. | 53                                           | 16,9      | 7                                      | 24,7      |
| Дончанка       | 40                                           | 5,2       | 4                                      | 26,6      |
| Диона          | 54                                           | 25,9      | 8                                      | 30,1      |
| Эйрена         | 53                                           | 1,9       | 8                                      | 6,9       |
| Яхонт          | 57                                           | 5,3       | 8                                      | 7,5       |
| Юбиларка       | 50                                           | 2,3       | 7                                      | 8,7       |
| Янтарина       | 55                                           | 7,5       | 8                                      | 7,5       |
| Услава         | 48                                           | 3,2       | 6                                      | 20,4      |
| Лакомка        | 48                                           | 12,5      | 6                                      | 40,8      |
| Золото Дона    | 54                                           | 2,2       | 7                                      | 8,7       |
| Солнцедар      | 51                                           | 6,0       | 8                                      | 7,5       |
| Динас          | 45                                           | 8,5       | 5                                      | 21,7      |
| Алмаз Дона     | 50                                           | 7,1       | 6                                      | 9,1       |
| Среднее        | 51                                           | 8,0       | 7                                      | 16,9      |
| $HCP_{05}$     | 0,81                                         | –         | 0,09                                   | –         |

Однако коэффициенты вариации валориметрической оценки изменялись в широких пределах – от 1,9% (Эйрена) до 25,9% (Диона), что свидетельствует об изменчивости реологических свойств сортов по годам исследований в зависимости от погодных-климатических условий выращивания.

Содержание каротиноидов является сортовым признаком и хорошо комбинируется с другими селекционно значимыми свойствами твердой пшеницы: с жаро- и засухоустойчивостью и общей адаптивностью (Мальчиков и др., 2014). Установлено, что окраска макарон зависит от наличия в крупке каротиноидных пигментов. Наиболее ценные желто-янтарные макароны получают из зерна пшеницы с высокой концентрацией желтых пигментов (Дорохова и Копусь, 2017).

Стратегия увеличения концентрации пигментов в зерне и продуктах его переработки в России должна использовать генетический материал и молекулярные технологии отбора, разработанные в зарубежных центрах, но базироваться она должна на отечественном исходном материале (Мясникова и др., 2019), в том числе и сорта озимой твердой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской», которые по содержанию каротиноидов не уступают сортам яровой твердой пшеницы.

В результате исследований установлено варьирование содержания каротиноидных пигментов в зерне от 498 мкг/% (Юбиларка) до 630 мкг/% (Алмаз Дона) при изменении значений коэффициента вариации от низких 2,2% (Услава) до средних 16,9% (Янтарина) (табл. 4).

Выделены генотипы с максимальной концентрацией каротиноидных пигментов: Дончанка (613 мкг/%), Солнцедар (626 мкг/%) и Алмаз Дона (630 мкг/%), которые могут быть использованы в качестве источников для улучшения признака «каротиноидности».

«Цвет сухих макарон» – признак, который определяет качество конечного продукта. В среднем за годы исследований весь набор изучаемых сортов характеризовался высокими баллами оценки цвета сухих макарон (4–5 баллов). Расчет коэффициента вариации показал, что у изучаемых генотипов низкая и средняя степень изменчивости этого признака. Значения коэффициента вариации изменялись от 6,0% (Лакомка) до 19,9% (Диона). Выделены сорта Дончанка, Яхонт и Солнцедар, которые за три года исследований имели высший балл по цвету сухих макарон. Данные генотипы могут быть использованы в селекционном процессе в качестве источников для улучшения признака «цвет сухих макарон».

**4. Характеристика сортов озимой твердой пшеницы по содержанию каротиноидных пигментов, цвету сухих макарон и прочности на излом (2016–2018 гг.)**  
**4. Characteristics of the winter durum wheat varieties according to the amount of carotenoid pigments, color and brittle strength of dry pasta (2016–2018)**

| Сорт              | Содержание каротиноидных пигментов, мкг/% | C <sub>vp</sub> , % | Цвет сухих макарон, балл | C <sub>vp</sub> , % | Прочность на излом, г | C <sub>vp</sub> , % |
|-------------------|-------------------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| Кристелла, ст.    | 577                                       | 14,5                | 4                        | 7,9                 | 775                   | 9,9                 |
| Дончанка          | 613                                       | 11,1                | 5                        | 0,0                 | 774                   | 8,9                 |
| Диона             | 592                                       | 9,3                 | 4                        | 19,9                | 757                   | 13,7                |
| Эйрена            | 597                                       | 7,8                 | 4                        | 17,6                | 743                   | 14,3                |
| Яхонт             | 563                                       | 6,8                 | 5                        | 0,0                 | 731                   | 6,3                 |
| Юбиларка          | 498                                       | 6,3                 | 4                        | 7,9                 | 725                   | 12,3                |
| Янтарина          | 549                                       | 16,9                | 4                        | 15,7                | 782                   | 10,9                |
| Услава            | 537                                       | 2,2                 | 5                        | 7,4                 | 684                   | 7,4                 |
| Лакомка           | 588                                       | 6,9                 | 5                        | 6,0                 | 745                   | 6,4                 |
| Золото Дона       | 590                                       | 2,8                 | 5                        | 7,4                 | 710                   | 15,3                |
| Солнцедар         | 626                                       | 6,2                 | 5                        | 0,0                 | 766                   | 6,5                 |
| Динас             | 558                                       | 8,0                 | 5                        | 12,4                | 769                   | 15,2                |
| Алмаз Дона        | 630                                       | 13,1                | 5                        | 12,4                | 665                   | 7,4                 |
| Среднее           | 578                                       | 8,6                 | 4                        | 8,8                 | 740                   | 10,4                |
| НСР <sub>05</sub> | 14,64                                     | –                   | 0,08                     | –                   | 22,12                 | –                   |

Прочность на излом относится к товарно-техническим свойствам макарон. В результате исследований установлено, что прочность варьировала от 665 г (Алмаз Дона) до 782 г (Янтарина). Коэффициент вариации изменялся от низких 6,3% (Яхонт) до средних 15,3% (Золото Дона). Согласно шкале оценки макарон по прочности выделены следующие сорта с хорошей (750–799 г) прочностью макарон: Кристелла (775 г), Дончанка (774 г), Диона (757 г), Янтарина (782 г), Солнцедар (766 г) и Динас (769 г).

Высокая активность фермента альфа-амилазы в период созревания зерна приводит к скрытому или видимому прорастанию зерна. В процессе прорастания разрушение крахмала приводит к снижению качества клейковины, стекловидности и натурного веса, происходит деградация белка и других веществ, ухудшаются технологические свойства. При создании сортов, устойчивых к предуборочному прорастанию зерна, исполь-

зуется косвенный признак, отражающий активность фермента альфа-амилазы, который определяется на приборе ПЧП-7. Чем выше значения ЧП, тем ниже активность фермента, и наоборот. Твердая пшеница в большей степени подвержена прорастанию в связи с генетическими особенностями. Контроль этого признака на всех этапах селекционного процесса позволяет создавать сорта, у которых значения ЧП соответствуют требованиям ГОСТ 9353-2016 (не менее 200 с) к I–II классу и мировым требованиям (не менее 350–400 с).

В результате изучения установлено, что число падения варьировало от 359 с (Услава) до 413 с (Золото Дона). Анализ результатов показал, что в соответствии с ГОСТ 9353-2016 изучаемые сорта относятся к I–II классу качества, а также соответствуют требованиям зарубежных стран (не менее 350–400 с), то есть характеризуются низкой активностью фермента альфа-амилазы (табл. 5).

**5. Характеристика сортов по числу падения (2016–2018 гг.)**  
**5. Characteristics of the winter durum wheat varieties according to a falling number (2016–2018)**

| Сорт              | ЧП, с | C <sub>vp</sub> , % |
|-------------------|-------|---------------------|
| Кристелла, ст.    | 391   | 5,7                 |
| Дончанка          | 376   | 2,3                 |
| Диона             | 370   | 17,5                |
| Эйрена            | 391   | 6,5                 |
| Яхонт             | 376   | 1,7                 |
| Юбиларка          | 409   | 5,9                 |
| Янтарина          | 407   | 8,2                 |
| Услава            | 359   | 4,5                 |
| Лакомка           | 399   | 4,8                 |
| Золото Дона       | 413   | 5,5                 |
| Солнцедар         | 402   | 5,8                 |
| Динас             | 391   | 5,0                 |
| Алмаз Дона        | 383   | 2,9                 |
| Среднее           | 390   | 5,9                 |
| НСР <sub>05</sub> | 3,99  | –                   |

**Выводы**

1. Современные сорта озимой твердой пшеницы, созданные в ФГБНУ «АНЦ «Донской», характеризуются высоким качеством зерна. Все изучаемые генотипы соответствовали требованиям ГОСТ 9353-2016 к I–II классу качества по стекловидности, содержанию белка и натурной массе зерна.

2. Выделенные сорта как по отдельным, так и по комплексу признаков, характеризующих качество зерна озимой твердой пшеницы и конечных продуктов, могут быть использованы в селекционном процессе в качестве исходного материала. Внедрение в производство лучших сортов позволит решить проблему нехватки зерна твердой пшеницы высокого качества.

**Библиографические ссылки**

1. Баринов А. Мы почти итальянцы. Рынок макаронных изделий // Российский продовольственный рынок [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://foodmarket.spb.ru/archive.php?year=2019&number=176&article=2612>.
2. Гончаров С. В., Курашов М. Ю. Перспективы развития российского рынка твердой пшеницы // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2018. № 2(57). С. 66–75. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.2.66.
3. Дзюба В. А. Теоретическое и прикладное растениеводство: на примере пшеницы, ячменя и риса: науч.-метод. пособие. Краснодар, 2010. 475 с.
4. Дорохова Д. П., Копусь М. М. Исходный материал и достижения в селекции озимой твердой пшеницы по содержанию каротиноидов в зерне сортов ФГБНУ «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 3–5. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-55-1-3-5.
5. Евдокимов М. Г., Юсов В. С., Пахотина И. В., Кирьякова М. Н. Стекловидность зерна твердой яровой пшеницы в условиях Западной Сибири // Зерновое хозяйство России. 2019. № 5(65). С. 24–28. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-65-5-24-28.
6. Мальчиков П. Н., Мясникова М. Г., Шаболкина Е. Н., Анисимкина Н. В., Оганян Т. В. Перспективы улучшения качества твердой пшеницы в процессе селекции в Среднем Поволжье // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16, № 5(3). С. 1143–1152.
7. Мясникова М. Г., Мальчиков П. Н., Анисимкина Н. В., Розова М. А., Чахеева Т. В. Результаты селекции твердой пшеницы в России на содержание каротиноидных пигментов в зерне // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 37–40. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-37-40.
8. Bhatt G. V., Derera F. N. Genotype\* Environment interaction for, heritabilities of, and correlations among quality in wheat // Euphytica 24. 1975. Pp. 597–604.
9. Sisson M. Role of Durum Wheat Composition on the Quality of Pasta and Bread // Food 2 (2). Global Science Book. 2008. Pp. 75–90.

**References**

1. Barinov A. My pochti ital'yancy. Rynok makaronnyh izdelij // Rossijskij prodovol'stvennyj rynek [We are almost Italians. Pasta market] [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://foodmarket.spb.ru/archive.php?year=2019&number=176&article=2612>.
2. Goncharov S. V., Kurashov M. Yu. Perspektivy razvitiya rossijskogo rynka tvyordoj pshenicy [Prospects for the development of the Russian durum wheat market] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. № 2(57). S. 66–75. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.2.66.
3. Dzyuba V. A. Teoreticheskoe i prikladnoe rastenievodstvo: na primere pshenicy, yachmenya i risa [Theoretical and applied plant production: on the example of wheat, barley and rice]: nauch.-metod. posobie. Krasnodar, 2010. 475 s.
4. Dorohova D. P., Kopus' M. M. Iskhodnyj material i dostizheniya v selekcii ozimoi tvorodj pshenicy po soderzhaniyu karotinoidov v zerne sortov FGBNU "ANC "Donskoj" [The initial material and achievements in winter durum wheat breeding on the amount of carotenoids in the grain varieties of the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(55). С. 3–5. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-55-1-3-5.
5. Evdokimov M. G., Yusov V. S., Pahotina I. V., Kir'yakova M. N. Steklovidnost' zerna tvyordoi yarovoi pshenicy v usloviyah Zapadnoj Sibiri [Hardness of durum spring wheat kernels in Western Siberia] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 5(65). С. 24–28. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-65-5-24-28.
6. Mal'chikov P. N., Myasnikova M. G., Shabolkina E. N., Anisimkina N. V., Oganyan T. V. Perspektivy uluchsheniya kachestva tvrdoj pshenicy v processe selekcii v Srednem Povolzh'e [Prospects for improving the quality of durum wheat in the breeding process in the Middle Volga] // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. 2014. T. 16, № 5(3). S. 1143–1152.
7. Myasnikova M. G., Mal'chikov P. N., Anisimkina N. V., Rozova M. A., Chaheeva T. V. Rezul'taty selekcii tvyordoi pshenicy v Rossii na soderzhanie karotinoidnyh pigmentov v zerne [Results of durum wheat breeding in Russia on the amount of carotenoid pigments in grain] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 6(66). С. 37–40. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-37-40.
8. Bhatt G. V., Derera F. N. Genotype\* Environment interaction for, heritabilities of, and correlations among quality in wheat // Euphytica 24. 1975. Pp. 597–604.
9. Sisson M. Role of Durum Wheat Composition on the Quality of Pasta and Bread // Food 2 (2). Global Science Book. 2008. Pp. 75–90.

Поступила: 03.02.20; принята к публикации: 28.05.20.

**Критерии авторства.** Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Авторский вклад.** Кравченко Н. С., Олдырева И. М. – подготовка рукописи, выполнение лабораторных опытов, анализ данных и их интерпретация; Самофалова Н. Е. – концептуализация исследования; Макарова Т. С. – выполнение полевых опытов и сбор данных.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**

УДК 635.657:631.5(470.61)

## ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ НУТА В ЮЖНОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**С. А. Васильченко**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории технологии возделывания пропашных культур, wasilchenko12@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0003-1587-2533;  
**Г. В. Метлина**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания пропашных культур, metlina\_gv@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976  
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,  
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Полевые опыты проводили в 2018–2019 гг. в лаборатории технологии возделывания пропашных культур ФГБНУ «АНЦ «Донской» (г. Зерноград). Опытное поле находится в южной сельскохозяйственной зоне Ростовской области (недостаточное и неустойчивое увлажнение). Почвой опытного участка является чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый на лессовидных суглинках с содержанием гумуса 3,2%;  $P_2O_5$  – 18,5–20,0;  $K_2O$  – 342–360 мг/кг почвы. Величина гидротермического коэффициента в годы исследований находилась в пределах от 0,28 до 0,55 (недостаточная влагообеспеченность вегетационного периода). В статье представлены результаты изучения влияния норм высева, сроков и способов посева на урожайность среднераннего сорта нута Приво 1. Применяемые агроприемы влияли на показатели структуры урожайности. Так, при увеличении нормы высева от 0,3 до 1,0 млн шт./га происходило уменьшение количества семян с растения на 7–11 шт., снижение массы семян с растения – на 1,7–2,6 г и массы 1000 семян – на 35–65 г. Наибольшее влияние на урожайность нута оказывал срок посева (доля влияния фактора – 42,2%), а наименьшее – способ посева (4,1%). Наибольшая урожайность формировалась в первом сроке при рядовом способе посева (0,76–1,06 т/га), а наименьшая – в третьем сроке при ширококормном способе посева (0,44–0,71 т/га). Корреляционная связь основных элементов продуктивности (количество и масса семян с растения, масса 1000 семян) с урожайностью была средняя положительная ( $r = 0,39–0,47$ ).

**Ключевые слова:** нут, урожайность, норма высева, срок посева, способ посева, полевая всхожесть.

**Для цитирования:** Васильченко С. А., Метлина Г. В. Влияние технологических приемов возделывания на урожайность нута в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2020. № 3(69). С. 32–37. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-69-3-32-37.



## THE EFFECT OF CULTIVATION TECHNOLOGIES ON CHICKPEA PRODUCTIVITY IN THE SOUTHERN PART OF THE ROSTOV REGION

**S. A. Vasilchenko**, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for cultivation technology of row crops, wasilchenko12@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0003-1587-2533;  
**G. V. Metlina**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for cultivation technology of row crops, metlina\_gv@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976  
Agricultural Research Center "Donskoy",  
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The field trials were carried out in 2018–2019 in the laboratory for cultivation technology of row crops of the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" (Zernograd). The experimental plot is located in the southern agricultural part of the Rostov region characterized with insufficient and unstable moisture. The soil of the experimental plot is ordinary heavy loamy blackearth (chernozem) on loess-like loam, with 3.2% of humus, 18.5–20.0 of  $P_2O_5$ , 342–360 mg of  $K_2O$  per a kg of soil. The value of the hydrothermal coefficient in the years of study ranged from 0.28 to 0.55 (insufficient moisture supply of the growing season). The current paper has presented the study results of the effect of effect of seeding rates, sowing dates, sowing methods on productivity of the middle early ripening chickpeas variety "Privo 1". The applied agricultural techniques affected on indicators of the yield structure elements. So, the increase of the seeding rate from 0.3 to 1.0 million units/ha reduced number of seeds per plant by 7–11 pcs., decreased seed weight per plant by 1.7–2.6 g and 1000-seed weight by 35–65 g. The sowing date had the greatest effect on chickpea productivity (the effect of the factor was 42.2%), and the sowing method had the smallest (4.1%) effect on it. The largest productivity was formed in the first period with the ordinary-row method of sowing (0.76–1.06 t/ha), and the smallest productivity was formed in the third period with the wide-row method of sowing (0.44–0.71 t/ha). The correlation between the main elements of productivity ("number of seeds per plant", "seed weight per plant", "1000-seed weight") and cultivation technologies was average positive ( $r = 0.39–0.47$ ).

**Keywords:** chickpea, productivity, seeding rate, sowing date, sowing method, field germination.

**Введение.** Нут – одна из самых засухоустойчивых и жаровыносливых культур, являющаяся хорошим предшественником для озимой пшеницы. Посевные площади под нут в 2018 г. составили 851,2 тыс. га (+71,6% к 2017 г.). Однако урожайность зерна нута в 2018 г. по стране составила 0,76 т/га (Посевные площади, валовые сборы и урожайность нута в России, 2018; Пыльнев и Коновалов, 2005).

Агроклиматические ресурсы Ростовской области достаточны для нормального роста и развития сельскохозяйственных растений, но в условиях изменяющегося климата погодные условия не всегда благоприятны для получения высоких и стабильных

урожаев зерновых и зернобобовых культур (Попов и др., 2017; Ковтунов, 2018; Ашиев и др., 2019).

Важнейшими элементом технологии возделывания сельскохозяйственной культуры является правильный выбор нормы высева и срока посева.

Также в научной литературе имеются сведения о положительном влиянии ширококормного способа посева на урожайность зерна нута в условиях юга России (Пташник, 2017).

Поэтому целью исследований являлось изучение влияния норм высева, сроков и способов посева на продуктивность нута в южной зоне Ростовской области.

**Материалы и методы исследований.** Полевые опыты проводились на опытном поле лаборатории технологии возделывания пропашных культур ФГБНУ «АНЦ «Донской» (г. Зерноград) в 2018–2019 гг. По зональному делению (сельскохозяйственные зоны РО) Зерноградский район относится к южной зоне Ростовской области, характеризующейся полупустынным климатом с умеренно жарким летом и умеренно холодной зимой (Национальное аграрное агентство). ГТК составляет 0,80–0,85; годовое количество осадков – 450–500 мм. Среднегодовая сумма температур воздуха выше 10 °C составляет 3304 °C. Почвенный покров представлен черноземом обыкновенным карбонатным (предкавказским) на лессовидных суглинках. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы: pH – 7,1; гумус – 3,3%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 22–26, K<sub>2</sub>O – 320–370 мг/кг почвы (Бельтюков, 1993).

Закладку полевого опыта, проведение сопутствующих наблюдений, анализов, учетов выполняли в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989), а статистическую обработку полученных в опыте данных осуществляли с использованием компьютерной программы Microsoft Excel 2016 по методике Б. А. Доспехова (2014).

Агротехника в опыте была общепринятая для южной зоны Ростовской области, кроме изучаемых элементов технологии. Учетная площадь деланки составляла 17 м<sup>2</sup>. Повторность – четырехкратная. Предшественник – озимая пшеница.

Посев осуществляли сеялкой СС-11, уборку – комбайном Сампо 2010.

Объектом исследований являлся среднеранний сорт нута Приво 1. Растения кустовой формы с густопушным стеблем высотой 46–70 см и высотой прикрепления нижних бобов 20–28 см, что делает сорт высокотехнологичным, приспособленным к механизированной уборке комбайном. Высокоустойчив к полеганию, осыпанию, засухе. Содержание белка в зерне достигает 21,8–26,0%. Среднеустойчив к аскохитозу и гороховой зерновке. Включен в список ценных по качеству сортов.

Схема опыта предусматривала изучение способов посева, норм высева семян и сроков посева.

Способы посева (фактор А):

- 1) рядовой, ширина междурядья – 0,15 м;
- 2) широкорядный, ширина междурядья – 0,45 м.

Нормы высева (фактор В):

- 1) 0,3 млн шт. всхожих семян/га;
- 2) 0,4 млн шт. всхожих семян/га;
- 3) 0,5 млн шт. всхожих семян/га;
- 4) 0,6 млн шт. всхожих семян/га;
- 5) 0,7 млн шт. всхожих семян/га;
- 6) 0,8 млн шт. всхожих семян/га;
- 7) 0,9 млн шт. всхожих семян/га;
- 8) 1,0 млн шт. всхожих семян/га.

Сроки посева (фактор С):

- 1) первый срок посева (при прогревании почвы на глубине заделки семян до 6 °C);
- 2) второй срок посева (при прогревании почвы на глубине заделки семян до 10 °C);
- 3) третий срок посева (при прогревании почвы на глубине заделки семян до 14 °C).

Метеорологические условия. Метеорологические данные были получены на метеостанции «Зерноград». В годы проведения исследований метеорологические условия значительно различались, что позволило объективно оценить влияние изучаемых элементов технологии возделывания.

Так, 2018 г. отличался очень низкой влагообеспеченностью апреля, мая, июня и августа. Среднесуточная температура воздуха во все месяцы превышала среднесуточную норму на 1,3–3,4 °C, а дефицит осадков за период с апреля по август составил 137,3 мм (рис. 1).

В 2019 г. в течение вегетационного периода можно отметить два месяца с превышением среднесуточной нормы по влагообеспеченности – май и июль и три месяца с недостаточной влагообеспеченностью – апрель, июнь и август. Среднемесячная температура воздуха в июле была на уровне среднесуточных значений, в остальные месяцы она превышала их (рис. 2).

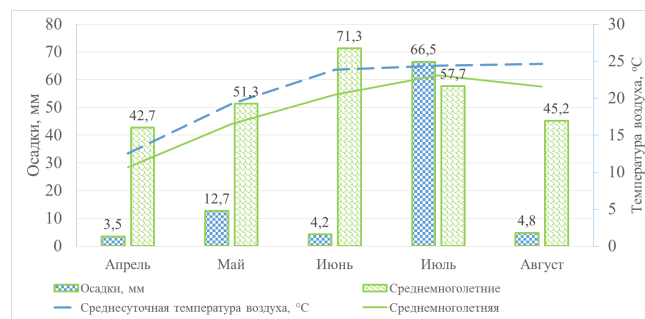


Рис. 1. Метеорологические условия вегетационного периода нута в 2018 г. (по данным метеостанции «Зерноград»)

Fig. 1. Weather conditions during a chickpea growing season in 2018 (according to the weather station "Zernograd")

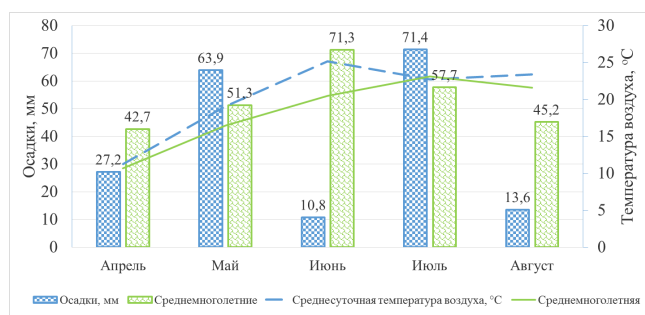


Рис. 2. Метеорологические условия вегетации нута в 2019 г. (по данным метеостанции «Зерноград»)

Fig. 2. Weather conditions during a chickpea growing season in 2019 (according to the weather station "Zernograd")

Таким образом, метеорологические условия вегетационного периода нута отличались недостаточной влагообеспеченностью (ГТК находился в пределах от 0,28 до 0,55).

**Результаты и их обсуждение.** В годы исследований первый срок посева нута приходится на первую декаду апреля, второй срок посева – на конец второй

декады апреля, а третий – на третью декаду апреля. Изучаемые нормы высева оказывали влияние на полевую всхожесть. Высокая полевая всхожесть отмечалась при нормах высева до 0,6 млн шт. всхожих семян/га в первом сроке посева, до 0,5 млн шт. всхожих семян/га во втором сроке посева и 0,4 млн шт. всхожих семян/га в третьем (табл. 1).

### 1. Влияние норм высева, сроков и способов посева на полевую всхожесть и сохранность растений нута к уборке (2018–2019 гг.)

#### 1. The effect of seeding rates, sowing dates, sowing methods on field germination and chickpea safety for harvesting (2018–2019)

| Способ посева          | Норма высева, млн всх. семян/га | Полевая всхожесть, % |          |          | Сохранность растений к уборке, % |          |          |
|------------------------|---------------------------------|----------------------|----------|----------|----------------------------------|----------|----------|
|                        |                                 | 1-й срок             | 2-й срок | 3-й срок | 1-й срок                         | 2-й срок | 3-й срок |
| Рядовой, 0,15 м        | 0,3                             | 81                   | 78       | 75       | 81                               | 78       | 70       |
|                        | 0,4                             | 81                   | 78       | 74       | 80                               | 78       | 67       |
|                        | 0,5                             | 80                   | 78       | 73       | 78                               | 75       | 66       |
|                        | 0,6                             | 80                   | 77       | 73       | 77                               | 75       | 65       |
|                        | 0,7                             | 78                   | 75       | 70       | 77                               | 73       | 65       |
|                        | 0,8                             | 76                   | 73       | 68       | 75                               | 70       | 63       |
|                        | 0,9                             | 73                   | 71       | 66       | 70                               | 70       | 62       |
|                        | 1,0                             | 71                   | 69       | 65       | 70                               | 68       | 60       |
| Ширококорядный, 0,45 м | 0,3                             | 81                   | 77       | 74       | 79                               | 76       | 68       |
|                        | 0,4                             | 80                   | 76       | 72       | 78                               | 75       | 64       |
|                        | 0,5                             | 79                   | 74       | 71       | 76                               | 74       | 63       |
|                        | 0,6                             | 77                   | 73       | 70       | 75                               | 73       | 61       |
|                        | 0,7                             | 75                   | 71       | 68       | 74                               | 71       | 60       |
|                        | 0,8                             | 74                   | 70       | 67       | 70                               | 70       | 58       |
|                        | 0,9                             | 71                   | 68       | 64       | 68                               | 67       | 57       |
|                        | 1,0                             | 69                   | 66       | 62       | 67                               | 65       | 55       |

С увеличением нормы высева отмечалось снижение полевой всхожести, что было связано с повышенным расходом продуктивной влаги, необходимой для прорастания семян.

Сохранность растений к уборке изменялась под влиянием как норм высева, так и сроков посева. Наибольшая сохранность растений к уборке отмечалась в первом сроке посева, что связано с лучшими условиями водного и пищевого режимов. В третьем сроке посева фиксировалась наименьшая сохранность рас-

тений к уборке из-за возрастания конкурентных отношений с сорняками. С увеличением нормы высева происходило снижение значений данного показателя во всех сроках посева.

Нормы высева, сроки и способы посева оказывали влияние на основные элементы продуктивности нута. Во всех сроках и способах посева количество семян с растения уменьшалось по мере возрастания нормы высева с 0,3 до 1,0 млн шт. всхожих семян/га (рис. 3).

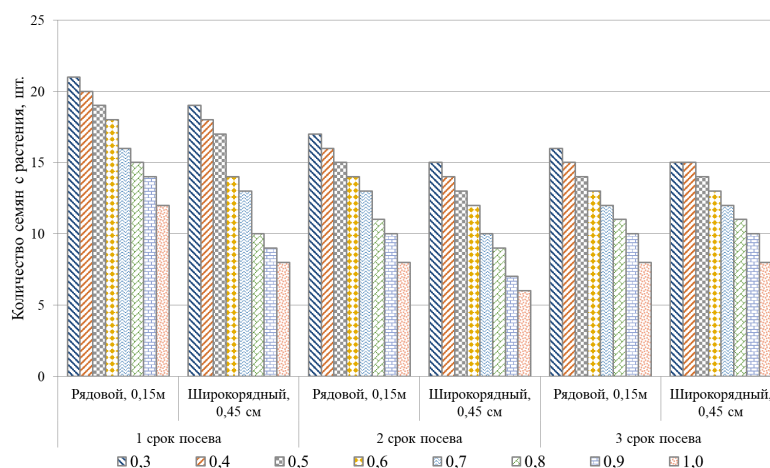


Рис. 3. Влияние норм высева, сроков и способов посева на количество семян с растения, г (2018–2019 гг.)

Fig. 3. The effect of seeding rates, sowing dates, sowing methods on "number of seeds per plant", g (2018–2019)

Показатель  $HCP_{05}$  для частных различий составляет 0,72 шт.;  $HCP_{05}$  по фактору А (способ посева) – 0,15 шт.;  $HCP_{05}$  по фактору В (норма посева) – 0,18 шт.;  $HCP_{05}$  по фактору С (срок посева) – 0,30 шт. Таким образом, изучаемые агроприемы оказывали существенное влияние на количество семян с растения.

Семенная продуктивность, определяемая массой семян с одного растения, также изменялась под влиянием изучаемых элементов технологии возделывания. Наибольшие значения данного показателя фиксировались при норме высева 0,3 млн шт. всхожих семян/га как при рядовом, так и при ширококормном способах посева (рис. 4).

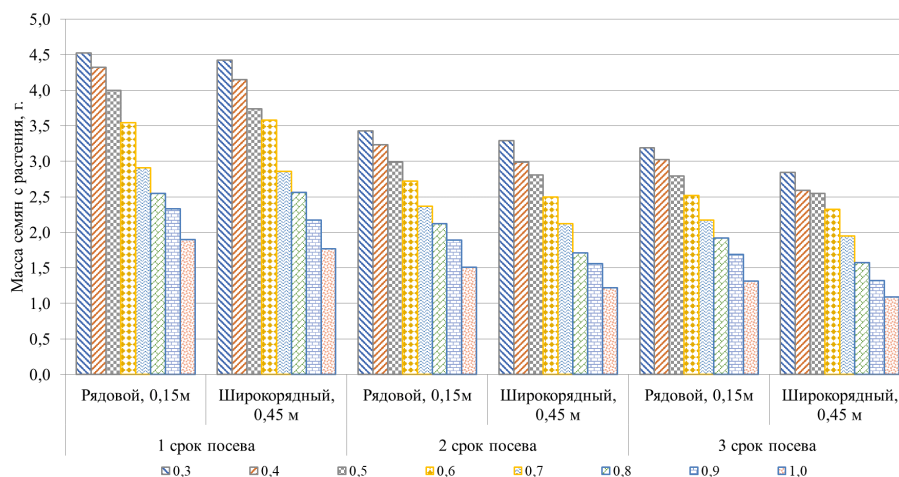


Рис. 4. Влияние норм высева, сроков и способов посева на массу семян с растения, г (2018–2019 гг.)

Fig. 4. The effect of seeding rates, sowing dates, sowing methods on "seed weight per plant", g (2018–2019)

С увеличением нормы высева происходило снижение массы семян с растения до минимальных значений, отмечаемых при максимальной норме высева. Наименьшая масса семян зафиксирована в третьем сроке посева, когда в посевном слое почвы отмечался недостаток продуктивной влаги. Изменение массы семян с растения находилось в пределах от 1,09 до 4,52 г, что свидетельствует об отзывчивости растений на изучаемые агроприемы.

Наименьшая существенная разность на 5% уровне значимости ( $HCP_{05}$ ) для частных различий составляет 0,46 г; по фактору А (способ посева) – 0,09 г; по фактору В (норма высева) – 0,12 г; по фактору С (срок посева) – 0,19 г. Таким образом, при оценке частных различий между вариантами опыта можно отметить достоверное изменение массы семян с растения в большинстве вариантов опыта.

Выполненность семян, определяемая показателем «масса 1000 семян», также изменялась под

влиянием изучаемых элементов технологии возделывания. Наибольшая масса 1000 семян отмечалась в первом сроке посева (159,5–256,3 г), а наименьшая – в третьем сроке посева (132,2–215,0 г) (рис. 5).

$HCP_{05}$  для частных различий составляет 2,36 г;  $HCP_{05}$  по фактору А (способ посева) – 0,49 г;  $HCP_{05}$  по фактору В (норма высева) – 0,60 г;  $HCP_{05}$  по фактору С (срок посева) – 0,97 г. Таким образом, в большинстве вариантов опыта отмечалось достоверное изменение массы 1000 зерен в зависимости от изучаемых элементов технологии возделывания.

В годы исследований наибольшая урожайность отмечалась при первом сроке посева (прогревание почвы на глубине заделки семян до 6 °С). Во втором и третьем сроках посева отмечалось снижение урожайности соответственно на 11,3–23,9% и 24,7–35,5% (табл. 2).

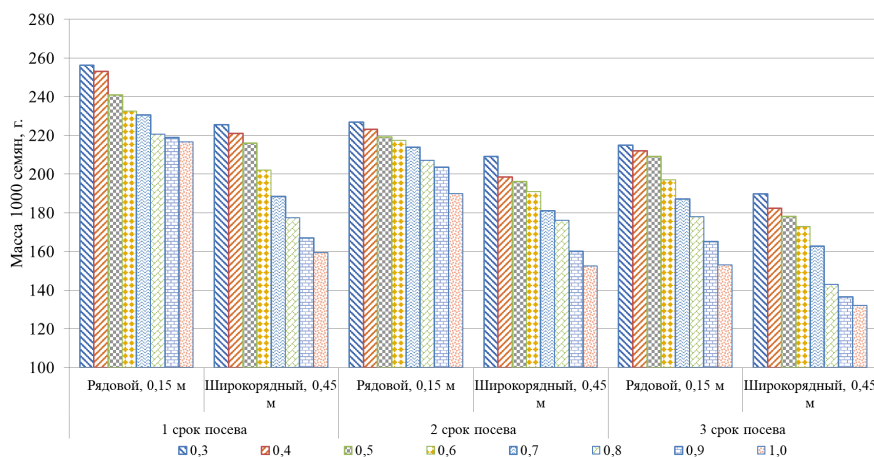


Рис. 5. Влияние норм высева, сроков и способов посева на массу 1000 зерен, г (2018–2019 гг.)

Fig. 5. The effect of seeding rates, sowing dates, sowing methods on "1000-seed weight", g (2018–2019)

**2. Влияние норм высева, сроков и способов посева на урожайность нута (2018–2019 гг.)**  
**2. The effect of seeding rates, sowing dates, sowing methods on chickpea productivity (2018–2019)**

| Способ посева (фактор А)               | Норма высева, млн всх. семян/га (фактор В) | Срок посева (температура почвы на глубине заделки семян, °С) (фактор С) |                 |                 | Среднее по фактору С |
|----------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------|
|                                        |                                            | 1-й срок посева                                                         | 2-й срок посева | 3-й срок посева |                      |
| Рядовой, 0,15 м                        | 0,3                                        | 0,76                                                                    | 0,61            | 0,49            | 0,62                 |
|                                        | 0,4                                        | 0,89                                                                    | 0,74            | 0,60            | 0,74                 |
|                                        | 0,5                                        | 0,98                                                                    | 0,83            | 0,72            | 0,84                 |
|                                        | 0,6                                        | 1,06                                                                    | 0,88            | 0,77            | 0,90                 |
|                                        | 0,7                                        | 0,97                                                                    | 0,86            | 0,73            | 0,85                 |
|                                        | 0,8                                        | 0,97                                                                    | 0,80            | 0,67            | 0,81                 |
|                                        | 0,9                                        | 0,91                                                                    | 0,74            | 0,62            | 0,75                 |
|                                        | 1,0                                        | 0,82                                                                    | 0,64            | 0,54            | 0,66                 |
| Среднее по фактору А                   |                                            | 0,92                                                                    | 0,76            | 0,64            | –                    |
| Широкорядный, 0,45 м                   | 0,3                                        | 0,73                                                                    | 0,59            | 0,48            | –                    |
|                                        | 0,4                                        | 0,85                                                                    | 0,71            | 0,56            | –                    |
|                                        | 0,5                                        | 0,93                                                                    | 0,79            | 0,67            | –                    |
|                                        | 0,6                                        | 1,01                                                                    | 0,82            | 0,71            | –                    |
|                                        | 0,7                                        | 0,90                                                                    | 0,78            | 0,66            | –                    |
|                                        | 0,8                                        | 0,88                                                                    | 0,67            | 0,59            | –                    |
|                                        | 0,9                                        | 0,79                                                                    | 0,65            | 0,51            | –                    |
|                                        | 1,0                                        | 0,67                                                                    | 0,54            | 0,44            | –                    |
| Среднее по фактору А                   |                                            | 0,85                                                                    | 0,69            | 0,58            | –                    |
| Среднее по фактору С                   |                                            | 0,88                                                                    | 0,73            | 0,70            | –                    |
| НСР <sub>05</sub> для частных различий |                                            | 0,06                                                                    | –               | –               | –                    |
| НСР <sub>05</sub> по фактору А         |                                            | 0,01                                                                    | –               | –               | –                    |
| НСР <sub>05</sub> по факторам В, С     |                                            | 0,02                                                                    | –               | –               | –                    |

При третьем сроке посева происходили иссушение почвы и ухудшение роста и развития растений, а созревание семян было более продолжительным по сравнению с ранним и средним сроками посева.

При увеличении нормы высева урожайность семян сначала возрастала (от 0,3 до 0,6 млн шт. семян/га), а затем снижалась (от 0,7 до 1,0 млн шт. семян/га). В среднем за 2 года при первом сроке посева увеличение нормы до 0,6 млн шт. семян/га способствовало увеличению урожайности зерна на 0,30–0,28 т/га по сравнению с минимальной нормой высева. Подобные закономерности отмечались также во втором и третьем сроках посева.

При ширококрядном способе посева по сравнению с рядовым способом урожайность снижалась на 0,03–0,15 т/га при первом сроке посева, на 0,02–0,13 т/га при втором сроке посева и на 0,01–0,11 т/га при третьем сроке посева.

В среднем за годы исследований максимальная урожайность нута отмечалась в вариантах рядового способа посева с нормой высева 0,6 млн шт./га: при раннем сроке посева она составляла 1,06 т/га; при среднем – 0,88 т/га; при позднем – 0,77 т/га. Наименьшая продуктивность нута была в вариантах с ширококрядным способом посева и нормой высева 1,0 млн шт./га.

При оценке влияния основных элементов продуктивности на формирование урожайности можно отметить среднюю положительную корреляционную связь урожайности со всеми основными элементами продуктивности нута. Коэффициенты корреляции находились в пределах  $r = 0,39–0,47$ . Статистический анализ выявил достоверные различия по наименьшей существенной разности между вариантами опыта.

Наибольшее влияние на урожайность нута оказывал срок посева, а наименьшее – способ посева. Доли влияния факторов составили 42,2 и 4,1% соответственно.

### Выводы

1. Сроки посева оказывали влияние на полевую всхожесть. Наибольшая полевая всхожесть отмечалась в первом сроке посева (71–81% при рядовом способе и 69–81% при ширококрядном), а наименьшая – в третьем (75–65% при рядовом способе посева и 74–62% при ширококрядном). Сохранность растений к уборке была максимальной в первом сроке посева как при рядовом способе посева (70–81%), так и ширококрядном (67–79%).

2. Изучаемые агроприемы возделывания способствовали изменению показателей структуры урожая. Отмечалось уменьшение количества семян с растения с увеличением нормы высева с 0,3 до 1,0 млн всхожих семян/га на 9–11 шт. в первом сроке посева и на 7–8 шт. в третьем сроке в зависимости от способа посева. С увеличением нормы высева с 0,3 до 1,0 млн всхожих семян/га наблюдалось уменьшение массы семян с растения на 2,62–2,65 г в первом сроке посева и на 1,75–1,88 г в третьем сроке посева в зависимости от способа посева. Аналогичная тенденция отмечалась по массе 1000 семян, где с увеличением нормы высева до 1,0 млн всхожих семян/га наблюдалось уменьшение значений показателя на 36,5–66,0 г в первом сроке и на 53,5–62,0 г в третьем сроке в зависимости от способа посева.

3. Урожайность зерна нута была максимальной в первом сроке при рядовом способе, а минимальной в третьем сроке при ширококрядном способе посева и находилась в пределах 0,76–1,06 и 0,48–0,71 т/га соответственно в зависимости от нормы высева.

## Библиографические ссылки

1. Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н., Скулова М. В. Элементы структуры урожая у листовых и усатых образцов гороха: изменчивость, взаимосвязь и перспективы их использования в селекционном процессе // Зерновое хозяйство России. 2019. № 3(63). С. 40–43. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-63-3-40-43.
2. Бельтюков Л. П., Гриценко А. А. Применение удобрений под зерновые культуры на Дону. Зерноград, 1993. 226 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. Стереотип. изд. Перепеч. с 5-го изд., доп. и перераб., 1985 г. М.: Альянс, 2014. 351 с.
4. Ковтунов В. В. Посевная площадь и урожайность сорго зернового // Зерновое хозяйство России. 2018. № 3(57). С. 47–49. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-57-3-47-49.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1989. 250 с.
6. Попов А. С., Герасименко Г. П., Марченко Д. М., Герасименко Т. В., Яценко В. А., Игнатъева Н. Г. Особенности погодных условий в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2012. № 5. С. 46–50.
7. Посевные площади, валовые сборы и урожайность нута в России. Итоги 2018 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ab-centre.ru/news/posevnye-ploschadi-valovye-sbory-i-urozhaynost-nuta-v-rossii-itogi-2018-goda>.
8. Пташник О. П. Технологические приемы выщивания нута в условиях степного Крыма // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 4(24). С. 13–19.
9. Пыльнев В. В., Коновалов Ю. Б. Частная селекция полевых культур. М.: Колос. 2005. 522 с.
10. Шесть сельскохозяйственных зон Ростовской области – характеристика [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosng.ru/post/content-shest-selskohozyaystvennyh-zon-rostovskoy-oblasti-harakteristika>.

## References

1. Ashiev A. R., Habibullin K. N., Skulova M. V. Elementy struktury urozhaya u listochkovykh i usatykh obrazcov goroha: izmenchivost', vzaimosvyaz' i perspektivy ih ispol'zovaniya v selekcionnom processe [Elements of the yield structure in leafy and leafless pea samples: variability, interconnection, and prospects for their use in the breeding process] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 3(63). S. 40–43. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-63-3-40-43.
2. Bel'tyukov L. P., Gricenko A. A. Primenenie udobrenij pod zernovye kul'tury na Donu [The use of fertilizers for grain crops in the Don territory]. Zernograd, 1993. 226 s.
3. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of study results)]: учебник dlya vysshikh sel'skohozyajstvennykh uchebnykh zavedenij. Stereotip. izd. Perepech. s 5-go izd., dop. i pererab., 1985 g. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
4. Kovtunov V. V. Posevnaya ploschad' i urozhajnost' sorgo zernovogo [Sown area and productivity of grain sorghum] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 3(57). S. 47–49. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-57-3-47-49.
5. Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Methods of State Variety Testing of agricultural crops]. M.: Kolos, 1989. 250 s.
6. Popov A. S., Gerasimenko G. P., Marchenko D. M., Gerasimenko T. V., Yacenko V. A., Ignat'eva N. G. Osobennosti pogodnykh uslovij v yuzhnoj zone Rostovskoy oblasti [Features of weather conditions in the southern part of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2012. № 5. S. 46–50.
7. Posevnye ploschadi, valovye sbory i urozhajnost' nuta v Rossii. Itogi 2018 goda [Sown area, gross harvests and productivity of chickpea in Russia. The results of 2018] [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://ab-centre.ru/news/posevnye-ploschadi-valovye-sbory-i-urozhaynost-nuta-v-rossii-itogi-2018-goda>.
8. Ptašnik O. P. Tekhnologicheskie priyomy vyshchivaniya nuta v usloviyah stepnogo Kryma [Technological methods of chickpea cultivation in the conditions of the steppe in Crimea] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2017. № 4(24). S. 13–19.
9. Pyl'nev V. V., Konovalov Yu. B. Chastnaya selekciya polevykh kul'tur [Private breeding of field crops]. M.: Kolos. 2005. 522 s.
10. Shest' sel'skohozyajstvennykh zon Rostovskoy oblasti – harakteristika [Six agricultural zones of the Rostov region, their characteristics] [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://rosng.ru/post/content-shest-selskohozyaystvennyh-zon-rostovskoy-oblasti-harakteristika>.

Поступила: 16.05.20; принята к публикации: 29.05.20.

**Критерии авторства.** Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Авторский вклад.** Васильченко С. А. – концептуализация исследований, подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Метлина Г. В. – концептуализация исследований, подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**

УДК 633.14: 631.559: 664.64.016.8

## РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ АДАПТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИЗНАКОВ «УРОЖАЙНОСТЬ» И «ЧИСЛО ПАДЕНИЯ» СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ В УСЛОВИЯХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**Е. А. Шляхтина**, младший научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства озимой ржи, ORCID ID: 0000-0003-2600-3042;

**О. Н. Рылова**, младший научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства озимой ржи, ORCID ID: 0000-0003-3515-6374

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого», 610007, г. Киров, ул. Ленина, 166А; e-mail: fss.nauka@mail.ru

В статье приведены результаты оценки параметров адаптивности 9 сортов озимой ржи селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока по признакам «урожайность» и «число падения». Исследования проведены в 2015–2019 гг. на опытных полях Фаленской селекционной станции – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (Кировская область). Агроклиматические условия в годы исследований были контрастными. Установлено, что за годы исследований наиболее урожайным был перспективный сорт Батист (5,15 т/га). Высокие значения генетической гибкости отмечены у сортов Батист (5,21 т/га), Сара (5,05 т/га), Ниоба (5,06 т/га), Рушник (4,96 т/га). По параметрам экологической пластичности и стабильности признака «урожайность» выделены сорта интенсивного типа – Графиня ( $bi = 1,22$ ;  $S^2d_i = 0,01$ ), Рушник ( $bi = 1,39$ ;  $S^2d_i = 0,04$ ) и экстенсивного типа – Флора ( $bi = 0,63$ ;  $S^2d_i = 0,09$ ), Фаленская 4 ( $bi = 0,75$ ;  $S^2d_i = 0,03$ ) и Батист ( $bi = 0,76$ ;  $S^2d_i = 0,05$ ). Высокая стрессоустойчивость отмечена у сортов Флора (–1,98 т/га), Батист (–2,01 т/га). При контрастных метеоусловиях, в процессе налива и созревания зерна, выделен наиболее адаптивный сорт Рушник (по признаку «число падения»), у которого за годы исследований отмечен самый высокий средний показатель – 195 с (при минимальном значении 109 с в неблагоприятных условиях года и максимальном значении 275 с – в благоприятных).

**Ключевые слова:** озимая рожь, пластичность, стабильность, сорт, урожайность, коэффициент вариации.

**Для цитирования:** Шляхтина Е. А., Рылова О. Н. Результаты оценки адаптивных показателей признаков «урожайность» и «число падения» сортов озимой ржи в условиях Кировской области // Зерновое хозяйство России. 2020. № 3(69). С. 38–42. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-69-3-38-42.



## THE ESTIMATION RESULTS OF THE ADAPTIVE INDICATORS OF THE TRAITS “PRODUCTIVITY” AND “A FALLING NUMBER” OF THE WINTER RYE VARIETIES IN THE KIROV REGION

**E. A. Shlyakhtina**, junior researcher of the laboratory for winter rye breeding and primary seed production, ORCID ID: 0000-0003-2600-3042;

**O. N. Rylova**, junior researcher of the laboratory for winter rye breeding and primary seed production, ORCID ID: 0000-0003-3515-6374

Federal Agricultural Research Center of the North-East named after N. V. Rudnitsky, 610007, Kirov, Lenin Str., 166A; e-mail: fss.nauka@mail.ru

The current paper has presented the estimation results of the adaptive indicators of the traits “productivity” and “a falling number” of nine winter rye varieties developed in the Federal Agricultural Research Center of the North-East named after N. V. Rudnitsky. The study was conducted in 2015–2019 in the experimental plots of the Falenskaya breeding station, the branch of the FSBSI of FARC of the North-East (the Kirov region). The weather conditions in the years of study greatly varied. There has been established that throughout the years of study, the most promising variety was “Batist” (5.15 t/ha). High values of genetic flexibility were identified in the varieties “Batist” (5.21 t/ha), “Sara” (5.05 t/ha), “Nioba” (5.06 t/ha), “Rushnik” (4.96 t/ha). According to the parameters of ecological adaptability and stability of the trait “productivity”, there have been identified such varieties of the intensive type as “Grafinya” ( $bi = 1.22$ ;  $S^2d_i = 0.01$ ), “Rushnik” ( $bi = 1.39$ ;  $S^2d_i = 0.04$ ) and such varieties of extensive type as “Flora” ( $bi = 0.63$ ;  $S^2d_i = 0.09$ ), “Falenskaya 4” ( $bi = 0.75$ ;  $S^2d_i = 0.03$ ) and “Batist” ( $bi = 0.76$ ;  $S^2d_i = 0.05$ ). High stress resistance was demonstrated by the varieties “Flora” (–1.98 t/ha), “Batist” (–2.01 t/ha). Under contrasting weather conditions, in the periods of grain filling and ripening, there has been identified the most adaptive variety “Rushnik” (according to the trait “falling number”), which had the highest average indicator 195 c throughout the years of study (with a minimum value of 109 c in unfavorable weather conditions of the year and a maximum value of 275 c in favorable weather conditions of the year).

**Keywords:** winter rye, adaptability, stability, variety, productivity, coefficient of variation.

**Введение.** Озимая рожь является национальной культурой России. Ее биологические характеристики соответствуют природно-климатическим условиям основных земледельческих районов Нечерноземной зоны, Поволжья, Урала, Западной и Восточной Сибири (Гончаренко, 2008). Почвенно-климатические условия северо-востока Нечерноземной зоны предъявляют высокие требования к возделываемым сортам озимой ржи. Большая протяженность региона с севера на юг и с запада на восток обуславливает значительное разнообразие его агроклиматических

ресурсов (Кедрова, 2000). На урожайность и качество зерна озимой ржи большое влияние оказывают условия перезимовки и гидротермический режим в период налива и созревания зерна (Чайкин и др., 2017).

Современным приоритетным направлением селекции ржи является создание адаптивных сортов продовольственного направления, экологически устойчивых к нерегулируемым факторам внешней среды и наиболее вредоносным заболеваниям, максимально приспособленных к почвенно-климатическим особенностям региона. Сельхозтоваропроизводители

лям нужны именно такие сорта, которые в меньшей степени снижают урожайность и качество при изменении условий выращивания, в частности меняющихся погодных условиях (Самофалов и Подгорный, 2014).

В процессе создания сортов одним из важных требований является устойчивость их к экологическим факторам среды, которые лимитируют формирование потенциально возможной урожайности (Гончаренко, 2016). Поэтому изучение экологической пластичности и адаптивности сортов в реальных природно-климатических условиях произрастания на последних этапах селекционного процесса является наиболее актуальным вопросом производства и внедрения сельскохозяйственной продукции (Пакуль и Плиско, 2016). Наиболее известным подходом к изучению реакции сортов на внешние условия среды является регрессионный анализ, предложенный S. A. Eberhart, W. A. Russell (1966).

Цель исследований – оценить адаптивные свойства сортов озимой ржи конкурсного сортоиспытания по признакам «урожайность» и «число падения».

**Материалы и методы исследований.** Исследования проведены в 2015–2019 гг. на опытных полях Фаленской селекционной станции – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (восточный агропочвенный район центральной климатической зоны Кировской области). Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая, сформированная на покровных суглинках; минеральный фон –  $N_{54}P_{12}K_{12}S_4$ .

Агротехника – общепринятая для возделывания озимой ржи в Кировской области. Посев проводили по чистому пару в оптимальные сроки с нормой высева 6 млн всхожих семян на 1 га. Опыт заложен рандомизированно в шести повторениях на делянках с учет-

ной площадью 10 м<sup>2</sup>. В качестве объектов исследований использовали сорта озимой ржи конкурсного сортоиспытания селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока: 4 сорта, внесенных в Государственный реестр селекционных достижений (Фаленская 4, Рушник, Флора, Графиня); 5 – перспективных (Кипрез, Ниоба, Батист, Сармат, Сара). Полученные экспериментальные данные сравнивали с показателями стандарта Фаленская 4. Статистическую обработку данных проводили по методике полевого опыта (Доспехов, 1985), используя дисперсионный и корреляционный анализы, с помощью пакета программ AGROS версия 2.07. Генетическую гибкость сорта и уровень устойчивости к стрессовым условиям произрастания рассчитывали по А. А. Гончаренко (2005). Адаптивность сортов определяли по показателю экологической пластичности, индекс условий среды рассчитывали по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell (1966) в изложении В. З. Пакудина и Л. М. Лопатиной (1984). Число падения определяли на приборе Хагберга – Пертена (Falling Number 1400). Гидротермический коэффициент (ГТК Селянинова) определяли стандартно.

Условия перезимовки во все годы изучения складывались неблагоприятно для озимой ржи. Высокий снеговой покров и повышенная температура на глубине залегания узла кущения провоцировали сильное развитие снежной плесени. Погодные условия весенне-летней вегетации значительно различались по годам: вегетационные периоды 2015 и 2018 гг. характеризовались оптимальным увлажнением (ГТК = 1,59 и 1,30 соответственно); 2016 г. был засушливым (ГТК = 0,60); 2017 и 2019 гг. – сильно увлажненными (ГТК = 1,89 и 1,92). Это позволило объективно оценить адаптивность изучаемых сортов (табл. 1).

## 1. Метеорологические условия по данным Фаленской метеостанции (2015–2019 гг.)

### 1. Weather conditions according to the Falenskaya weather station (2015–2019)

| Годы исследований | Май                            |                   | Июнь                           |                   | Июль                           |                   | Август                         |                   | ГТК  |
|-------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|------|
|                   | среднесуточная температура, °С | Сумма осадков, мм | среднесуточная температура, °С | Сумма осадков, мм | Среднесуточная температура, °С | Сумма осадков, мм | среднесуточная температура, °С | Сумма осадков, мм |      |
| 2015              | 13,9                           | 31,0              | 18,0                           | 74,9              | 14,9                           | 80,4              | 13,4                           | 132,0             | 1,59 |
| 2016              | 13,1                           | 11,2              | 15,9                           | 15,6              | 20,3                           | 51,0              | 20,9                           | 32,2              | 0,60 |
| 2017              | 7,5                            | 58,9              | 14,0                           | 58,6              | 17,3                           | 158,9             | 16,6                           | 24,5              | 1,89 |
| 2018              | 10,6                           | 58,1              | 14,1                           | 77,2              | 20,3                           | 73,8              | 16,0                           | 44,3              | 1,30 |
| 2019              | 13,2                           | 33,0              | 15,1                           | 108,0             | 15,9                           | 75,3              | 13,0                           | 157,3             | 1,92 |

**Результаты и их обсуждение.** За период изучения (2015–2019 гг.) только в 2018 и в 2019 гг. индекс условий среды (Ij) имел положительные значения (1,22 и 1,23 соответственно), что свидетельствует о достаточно благоприятных условиях произрастания культуры. Отрицательное значение индекса (–0,57...–1,14) в остальные годы говорит о неблагоприятном гидротермическом режиме для роста и развития растений, что негативно отразилось на формировании урожая зерна озимой ржи (табл. 2). Различные условия вегетации явились основным лимитирующим фактором урожайности и позволили оценить норму реакции генотипа на изменяющиеся факторы среды. Максимальная средняя урожайность в опыте (5,91 и 5,92 т/га) получена в 2018 и 2019 гг., ухудшение условий произрастания привело к снижению показателя на 30–40%.

За годы исследований наибольшая средняя урожайность (5,15 т/га) отмечена у перспективного сорта Батист с варьированием по годам от 4,20 до 6,21 т/га. Минимальной урожайностью характеризуется сорт

Сармат (4,09 т/га), достоверно уступивший стандарту Фаленская 4 во все (кроме 2019) годы изучения. Практика показывает, что сорта, наряду с высокой средней урожайностью, должны обладать стабильностью ее формирования, то есть обладать низкой экологической зависимостью. Изменчивость урожайности в целом по сортам была достаточно высокая. Более стабильными были сорта Флора и Батист, варианта стабильности урожайности которых составила 18,2 и 18,3% соответственно. Самый высокий коэффициент вариации отмечен у сорта Сармат (табл. 3).

Разность между минимальной урожайностью и максимальной ( $Y_2 - Y_1$ ) определяет устойчивость сорта к стрессу. Этот показатель имеет отрицательный знак, поэтому чем меньше разрыв между максимальной урожайностью и минимальной, тем выше стрессоустойчивость сорта и тем шире диапазон его приспособительных возможностей. В годы изучения выделены наиболее устойчивые к стрессу сорта: Флора (–1,98) и Батист (–2,01).

**2. Урожайность сортов озимой ржи, т/га (2015–2019 гг.)**  
**2. Winter rye productivity, t/ha (2015–2019)**

| Сорт                                 | Годы  |       |       |      |      | Среднее |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|------|------|---------|
|                                      | 2015  | 2016  | 2017  | 2018 | 2019 |         |
| Фаленская 4, ст.                     | 4,30  | 4,21  | 3,75  | 5,80 | 5,42 | 4,70    |
| Рушник                               | 4,19  | 3,75  | 3,20  | 6,71 | 6,29 | 4,83    |
| Флора                                | 4,25  | 4,37  | 3,67  | 5,65 | 5,04 | 4,60    |
| Графиня                              | 3,98  | 3,77  | 3,22  | 6,10 | 6,18 | 4,65    |
| Кипрез                               | 4,14  | 4,14  | 3,64  | 5,91 | 5,03 | 4,57    |
| Ниоба                                | 4,37  | 3,40  | 3,53  | 5,77 | 6,72 | 4,76    |
| Батист                               | 4,45  | 4,82  | 4,20  | 6,07 | 6,21 | 5,15    |
| Сара                                 | 4,40  | 3,90  | 3,84  | 6,25 | 6,07 | 4,89    |
| Сармат                               | 3,03  | 3,14  | 2,94  | 4,97 | 6,38 | 4,09    |
| Среднее по опыту                     | 4,12  | 3,94  | 3,55  | 5,91 | 5,92 | 4,69    |
| НСР <sub>05</sub>                    | 0,53  | 0,53  | 0,43  | 0,40 | 0,49 | –       |
| Индекс условий среды, I <sub>j</sub> | –0,57 | –0,75 | –1,14 | 1,22 | 1,23 | –       |

**3. Показатели адаптивного потенциала сортов озимой ржи по признаку урожайность (2015-2019 гг.)**  
**3. Indicators of adaptive potential of winter rye varieties according to the trait 'productivity' (2015-2019)**

| Сорт        | Стрессоустойчивость, $Y_2 - Y_1$ | Генетическая гибкость сорта, $\frac{Y_1 + Y_2}{2}$ | Коэффициент вариации (CV), % | Размах варьирования урожайности (min – max), т/га | Коэффициент регрессии, bi | Варианса стабильности, $S^2 d_i$ |
|-------------|----------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| Фаленская 4 | –2,05                            | 4,78                                               | 20,3                         | 3,75–5,80                                         | 0,75                      | 0,03                             |
| Рушник      | –3,51                            | 4,96                                               | 35,5                         | 3,20–6,71                                         | 1,39                      | 0,04                             |
| Флора       | –1,98                            | 4,66                                               | 18,2                         | 3,67–5,65                                         | 0,63                      | 0,09                             |
| Графиня     | –2,96                            | 4,70                                               | 32,0                         | 3,22–6,18                                         | 1,22                      | 0,01                             |
| Кипрез      | –2,27                            | 4,78                                               | 21,4                         | 3,64–5,91                                         | 0,74                      | 0,14                             |
| Ниоба       | –3,32                            | 5,06                                               | 34,0                         | 3,40–6,72                                         | 1,26                      | 0,72                             |
| Батист      | –2,01                            | 5,21                                               | 18,3                         | 4,20–6,21                                         | 0,76                      | 0,05                             |
| Сара        | –2,41                            | 5,05                                               | 25,4                         | 3,84–6,25                                         | 1,04                      | 0,03                             |
| Сармат      | –3,44                            | 4,66                                               | 37,4                         | 2,94–6,38                                         | 1,20                      | 0,40                             |

Примечание: t-критерий для b<sub>i</sub> значим на 5%-м уровне; то же в таблице 4.

Генетическую гибкость  $(Y_1 + Y_2)/2$  изучаемых сортов определяли как среднее арифметическое между минимальной урожайностью и максимальной, полученной в контрастных погодных условиях. Установлено, что максимальную генетическую гибкость между генотипом и факторами среды имеет сорт Батист (5,21). Высокие значения по данному признаку также у сортов Сара (5,05), Ниоба (5,06) и Рушник (4,96).

По результатам оценки пластичности и стабильности сорта озимой ржи Графиня ( $b_i = 1,22$ ;  $S^2 d_i = 0,01$ ) и Рушник ( $b_i = 1,39$ ;  $S^2 d_i = 0,04$ ) можно отнести к высокоинтенсивным, так как они отличались высокой отзывчивостью на улучшение условий выращивания. Сорта Флора ( $b_i = 0,63$ ;  $S^2 d_i = 0,09$ ), Фаленская 4 ( $b_i = 0,75$ ;  $S^2 d_i = 0,03$ ) и перспективный сорт Батист ( $b_i = 0,76$ ;  $S^2 d_i = 0,05$ ) слабо реагировали на изменения условий выращивания, при этом сохраняли стабильно высокую урожайность. Эти сорта можно использовать на низком агрофоне.

Рыночный спрос на зерно ржи формируется с учетом показателей качества зерна. Исходя из того, что основное направление использования зерна ржи – продовольственное, сорта должны формировать зерно с высокими хлебопекарными свойствами в соответствии с действующими ГОСТами. Одним из ос-

новных показателей хлебопекарной оценки зерна ржи является число падения. Данный показатель – сильно варьирующий признак, который в большей степени зависит от внешних условий (количество осадков и температурный режим), чем от генотипа, и претерпевает значительные изменения в процессе созревания зерна (см. рис.).

Так, в 2019 г. в период налива и созревания зерна озимой ржи выпало осадков 238% от нормы, что повлекло за собой запаздывание с уборкой и привело к прорастанию зерна на корню. Величина числа падения в 2019 г. у всех изучаемых сортов составляла 62 с, поэтому данные этого года в исследованиях не использовали.

В 2015 и в 2017 гг. индекс условий среды для признака «число падения» имел отрицательное значение (–74 и –41 соответственно); в 2016 и в 2018 гг. – положительное (86 и 27). В годы с отрицательным индексом среды число падения у изучаемых сортов варьировало от 82 до 168 с. Наиболее благоприятные условия среды складывались в 2016 г., когда число падения у сортов в среднем составило 256 с. Максимальное среднее значение показателя за годы изучения отмечено у сорта Рушник (195 с), минимальное – у сорта Кипрез (149 с) (табл. 4).

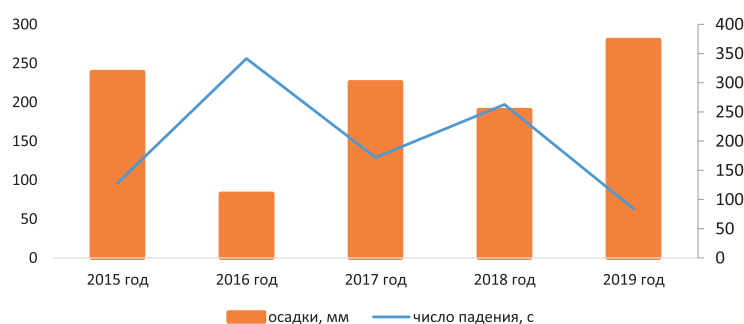


Рис. Число падения в зависимости от количества осадков за весенне-летний период вегетации (2015–2019 гг.)

Fig. A falling number in dependence upon precipitation amount in a spring-summer vegetation period (2015–2019)

#### 4. Оценка адаптивности сортов озимой ржи по числу падения 4. Estimation of winter rye adaptability according to a falling number

| Сорт                | Годы |      |      |      | Среднее | V, % | $b_i$ | $S^2d_i$ |
|---------------------|------|------|------|------|---------|------|-------|----------|
|                     | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |         |      |       |          |
| Фаленская 4         | 97   | 275  | 142  | 201  | 179     | 43,3 | 1,08  | 212,5    |
| Рушник              | 109  | 275  | 168  | 229  | 195     | 37,0 | 1,00  | 59,2     |
| Флора               | 87   | 258  | 148  | 208  | 175     | 42,3 | 1,02  | 206,7    |
| Графиня             | 95   | 250  | 109  | 186  | 160     | 45,1 | 1,00  | 99,0     |
| Кипрез              | 85   | 249  | 109  | 153  | 149     | 48,6 | 1,00  | 411,8    |
| Ниоба               | 100  | 246  | 115  | 178  | 160     | 41,8 | 0,93  | 105,9    |
| Батист              | 100  | 258  | 131  | 204  | 173     | 41,2 | 1,00  | 9,5      |
| Сара                | 108  | 248  | 117  | 210  | 171     | 40,5 | 0,95  | 240,1    |
| Сармат              | 82   | 248  | 120  | 207  | 164     | 46,6 | 1,06  | 135,5    |
| Среднее по опыту    | 96   | 256  | 129  | 197  | 170     | –    | –     | –        |
| Индекс среды, $I_j$ | –74  | 86   | –41  | 27   | –       | –    | –     | –        |

Коэффициент вариации числа падения у всех изучаемых сортов имел высокое значение, что говорит о сильном влиянии условий среды на данный показатель.

В группу высоко пластичных сортов по величине числа падения, анализируя все показатели, можно отнести сорта Фаленская 4, Флора, Сармат. Оптимальным сочетанием параметров пластичности и стабильности у адаптивного сорта считается следующее:  $b_i = 1$ ;  $S^2d_i = 0$ , поэтому по экологической адаптивности признака «число падения» наибольший интерес представляют сорта Батист и Рушник, у которых коэффициент регрессии ( $b_i$ ) равен единице и стабильность высокая (9,5 и 59,2 соответственно).

**Выводы.** Анализ экологической пластичности и стабильности сортов озимой ржи конкурсного со-

тоиспытания по признаку «урожайность» позволил выделить наиболее адаптивные сорта для возделывания в условиях Кировской области – Флора, Фаленская 4 и перспективный сорт Батист, которые способны давать достаточно высокую, стабильную урожайность в контрастных условиях. За годы исследований у перспективного сорта Батист отмечены высокая стрессоустойчивость (–2,01 т/га), высокое значение генетической гибкости (5,21 т/га) и наибольшая средняя урожайность (5,15 т/га). По признаку «число падения», который напрямую зависит от метеоусловий, выделен наиболее адаптивный сорт Рушник, у которого самый высокий данный показатель (109–275 с) в различные по погодным условиям годы.

#### Библиографические ссылки

- Гончаренко А. А. Производство и селекция озимой ржи в Российской Федерации. Саратов: Новый ветер, 2008. С. 8–18.
- Гончаренко А. А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции // Зерновое хозяйство России. 2016. № 3. С. 31–37.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
- Кедрова Л. И. Озимая рожь в Северо-Восточном регионе России. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2000. 158 с.
- Пакуль В. Н., Плиско Л. Г. Оценка экологической пластичности селекционных линий яровой мягкой пшеницы в условиях лесостепи Кузнецкой котловины // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 3. С. 116–120. DOI: 10.18454/IRG.2016.45.075.
- Самофалов А. П., Подгорный С. В. Исходный материал в селекции озимой пшеницы на продуктивность // Аграрный вестник Урала. 2014. № 5. С. 13–16.
- Чайкин В. В., Тороп А. А., Рыльков А. И. Зимо- и засухоустойчивость озимой ржи в условиях Центрально-Черноземного региона // Земледелие. 2017. № 2. С. 32–36.
- Eberhart S. A., Russel W. A. Stability Parameters for Comparing Varieties. Crop Science. 1966. Vol. 6, No. 1. Pp. 36–40.

## References

1. Goncharenko A. A. Proizvodstvo i selekciya ozimoy rzhi v Rossijskoj Federacii [Winter rye production and breeding in the Russian Federation]. Saratov: Novyj veter, 2008. S. 8–18.
2. Goncharenko A. A. Ekologicheskaya ustojchivost' sortov zernovykh kul'tur i zadachi selekcii [Ecological sustainability of grain crop varieties and breeding tasks] // Zernovoe hozayajstvo Rossii. 2016. № 3. S. 31–37.
3. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
4. Kedrova L. I. Ozimaya rozh' v Severo- Vostochnom regione Rossii [Winter rye in the North-Eastern region of Russia]. Kirov: NIISKH Severo-Vostoka, 2000. 158 s.
5. Pakul' V. N., Plisko L. G. Ocenka ekologicheskoy plastichnosti selekcionnykh linij yarovoj myagkoj pshenicy v usloviyakh lesostepi Kuznetsovoj kotloviny [Estimation of the ecological adaptability of breeding lines of spring bread wheat in the conditions of the forest-steppe of the Kuznetskaya Kotlovina] // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2016. № 3. S. 116–120. DOI: 10.18454/IRG.2016.45.075.
6. Samofalov A. P., Podgornyy S. V. Iskhodnyj material v selekcii ozimoy pshenicy na produktivnost' [The initial material in winter wheat breeding for productivity] // Agrarnyj vestnik Urals. 2014. № 5. S. 13–16.
7. Chajkin V. V., Torop A. A., Ryl'kov A. I. Zimo- i zasuhoustojchivost' ozimoy rzhi v usloviyakh Central'no-Chernozyomnogo regiona [Winter and drought tolerance of winter rye in the conditions of the Central Blackearth region] // Zemledelie. 2017. № 2. S. 32–36.
8. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability Parameters for Comparing Varieties. Crop Science. 1966. Vol. 6, No. 1. Pp. 36–40.

Поступила: 04.03.20; принята к публикации: 26.05.20.

**Критерии авторства.** Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Авторский вклад.** Шляхтина Е. А. – концептуализация исследования, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Рылова О. Н., Шляхтина Е. А. – подготовка опыта, выполнение полевых/лабораторных опытов и сбор данных.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**

УДК 633.11:631.5:631.84:631.559.2:631.8.022.3(470.61)

## ВЫБОР СРОКА И СПОСОБА ВНЕСЕНИЯ АЗОТНОЙ ПОДКОРМКИ ПОД МЯГКУЮ ОЗИМУЮ ПШЕНИЦУ В ЮЖНОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**А. А. Сухарев**<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории технологии возделывания зерновых культур, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878;

**Г. М. Зеленская**<sup>2</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства и садоводства, ORCID ID: 0000-0002-1537-9207

<sup>1</sup>ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347730, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Донской ГАУ,

346493, Ростовская обл., Октябрьский р-н, Персиановский п., ул. Кривошлыкова, 24

В статье представлены результаты трехлетних исследований (2012–2014 гг.) применения различных способов и сроков азотных подкормок под мягкую озимую пшеницу сорта Станичная. Изучена эффективность различных сроков и способов внесения азотных подкормок по различным предшественникам. Установлено влияние этих подкормок на урожайность мягкой озимой пшеницы по предшественникам. На контроле урожайность по предшественникам составила: черный пар – 5,52; горох – 5,26; кукуруза на зерно – 4,29; озимая пшеница – 3,57 т/га. Отмечена высокая урожайность при осеннем внесении аммиачной селитры разбросным способом по всем вариантам предшественников: прибавка урожайности составила 0,38–0,73 т/га. Исследования показали, что экономический эффект от использования аммиачной селитры осенью также был максимальным: рентабельность составила 76–154%, а условный чистый доход – 10 675–22 955 руб./га. Эффективность разбросного внесения аммиачной селитры весной по таломерзлой почве была ниже: прибавки урожайности составили от 0,21 т/га по предшественнику горох до 0,65 т/га по предшественнику кукуруза на зерно. Прикорневая подкормка сеялкой дала положительный эффект только по предшественникам озимая пшеница и кукуруза на зерно. Прибавки составили 0,5 и 0,46 т/га соответственно. Условный чистый доход в этих вариантах превышал контрольный вариант на 1574–2123 руб./га. Внесение карбамида было эффективным только по предшественнику кукуруза на зерно, где прибавка урожайности составила 0,40 т/га, но рентабельность (100%) и условный чистый доход (16 593 руб./га) были ниже, чем при разбросном внесении аммиачной селитры весной (112% и 18 080 руб./га соответственно).

**Ключевые слова:** мягкая озимая пшеница, предшественник, азотные подкормки, срок и способ внесения подкормки, урожайность, экономическая эффективность.

**Для цитирования:** Сухарев А. А., Зеленская Г. М. Выбор срока и способа внесения азотной подкормки под мягкую озимую пшеницу в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2020. № 3(69). С. 43–47. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-69-3-43-47.



## THE CHOICE OF THE TERMS AND METHODS OF NITROGEN ADDITIONAL FERTILIZING FOR WINTER BREAD WHEAT IN THE SOUTHERN PART OF THE ROSTOV REGION

**A. A. Sukharev**<sup>1</sup>, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for cultivation technology of grain crops, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878;

**G. M. Zelenskaya**<sup>2</sup>, Doctor of Agricultural Sciences, professor of the department of plant production and gardening, zela\_06@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1537-9207

<sup>1</sup>Agricultural Research Center "Donskoy",

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru;

<sup>2</sup>Don State Agrarian University,

346493, Rostov region, Oktyabrsky district, v. of Persiyonovsky, Krivoshlykov Str., 24

The current paper has presented the results of three years' study (2012–2014) of the application of various terms and methods of nitrogen additional fertilizing for the winter bread wheat variety "Stanichnaya". There has been studied efficiency of various terms and methods of nitrogen additional fertilizing with various forecrops. There has been identified an effect of these additional fertilizing on winter bread wheat productivity according to the forecrops. In the control variant, the productivity of the variety according to the forecrop depended greatly on the forecrops: 5.52 t/ha (weedfree fallow), 5.26 t/ha (peas), 4.29 t/ha (maize for grains) and 3.57 t/ha (winter wheat). There has been identified large productivity in the autumn ammonium nitrate fertilizing by the scattering method (in all variants of the forecrops), the productivity raised on 0.38–0.73 t/ha. The study has shown that the economic effect of the ammonium nitrate fertilizing in the autumn was also at maximum profitability, 76–154%, and the conditional net income was 10 675–22 955 rubles/ha. The efficiency of ammonium nitrate fertilizing by the scattering method in the spring on thawed/frozen soil was lower, the productivity increase ranged from 0.21 t/ha sown after peas to 0.65 t/ha sown after maize. Root additional fertilizing with a seeder gave a positive effect only when the variety was sown after for winter wheat and maize, in that case the productivity increase was 0.52 t/ha and 0.46 t/ha, respectively. The conditional net income in these variants exceeded the control variant on 1574–2123 rubles/ha. Carbamide (urea) additional fertilizing was only effective for the variety sown after maize, where the productivity increase was 0.40 t/ha, but profitability (100%) and conditional net income (16 593 rubles/ha) were lower than with ammonium nitrate fertilizing by the scattering method in the spring (112% and 18 080 rubles/ha respectively).

**Keywords:** winter bread wheat, forecrop, nitrogen additional fertilizing, terms and methods of additional fertilizing, productivity, economic efficiency.

**Введение.** Озимая пшеница является одной из главных продовольственных культур, а повышение ее урожайности наряду с ростом эффективности производства является актуальной задачей агропромышленного комплекса России (Павлов и Попов, 2017). Важный показатель, влияющий на урожайность озимой пшеницы, – число продуктивных стеблей на единицу площади. Так как азот является элементом питания, действующим прежде всего на образование вегетативных органов (листьев и стеблей), то недостаток его в начальный период роста озимой пшеницы отрицательно сказывается как на общей, так и на продуктивной кустистости (Посыпанов, 1997). Следовательно, азотные подкормки в ранние периоды развития озимой пшеницы положительно влияют на урожайность, что доказано как наукой, так и практикой земледелия.

В настоящее время в большинстве хозяйств азотная подкормка, как правило, производится аммиачной селитрой разбросным способом по мерзлотовалой почве в ранневесенний период. Этот способ является не только одним из самых дешевых в применении, но и весьма эффективным. Почва в это время насыщена влагой, поэтому аммиачная селитра быстро растворяется и переходит в почвенно-поглощающий комплекс. Через некоторое время, при возобновлении поглощающей функции корневой системы, азот как в нитратной, так и аммонийной форме будет доступен растениям и поспособствует увеличению числа продуктивных стеблей и накоплению зеленой массы озимой пшеницы. Такая подкормка аммиачной селитрой может быть очень эффективна при ранней весне, когда растения озимой пшеницы имеют длительный период для дополнительного кушения.

Однако в Ростовской области нередкой бывает поздняя весна, когда до конца марта – начала апреля температура воздуха отрицательная, а затем наступают быстрое нарастание положительных температур. В отдельные годы рост температуры был настолько быстрым, что у растений озимой пшеницы практически не было времени на дополнительное весеннее кушение, в связи с чем, накопив достаточную сумму положительных температур, они переходили к следующей фенологической фазе – выхода в трубку. Таким образом, число продуктивных стеблей к уборке практически не превышало число стеблей, сформированных растениями осенью.

В подобных условиях эффективность азотной подкормки в весенний период представляется сомнительной, что вызвало необходимость в изучении эффективности осенней подкормки аммиачной селитрой. Так как почвы Ростовской области представлены главным образом черноземами (59,1%) тяжелого механического состава с непромытым типом водного режима (Агафонов и Полуэктов, 1995), то можно не опасаться вымывания нитратной формы азота из корнеобитаемого слоя в более нижние горизонты в осенне-зимний период. Таким образом, осеннее внесение аммиачной селитры допустимо, а учитывая характер зимы в южной зоне Ростовской области (частые оттепели позволяют растениям вегетировать и дополнительно куститься), может давать положительный эффект, особенно в условиях поздней весны.

Цель исследований – выявить наиболее эффективный срок и способ внесения азотной подкормки для мягкой озимой пшеницы.

**Материалы и методы исследований.** Полевой опыт был заложен на опытном поле лаборатории технологии возделывания зерновых культур ФГБНУ ВНИИЗК им. И. Г. Калининко в 2011 г. В ка-

честве объекта исследований был взят сорт мягкой озимой пшеницы Станичная, который высевали по предшественникам озимая пшеница, кукуруза на силос, горох и черный пар.

Обработка почвы – рекомендованная для зоны (в зависимости от предшествующей культуры), сроки посева – в пределах оптимальных для зоны (20–30 сентября). Способ посева – рядовой с междурядьями 15 см. Посевная площадь деланки – 55 м<sup>2</sup>; повторность – четырехкратная. По всем предшественникам вносили аммофос в дозе 120 кг/га в физическом весе. Для подкормки разбросным способом и прикорневой подкормки использовали аммиачную селитру, для листовой подкормки – карбамид. При подкормках доза азота находилась на уровне 32–34 кг/га д. в.

Варианты опыта:

1. Контроль (без подкормок).
2. Осенняя подкормка разбросным способом (N<sub>32-34</sub>).
3. Ранневесенняя подкормка по таломерзлой почве разбросным способом (N<sub>32-34</sub>).
4. Прикорневая подкормка при физической спелости почвы (N<sub>32-34</sub>).
5. Некорневая подкормка (N<sub>32-34</sub>).

Уборку урожая проводили комбайном Сампо прямым способом, учет урожайности осуществляли весовым методом, для математической обработки данных использовали метод дисперсионного анализа (Доспехов, 1985).

**Результаты и их обсуждение.** Погодные условия за годы исследований отличались разнообразием, что позволило широко охарактеризовать эффективность различных сроков и способов внесения азотных подкормок. Весна 2012 г. характеризовалась быстрым нарастанием положительных температур воздуха при позднем возобновлении весенней вегетации (время возобновления весенней вегетации – 4 апреля; среднесуточная температура воздуха – 15,2 °С, что на 4,5 °С выше нормы). Весна 2013 г., несмотря на достаточно раннее возобновление вегетации (время возобновления вегетации – 25 февраля), была засушливой при повышенном температурном режиме (сумма осадков за апрель – 11,1 мм при норме 42,7 мм, за май – 28,5 мм при норме 51,3 мм; температура соответственно на 1,4 °С и на 4,6 °С выше нормы). Погодные условия весны 2012 и 2013 гг. позволили выявить высокую эффективность осенней подкормки. Напротив, весна 2014 г. способствовала более эффективному использованию весенних азотных подкормок (время возобновления вегетации – 15 марта; обильные осадки в марте, апреле и мае – сумма осадков на 6,5 мм выше нормы), причем заметный эффект от их применения наблюдался лишь по жестким предшественникам.

Изучаемые сроки и способы азотных подкормок оказали различное влияние на урожайность мягкой озимой пшеницы (табл. 1).

Мягкая озимая пшеница сорта Станичная сформировала урожайность на контроле по предшественникам: черный пар – 5,52 т/га; горох – 5,26; кукуруза на зерно – 4,29; озимая пшеница – 3,57 т/га.

Расчеты показали, что максимальная прибавка урожайности по сравнению с контролем (в среднем за годы исследований) была получена при осеннем внесении аммиачной селитры разбросным способом. Высокая эффективность осенней подкормки наблюдалась по всем изучаемым предшественникам. Прибавки урожайности в сравнении с контролем составили от 0,38 т/га по предшественнику черный пар до 0,78 т/га по кукурузе на зерно.

# 1. Урожайность озимой мягкой пшеницы в зависимости от срока и способа осуществления азотных подкормок (сорт Станичная)

## 1. Correlation between productivity and terms and methods of additional fertilizing (the variety "Stolichnaya")

| Вариант опыта                      | Урожайность, т/га |         |         |         |                          |
|------------------------------------|-------------------|---------|---------|---------|--------------------------|
|                                    | 2012 г.           | 2013 г. | 2014 г. | среднее | превышение над контролем |
| Предшественник – черный пар        |                   |         |         |         |                          |
| Контроль                           | 3,06              | 6,28    | 7,21    | 5,52    | 0,00                     |
| N <sub>32-34</sub> (осень)         | 3,44              | 6,98    | 7,29    | 5,90    | 0,38                     |
| N <sub>32-34</sub> (весна)         | 3,41              | 6,86    | 6,97    | 5,75    | 0,23                     |
| N <sub>32-34</sub> (прикорневая)   | 3,29              | 6,41    | 6,90    | 5,53    | 0,01                     |
| N <sub>32-34</sub> (листовая)      | 3,64              | 6,59    | 7,00    | 5,74    | 0,22                     |
| Предшественник – горох             |                   |         |         |         |                          |
| Контроль                           | 3,49              | 5,40    | 6,89    | 5,26    | 0,00                     |
| N <sub>32-34</sub> (осень)         | 3,93              | 6,47    | 7,03    | 5,81    | 0,55                     |
| N <sub>32-34</sub> (весна)         | 3,83              | 5,70    | 6,87    | 5,47    | 0,21                     |
| N <sub>32-34</sub> (прикорневая)   | 3,71              | 5,16    | 7,04    | 5,30    | 0,04                     |
| N <sub>32-34</sub> (листовая)      | 4,00              | 5,33    | 6,85    | 5,39    | 0,13                     |
| Предшественник – озимая пшеница    |                   |         |         |         |                          |
| Контроль                           | –                 | 3,58    | 3,55    | 3,57    | 0,00                     |
| N <sub>32-34</sub> (осень)         | –                 | 4,09    | 4,02    | 4,06    | 0,49                     |
| N <sub>32-34</sub> (весна)         | –                 | 3,77    | 3,49    | 3,63    | 0,06                     |
| N <sub>32-34</sub> (прикорневая)   | –                 | 3,65    | 4,53    | 4,09    | 0,52                     |
| N <sub>32-34</sub> (листовая)      | –                 | 3,37    | 3,99    | 3,68    | 0,11                     |
| Предшественник – кукуруза на зерно |                   |         |         |         |                          |
| Контроль                           | 1,30              | 4,46    | 7,11    | 4,29    | 0,00                     |
| N <sub>32-34</sub> (осень)         | 2,14              | 5,44    | 7,47    | 5,02    | 0,73                     |
| N <sub>32-34</sub> (весна)         | 2,07              | 5,30    | 7,45    | 4,94    | 0,65                     |
| N <sub>32-34</sub> (прикорневая)   | 1,72              | 5,01    | 7,51    | 4,75    | 0,46                     |
| N <sub>32-34</sub> (листовая)      | 1,71              | 4,81    | 7,55    | 4,69    | 0,40                     |
| НСР <sub>0,05</sub>                | 0,16              | 0,21    | 0,30    | –       | –                        |

Эффективность разбросного внесения аммиачной селитры весной по таломерзлой почве была несколько ниже. По черному пару урожайность была в среднем на 0,23 т/га, по гороху – на 0,21 т/га и по кукурузе – на 0,65 т/га выше контроля. Эффективность ранневесенней подкормки по предшественнику озимая пшеница была гораздо ниже, чем по другим исследуемым предшественникам, прибавка урожайности была незначительной и в среднем за 2012–2014 гг. составила 0,06 т/га. Низкая эффективность именно этого варианта опыта, возможно, объясняется достаточно высокой засоренностью зимующими сорняками (подмаренник цепкий, дескурация Софьи, гулявники, асперуга простертая) после такого предшественника, как озимая пшеница. Культурные растения, в том числе озимая пшеница, обладают низкой конкурентоспособностью к сорным растениям (Фетюхин и Баранов 2019), а зимующие сорняки начинают вегетацию одновременно с озимой пшеницей, что приводит к конкуренции за питательные вещества и воду. Это способствует уменьшению эффективности ранневесенней азотной подкормки разбросным способом по таломерзлой почве в этом варианте. Кроме того, по предшественнику озимая пшеница на поверхности почвы остается большое количество растительных остатков, содержащих максимальное среди сельскохозяйственных культур количество углерода (Котлярова и др., 2008), а для биологического разложения

этой массы требуется минеральный азот. При разложении растительных остатков в почве повышается содержание фермента уреазы, что способствует разложению аммиачного азота до  $\text{NH}_3$  и улетучиванию его в атмосферу (Беляева, 2013).

Достаточно действенной оказалась и некорневая подкормка раствором карбамида в фазе весеннего кущения, однако у нее оказались свои особенности. Так как при некорневой подкормке азот из удобрения поглощается листовой поверхностью, эффективность обработки прямо зависела от накопления листостебельной массы. Поэтому положительный эффект подкормки карбамидом, как правило, достигался по таким предшествующим культурам, как черный пар, кукуруза и горох. В среднем за три года исследований полученная прибавка урожайности мягкой озимой пшеницы от некорневой подкормки по черному пару составила 0,22 т/га; по кукурузе – 0,40; по гороху – 0,13; по озимой пшенице – 0,11 т/га.

Свои особенности оказались и у прикорневой подкормки азотными удобрениями. В среднем за годы исследований ее эффективность была низкой по всем предшественникам, за исключением варианта, в котором озимая пшеница высевалась после озимой пшеницы. Средняя прибавка урожайности по этому предшественнику при прикорневой подкормке составила 0,52 т/га, что даже выше по сравнению с наиболее эффективной осенней подкормкой разбросным

способом, при которой прибавка урожайности по сравнению с контролем составила 0,49 т/га.

Можно предположить, что причиной положительного влияния прикорневого внесения азотных удобрений на урожайность озимой пшеницы по предшественнику озимая пшеница является высокая засоренность его сорными растениями. При внесении азотных удобрений разбросным способом всходы сорняков активно потребляют азот во время его миграции вниз по почвенному профилю, конкурируя с озимой пшеницей. Однако прикорневая подкормка позволяет заделать удобрения в почву и тем самым способствует более быстрому проникновению его в зону всасывания корневой системы озимой пшеницы и снижению потребления азота сорными растениями.

Слабая эффективность прикорневой подкормки по паровым предшественникам и гороху может быть объяснена тем, что растения озимой пшеницы находятся в лучших условиях произрастания, имеют мощную корневую систему, а зона всасывания расположена несколько ниже, чем у более слабых растений по такому предшественнику, как озимая пшеница. Поэтому на миграцию азота к корневой системе растений должно пройти какое-то время, что в конечном итоге резко снижает эффективность такого способа

внесения. Следует отметить, что по менее жесткому предшественнику – кукурузе эффект от прикорневой подкормки заметен и достаточно стабилен по годам, однако не превышает по действенности наиболее эффективный способ внесения – разбросной в фазе осеннего кушения. Этот факт косвенно может служить подтверждением зависимости эффективности подкормок от общей развитости растений и накопленной ими массы.

Таким образом, нами было установлено, что практически все сроки и способы внесения азотных подкормок положительно влияют на урожайность озимой пшеницы, но в условиях рыночной экономики важнейшее значение имеет также экономическая оценка изучаемых агроприемов (Васильченко и др., 2019).

На контрольном варианте (без подкормок) такие экономические показатели, как условный чистый доход и рентабельность производства зерна, в зависимости от предшественника составили 8515–20467 руб./га и 67–144% соответственно (табл. 2). Проведенные расчеты экономической эффективности показали, что в среднем за годы исследований максимальный экономический эффект был получен при осенней подкормке мягкой озимой пшеницы аммиачной селитрой разбросным способом в фазе кушения.

**2. Экономическая эффективность возделывания мягкой озимой пшеницы сорта Станичная в зависимости от сроков и способов применения азотных подкормок (в среднем за 2012–2014 гг.)**  
**2. Correlation between economic efficiency of the winter bread wheat "Stolichnaya" and terms and methods of nitrogen additional fertilizing (average in 2012–2014)**

| Вариант опыта                      | Показатели экономической эффективности |                                  |                                      |                                |                               |                                    |
|------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
|                                    | Урожайность, т/га                      | Производственные затраты руб./га | Стоимость валовой продукции, руб./га | Условный чистый доход, руб./га | Себестоимость 1 т зерна, руб. | Производственная рентабельность, % |
| Предшественник – черный пар        |                                        |                                  |                                      |                                |                               |                                    |
| Контроль                           | 5,52                                   | 16 796                           | 37 060                               | 20 264                         | 3128                          | 123                                |
| N <sub>32-34</sub> (осень)         | 5,90                                   | 17 898                           | 39 587                               | 21 689                         | 3111                          | 126                                |
| N <sub>32-34</sub> (весна)         | 5,75                                   | 17 878                           | 38 515                               | 20 637                         | 3184                          | 121                                |
| N <sub>32-34</sub> (прикорневая)   | 5,53                                   | 18 248                           | 37 117                               | 18 869                         | 3364                          | 108                                |
| N <sub>32-34</sub> (листовая)      | 5,74                                   | 17 762                           | 38 498                               | 20 737                         | 3116                          | 123                                |
| Предшественник – горох             |                                        |                                  |                                      |                                |                               |                                    |
| Контроль                           | 5,26                                   | 14 872                           | 35 338                               | 20 467                         | 2837                          | 144                                |
| N <sub>32-34</sub> (осень)         | 5,81                                   | 15 982                           | 38 937                               | 22 955                         | 2781                          | 154                                |
| N <sub>32-34</sub> (весна)         | 5,47                                   | 15 947                           | 36 678                               | 20 731                         | 2911                          | 138                                |
| N <sub>32-34</sub> (прикорневая)   | 5,30                                   | 16 315                           | 35 645                               | 19 330                         | 3064                          | 122                                |
| N <sub>32-34</sub> (листовая)      | 5,39                                   | 15 829                           | 36 198                               | 20 370                         | 2900                          | 135                                |
| Предшественник – озимая пшеница    |                                        |                                  |                                      |                                |                               |                                    |
| Контроль                           | 3,57                                   | 15 545                           | 24 060                               | 8515                           | 4366                          | 67                                 |
| N <sub>32-34</sub> (осень)         | 4,06                                   | 16 687                           | 27 363                               | 10 675                         | 4125                          | 76                                 |
| N <sub>32-34</sub> (весна)         | 3,63                                   | 16 677                           | 24 468                               | 7791                           | 4650                          | 59                                 |
| N <sub>32-34</sub> (прикорневая)   | 4,09                                   | 17 079                           | 27 718                               | 10 638                         | 4100                          | 69                                 |
| N <sub>32-34</sub> (листовая)      | 3,68                                   | 16 509                           | 24 918                               | 8409                           | 4415                          | 58                                 |
| Предшественник – кукуруза на зерно |                                        |                                  |                                      |                                |                               |                                    |
| Контроль                           | 4,29                                   | 14 184                           | 29 070                               | 14 886                         | 4655                          | 94                                 |
| N <sub>32-34</sub> (осень)         | 5,02                                   | 15 292                           | 33 853                               | 18 561                         | 3608                          | 116                                |
| N <sub>32-34</sub> (весна)         | 4,94                                   | 15 272                           | 33 352                               | 18 080                         | 3686                          | 112                                |
| N <sub>32-34</sub> (прикорневая)   | 4,75                                   | 15 645                           | 32 105                               | 16 460                         | 4227                          | 97                                 |
| N <sub>32-34</sub> (листовая)      | 4,69                                   | 15 150                           | 31 743                               | 16 593                         | 4143                          | 100                                |

Условный чистый доход при осенней подкормке достигал 10 675–22 955 руб./га, а рентабельность производства зерна – 76–154% в зависимости от предшественника. Условный чистый доход при осенней подкормке превышал аналогичный показатель на контрольном варианте на 1425 руб./га по предшественнику черный пар, на 2488 руб./га по предшественнику горох, на 3675 руб./га по предшественнику кукуруза и на 2161 руб./га по предшественнику озимая пшеница. Производственная рентабельность при осенней подкормке превышала контроль на 3–22% в зависимости от предшественника.

Следующим по эффективности оказался вариант с ранневесенней подкормкой по таломерзлой почве разбросным способом, однако средние показатели экономической эффективности оказались ниже, чем при осенней подкормке. Так как урожайность в этом варианте была ниже по сравнению с осенней подкормкой, нивелирующий эффект 2014 г. отразился на показателях экономической эффективности сильнее. Лишь по предшественнику кукуруза условный чистый доход был на уровне осенней подкормки, а превышение над контролем составило 3675 руб./га. По таким же предшественникам, как черный пар и горох, в среднем за годы исследований условный чистый

доход превышал контроль лишь на 373–264 руб./га, а по предшественнику озимая пшеница показатели экономической эффективности были ниже контрольного варианта.

Прикорневая подкормка сеялкой дала положительный эффект только по предшественникам озимая пшеница и кукуруза на зерно. Условный чистый доход в этих вариантах превышал контрольный вариант на 1574–2123 руб./га. Внесение карбамида было эффективным только по предшественнику кукуруза на зерно, но рентабельность (100%) и условный чистый доход (16 593 руб./га) были ниже, чем при разбросном внесении аммиачной селитры.

**Выводы.** В ходе исследований было установлено, что по предшественникам черный пар, горох, кукуруза на зерно и озимая пшеница наиболее эффективным среди изучаемых азотных подкормок озимой пшеницы было осеннее внесение аммиачной селитры разбросным способом. Урожайность мягкой озимой пшеницы сорта Станичная в этих вариантах на 0,38–0,73 т/га превышала контроль. Экономический эффект от осеннего применения аммиачной селитры также был максимальным: рентабельность составила 76–154%, а условный чистый доход – 10 675–22 955 руб./га.

#### Библиографические ссылки

1. Беляева О. Н. Система NO-TILL и ее влияние на доступность азота почв и удобрений: обобщение опыта // Земледелие. 2013. № 7. С. 16–18.
2. Васильченко С. А., Метлина Г. В., Кравченко Н. С. Влияние сроков посева на качество семян, экономическую и энергетическую эффективность возделывания сои // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2(62). С. 3–7. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-3-7.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Котлярова О. Г., Свиридов А. К., Сыромятников Ю. Д. Биологическое обоснование чередования культур в севооборотах Центрально-Черноземной зоны // Доклады Россельхозакадемии. 2008. № 3. С. 32–35.
5. Павлов С. А., Попов А. С. NO-TILL – технологическая перспектива повышения продуктивности озимой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2017. № 5(53). С. 56–60.
6. Фетюхин И. В., Баранов А. А. Интегрированная защита озимой пшеницы от сорняков // Зерновое хозяйство России. 2019. № 1(61). С. 6–9. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-61-1-6-9.

#### References

1. Belyaeva O. N. Sistema NO-TILL i ee vliyanie na dostupnost' azota pochv i udobrenij: obobshchenie opyta [The NO-TILL system and its effect on the availability of nitrogen in soils and fertilizers: a synthesis of experience] // Zemledelie. 2013. № 7. S. 16–18.
2. Vasil'chenko S. A., Metlina G. V., Kravchenko N. S. Vliyanie srokov poseva na kachestvo semyan, ekonomicheskuyu i energeticheskuyu effektivnost' vozdelevaniya soi [The effect of sowing dates on seed quality, economic and energy efficiency of soybean cultivation] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 2(62). S. 3–7. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-3-7.
3. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Agropromizdat. 1985. 351 s.
4. Kotlyarova O. G., Sviridov A. K., Syromyatnikov Yu. D. Biologicheskoe obosnovanie cheredovaniya kul'tur v sevooborotah Central'no-Chernozemnoy zony [Biological substantiation of crop rotation in the Central Blackearth Zone] // Doklady Rossel'hozademi. 2008. № 3. S. 32–35.
5. Pavlov S. A., Popov A. S. NO-TILL – tekhnologicheskaya perspektiva povysheniya produktivnosti ozimoy pshenicy [NO-TILL technological prospect of improvement of winter wheat productivity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 5(53). S. 56–60.
6. Fetyuhin I. V., Baranov A. A. Integrirovannaya zashchita ozimoy pshenicy ot sornyakov [Integrated protection of winter wheat from weeds] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 1(61). S. 6–9. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-61-1-6-9.

Поступила: 25.03.20; принята к публикации: 6.06.20.

**Критерии авторства.** Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Авторский вклад.** Зеленская Г. М. – концептуализация исследования; Сухарев А. А. – подготовка опыта, выполнение полевых/лабораторных опытов, сбор и анализ данных; Сухарев А. А., Зеленская Г. М. – подготовка рукописи.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**

# СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

УДК 633.161:631.52(470.61)

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ СОРТОВ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ

**Б. А. Гольдварг**<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела аридного земледелия, кормопроизводства, селекции и семеноводства, gb\_kniish@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3377-4791;

**М. В. Боктаев**<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела аридного земледелия, кормопроизводства, селекции и семеноводства, mergenboktaev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3377-4987;

**Е. Г. Филиппов**<sup>2</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, зав. отделом селекции и семеноводства ячменя, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

**А. А. Донцова**<sup>2</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, doncova601@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6570-4303

<sup>1</sup>Калмыцкий НИИСХ им. М. Б. Нармаева – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН»,  
358011, г. Элиста, пл. О. И. Городовикова, 1;

<sup>2</sup>ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,  
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Урожайность ячменя значительно варьирует по зонам возделывания, поэтому для выявления реакции сортов на различные почвенно-климатические условия проводят экологическое сортоиспытание. Это позволяет выявить сорта, адаптированные к конкретным почвенно-климатическим условиям той или иной зоны или региона. Целью исследований являлось проведение экологического испытания сортов озимого ячменя в условиях засушливой центральной зоны Республики Калмыкия для последующего выделения наиболее толерантных к проявлению засух, пластичных сортов озимого ячменя, а также сравнение урожайности озимого ячменя с яровым в острозасушливых условиях калмыцких степей. Исследования проводили на опытном поле Калмыцкого научно-исследовательского института сельского хозяйства им. М. Б. Нармаева – филиале ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук» (КНИИСХ) в 2018–2019 гг. Объектом исследований являлись 9 сортов озимого ячменя различных селекционных учреждений. Стандартом был сорт озимого ячменя Ерема, единственный из всего набора изучаемых сортов, который включен в Госреестр селекционных достижений РФ, рекомендованных для возделывания в Республике Калмыкия. Опыты закладывали в четырехкратной повторности, расположение вариантов – систематическое. Общая площадь делянки – 60 м<sup>2</sup>, учетная – 50 м<sup>2</sup>. Норма высева – 350 шт. всхожих семян на 1 м<sup>2</sup>. Предшественник – озимая пшеница по пару. В результате исследований установлено, что сорта Тимофей, Романс, Спринтер, Молот в среднем по урожайности достоверно уступили стандарту. Сорта Эспада, Кузен, Виват, Самсон по этому показателю были на уровне стандарта. Следует отметить, что максимальную урожайность (4,13 т/га) показал в 2018 г. новый сорт Виват, который имеет несомненную перспективу для возделывания в данном регионе, так как он по биологическому типу развития является двуручкой, в отличие от других изучаемых сортов.

**Ключевые слова:** озимый ячмень, двуручка, сорт, урожайность.

**Для цитирования:** Гольдварг Б. А., Боктаев М. В., Филиппов Е. Г., Донцова А. А. Экологическое испытание сортов озимого ячменя в условиях Республики Калмыкия // Зерновое хозяйство России. 2020. № 3(69). С. 48–51. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-69-3-48-51.



## ECOLOGICAL TESTING OF THE WINTER BARLEY VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF KALMYKIA

**B. A. Goldvarg**<sup>1</sup>, Candidate of Agricultural Sciences, main researcher of the of the department of arid agriculture, feed production, breeding and seed production, gb\_kniish@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3377-4791;

**M. V. Boktaev**<sup>1</sup>, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the department of arid agriculture, feed production, breeding and seed production, mergenboktaev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3377-4987;

**E. G. Filippov**<sup>2</sup>, Candidate of Agricultural Sciences, docent, head of the department of barley breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

**A. A. Dontsova**<sup>2</sup>, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, doncova601@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6570-4303

<sup>1</sup>Kalmyksky RIA named after M. B. Narmaev, a branch of the FSBSI "PCAFRC RAS",  
358011, Elista, Sq. O. I. Gorodovikov, 1;

<sup>2</sup>Agricultural Research Center "Donskoy",  
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Barley productivity varies significantly in various agricultural areas, therefore, there should be conducted an ecological testing to identify varieties' response to various soil and climatic conditions. That gives an opportunity to identify varieties adapted to specific soil and climatic conditions of a particular area or a region. The purpose of the current study was to conduct an ecological testing of winter barley varieties in the arid central part of the Republic of Kalmykia for the subsequent identification of the most drought-tolerant, adaptable winter barley varieties, as well as to compare productivity of winter barley with that of spring barley in the arid conditions of the Kalmykia steppes. The study was carried out on the experimental plots of the Kalmyksky RIA named after M. B. Narmaev,

a branch of the FSBSI "Pre-Caspian Agricultural Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences" (PCAFRC) in 2018–2019. The objects of research were 9 winter barley varieties of various breeding institutions. The variety of winter barley "Er-ema" was a standard one, the only one from the entire set of studied varieties that has been included into the State List of Breeding Achievements of the Russian Federation, recommended for cultivation in the Republic of Kalmykia. The trials were laid in four sequences with a systematic arrangement of variants. The total area of the plot was 60 m<sup>2</sup>, the registration plot was 50 m<sup>2</sup>. The seeding rate was 350 pcs. Of germinating seeds per 1 m<sup>2</sup>. The forecrop was winter wheat sown in a fallow land. The study has found that the productivity of the varieties "Timofei", "Romans", "Sprinter", and "Molot" were significantly inferior to that of the standard variety. The productivity of the varieties "Espada", "Kuzen", "Vivat", "Samson" were at the same level as of the standard variety. It should be noted that the maximum yield (4.13 t/ha) was produced by the new variety "Vivat" in 2018. The variety has an undoubted prospect to be cultivated in this region, as it is a facultative one according to the biological type of development, unlike the other studied varieties.

**Keywords:** winter barley, facultative barley, variety, productivity.

**Введение.** Ячмень – культура многопланового использования. Урожайность ячменя значительно варьирует по зонам возделывания, поэтому для выявления реакции сортов на различные почвенно-климатические условия проводят экологическое сортоиспытание. Это позволяет выявить сорта, адаптивные к конкретным почвенно-климатическим условиям той или иной зоны либо региона (Филиппов и др., 2014). Формирование и налив озимого ячменя проходят в относительно увлажненный период, в связи с чем он лучше, чем яровой, использует влагу осенне-зимних осадков и поэтому по урожайности зерна значительно превосходит яровой ячмень и даже пшеницу (Алабушев и др., 2017; Филиппов и др., 2014). Это можно объяснить его ценными биологическими свойствами: раннеспелость, засухоустойчивость, высокая потенциальная урожайность, а также технологические достоинства зерна.

В засушливых условиях Республики Калмыкия не в полной мере изучены вопросы агроэкологической пластичности новых сортов озимого ячменя.

В связи с этим целью исследований являлось проведение экологического испытания сортов озимого ячменя в условиях засушливой центральной зоны Республики Калмыкия для последующего выделения наиболее толерантных к проявлению засух, пластичных сортов озимого ячменя, а также сравнение урожайности озимого ячменя с яровым в остроасушливых условиях калмыцких степей.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводились на опытном поле КНИИСХ (Целинный район Республики Калмыкия) в 2018–2019 гг.

Зона исследования характеризуется резкой континентальностью климата от очень засушливого до сухого. Количество осадков – 250–300 мм; ГТК – 0,3–0,7. Сумма активных температур воздуха (>10 °C) за вегетационный период полевых культур составляет 3400–3500 °C. Продолжительность периода с температурой воздуха выше +5 °C колеблется от 205 до 225 дней. Переход температуры воздуха через +5 °C в сторону повышения начинается обычно в конце марта – первой декаде апреля, а через +10 °C – во второй декаде апреля (Народецкая, 1974).

Основной почвенный фонд представлен светло-каштановыми почвами разной степени солонцеватости и различного механического состава, на которых в сочетании с обилием света и тепла возможно возделывание не только зерновых, но и многих других сельскохозяйственных культур (Мухоморов и др., 2011).

Материалом для проведения исследований послужили 9 сортов озимого ячменя различных селекционных учреждений:

- 1) Виват, Ерема, Тимофей – ФГБНУ «АНЦ «Донской»;
- 2) Самсон, Романс, Молот, Спринтер – ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко»;
- 3) Кузен – ФГУП «Прикумская ОСС»;
- 4) Эспада – ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ».

Стандартом являлся сорт озимого ячменя Ерема, единственный из всего набора изучаемых сортов, который включен в Госреестр селекционных достижений РФ, рекомендованных для возделывания в Республике Калмыкия.

Опыты закладывали в четырехкратной повторности, расположение вариантов – систематическое. Общая площадь делянки – 60 м<sup>2</sup>, учетная – 50 м<sup>2</sup>. Нормы высева – 350 шт. всхожих семян на 1 м<sup>2</sup>. Предшественник – озимая пшеница по пару.

Учеты, наблюдения и оценку изучаемых сортов проводили согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (2019).

Математическую обработку результатов исследований проводили по методике Б. А. Доспехова (2014).

В 2017/2018 и 2018/2019 сельскохозяйственные годы погодные условия имели гидротермические параметры, которые отличались от среднеевропейских норм. Среднегодовая температура воздуха в годы исследований имела близкие показатели и составила в 2017–2018 гг. 11,4 °C, а в 2018–2019 гг. – 11,3 °C, что превысило норму на 2,0 °C и 1,9 °C соответственно. Количество выпавших осадков заметно отличалось: в 2018 г. – 278,5 мм (на 72,5 мм меньше многолетних данных, или на 21,6%), а в 2019 г. – 375,1 мм (на 24,1 мм выше многолетних данных, или на 6,9%) (рис. 1).

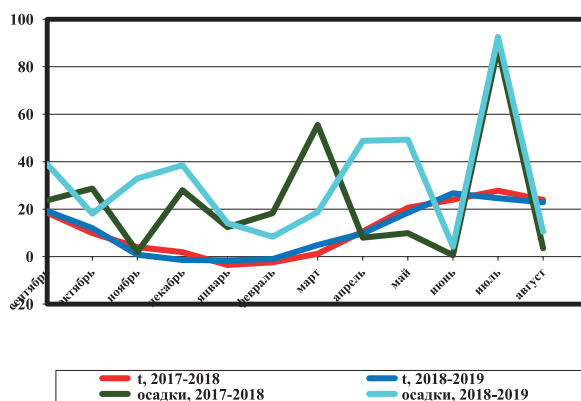


Рис. 1. Метеорологические условия (2017–2019 гг.)

Fig. 1. Weather conditions (2017–2019)

Контрастные погодные условия в годы исследований позволили всесторонне изучить сорта озимого ячменя и оценить возможности их возделывания в условиях Калмыкии.

**Результаты и их обсуждение.** В условиях глобального потепления климата ареал возделывания озимого ячменя значительно расширился. Так, для возделывания в Нижневолжском регионе РФ официально Государственной комиссией по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур РФ на 2020 г. рекомендованы сорта озимого ячменя Павел (ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П. П. Лукья-

ненко», год внесения в Госреестр – 2004), Жигули и Ерема (ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», годы внесения в Госреестр – 2008 и 2020 соответственно).

Основное преимущество озимого ячменя по сравнению с яровым состоит в первую очередь в его более высокой урожайности, однако сложные погодные условия в период перезимовки не всегда способствуют реализации его потенциала. В таблице 1 приведена сравнительная урожайность сортов озимого ячменя Ерема и ярового ячменя Странник на Элистинском ГСУ Республики Калмыкия.

**1. Сравнительная урожайность сортов озимого и ярового ячменя на Элистинском ГСУ, т/га (2017–2019 гг.)**  
**1. Comparative productivity among winter and spring barley varieties, t/ha (2017–2019)**

| Сорт, культура         | Урожайность по годам |      |      | Среднее |
|------------------------|----------------------|------|------|---------|
|                        | 2017                 | 2018 | 2019 |         |
| Яровой ячмень Странник | 2,6                  | 1,03 | 1,96 | 1,86    |
| Озимый ячмень Ерема    | 4,49                 | 1,58 | 5,76 | 3,94    |

В условиях 2017–2019 гг. преимущество озимого сорта Ерема над яровым сортом Странник было весьма значительным, прибавка урожайности колебалась от 0,55 до 3,80 т/га, или 53,4–194%.

В Городовиковском районе Республики Калмыкия в среднем за три последних года (2017–2019 гг.) площадь, занимаемая озимым ячменем, составила 1503 га (яровым ячменем – 11 700 га) при средней урожайности 2,46 т/га (ярового ячменя – 2,02 т/га). В настоящее время 70% засеваемых площадей озимого ячменя занима-

ет сорт Достойный, который официально не рекомендован для возделывания по 8-му региону РФ, куда входит и Республика Калмыкия. В связи с этим ежегодно в данном регионе на базе Калмыцкого НИИСХ проводится экологическое испытание с целью выявления более адаптированных и урожайных сортов озимого ячменя.

Результаты изучения сортов озимого ячменя по показателю «урожайность» в условиях опытного поля КНИИСХ (Целинный район Республика Калмыкия) представлены в таблице 2.

**2. Урожайность сортов озимого ячменя (2018–2019 гг.)**  
**2. Productivity of winter barley varieties (2018–2019)**

| № п/п             | Сорт       | Тип развития | Год внесения в Госреестр РФ | Урожайность по годам, т/га |      | Среднее |
|-------------------|------------|--------------|-----------------------------|----------------------------|------|---------|
|                   |            |              |                             | 2018                       | 2019 |         |
| 1.                | Ерема, ст. | озимый       | 2015                        | 4,01                       | 3,06 | 3,54    |
| 2.                | Тимофей    | двуручка     | 2012                        | 3,61                       | 2,72 | 3,17    |
| 3.                | Виват      | двуручка     | 2018                        | 4,13                       | 3,32 | 3,73    |
| 4.                | Эспада     | озимый       | 2011                        | 4,03                       | 3,6  | 3,82    |
| 5.                | Кузен      | озимый       | 2015                        | 3,85                       | 3,75 | 3,8     |
| 6.                | Самсон     | озимый       | 2007                        | 3,47                       | 3,17 | 3,32    |
| 7.                | Романс     | озимый       | 2009                        | 3,41                       | 2,89 | 3,15    |
| 8.                | Спринтер   | озимый       | 2012                        | 3,69                       | 1,86 | 2,78    |
| 9.                | Молот      | озимый       | изучается                   | 3,36                       | 2,7  | 3,03    |
| Среднее значение  |            |              |                             | 3,73                       | 2,01 | 3,37    |
| НСР <sub>05</sub> |            |              |                             | 0,32                       | 0,25 | 0,29    |

Следует отметить, что в зимний период в годы исследований температура почвы на глубине залегания узла кущения не опускалась ниже критического уровня (–14...–16 °С). Сорта Тимофей, Романс, Спринтер, Молот в среднем по урожайности достоверно уступили стандарту. Сорта Эспада, Кузен, Виват, Самсон по этому показателю были на уровне стандарта. Следует отметить, что максимальную урожайность (4,13 т/га) показал в 2018 г. самый новый сорт Виват, который имеет несомненную перспективу для возделывания в данном регионе, так как он по биологическому типу развития является двуручкой, в отличие от других изучаемых сортов.

**Выводы.** В результате изучения сортов озимого ячменя разных селекционных учреждений удалось выявить сорта, которые показали наиболее высокую адаптивность к конкретным почвенно-климатическим условиям, сформировав наиболее стабильный и высокий урожай, незначительно изменяющийся по годам исследований. Это в первую очередь сорт Ерема, рекомендованный Государственной комиссией по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур РФ с 2020 г. для возделывания в Республики Калмыкия, и новый сорт двуручка Виват, а также озимые сорта Кузен и Эспада.

**Библиографические ссылки**

- Алабушев А. В., Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Донцов Д. П., Дорошенко Э. С., Буланова А. А., Янковский Н. Г. Резервы увеличения урожайности ячменя. Воронеж, 2017. 17 с.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 2014. 336 с.

3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. М.: ООО «Группа Компаний Море», 2019. 384 с.
4. Мухортов В. И., Федорова В. А., Сердюкова Е. В., Власенко М. В. Физико-химические характеристики почв Северо-Западного Прикаспия и пути сохранения и воспроизводства их плодородия в полупустынной зоне Европейской части РФ // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2011. № 2(7). С. 32–39.
5. Народецкая Ш. Ш. Агроклиматические ресурсы Калмыцкой АССР. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 172 с.
6. Филиппов Е. Г., Алабушев А. В. Селекция ярового ячменя. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2014. 208 с.
7. Филиппов Е. Г., Донцова А. А. Селекция озимого ячменя. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2014. 208 с.

#### References

1. Alabushev A. V., Filippov E. G., Doncova A. A., Doncov D. P., Doroshenko E. S., Bulanova A. A., Yankovskij N. G. Rezervy uvelicheniya urozhajnosti yachmenya [Reserves for improving barley yield]. Voronezh, 2017. 17 s.
2. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Kolos, 2014. 336 s.
3. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Methods of State Variety Testing of agricultural crops]. Вып. 1. М.: ООО «Группа Компаний Море», 2019. 384 с.
4. Muhortov V. I., Fedorova V. A., Serdyukova E. V., Vlasenko M. V. Fiziko-himicheskie harakteristiki pochv Severo-Zapadnogo Prikaspiya i puti sohraneniya i vosproizvodstva ih plodorodiya v polupustynnoj zone Evropejskoj chasti RF [Physico-chemical characteristics of the soils of the North-Western Pre-Caspian territory and the ways to preserve and reproduce its fertility in the semi-desert zone of the European part of the Russian Federation] // Teoreticheskie i prikladnye problemy agropromyshlennogo kompleksa. 2011. № 2(7). S. 32–39.
5. Narodeckaya Sh. Sh. Agroklimaticheskie resursy Kalmyckoj ASSR [Agroclimatic resources of the Kalmykia ASSR]. L.: Gidrometeoizdat, 1974. 172 s.
6. Filippov E. G., Alabushev A. V. Selekcija yarovogo yachmenya [Spring barley breeding]. Rostov n/D.: ZAO «Kniga», 2014. 208 s.
7. Filippov E. G., Doncova A. A. Selekcija ozimogo yachmenya [Winter barley breeding]. Rostov n/D.: ZAO «Kniga», 2014. 208 s.

Поступила: 29.04.20; принята к публикации: 15.05.20.

**Критерии авторства.** Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Авторский вклад.** Гольдварг Б. А., Филиппов Е. Г., Боктаев М. В. – концептуализация и проектирование исследования, закладка опыта, фенологические наблюдения, анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи; Донцова А. А. – анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**

УДК 575.1:633.18

## НАСЛЕДОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ У ГИБРИДОВ РИСА F<sub>2</sub>-F<sub>3</sub> СВЕТЛЫЙ × МАВР

**П. И. Костылев**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848;

**Е. В. Краснова**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-3392-4774;

**А. В. Аксенов**, агроном лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-6641-878X;

**Э. С. Балукова**, лаборант-исследователь лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0001-8976-2703

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: p-kostylev@mail.ru

Рис может формировать не только белые, но и красные, коричневые и черные зерна. У черного риса перикарп зерна содержит антоциан, обладающий антиоксидантной активностью и полезный для здоровья человека. Статья посвящена созданию новых линий риса с черным околоплодником на основе гибрида Светлый × Мавр. Цель работы – создание новых форм риса с антоциановым перикарпом. Основные задачи – гибридизация сортов с белым и черным зерном, генетический анализ ряда количественных признаков и отбор лучших растений, формирующих компактные вертикальные метелки с черными зерновками для дальнейшей селекционной работы. Проведен генетический анализ варьирующих количественных признаков, влияющих на зерновую продуктивность риса. Расщепление по окраске перикарпа проходило по типу рецессивного эпистаза в соотношении 9 : 3 : 4. Черная окраска перикарпа формировалась при наличии в генотипе двух доминантных генов Pb и Pp, коричневая определялась геном Pb, белая – остальными комбинациями генов. У гибридов F<sub>2</sub> и F<sub>3</sub> высота растений и количество колосков на метелке наследовались по типу сверхдоминирования больших значений признака, контролируемых двумя локусами, от взаимодействия которых появились трансгрессивные формы. По длине метелки и массе 1000 зерен установлены промежуточное моногенное наследование и двухвершинность кривых распределения частот признаков. Выделены формы риса с черной окраской перикарпа, сочетающие оптимальную высоту растения, повышенные длину метелки, количество колосков в ней и массу 1000 зерен; создан исходный материал для практической селекции. Исследования проводили в 2018–2020 гг. на полях ОП «Пролетарское» Ростовской области.

**Ключевые слова:** рис, гибрид, перикарп, антоциан, наследование.

**Для цитирования:** Костылев П. И., Краснова Е. В., Аксенов А. В., Балукова Э. С. Наследование количественных признаков у гибридов риса F<sub>2</sub>-F<sub>3</sub> Светлый × Мавр // Зерновое хозяйство России. 2020. № 3(69). С. 52–57. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-69-3-52-57.



## INHERITANCE OF QUANTITATIVE TRAITS OF THE RICE HYBRID F<sub>2</sub>-F<sub>3</sub> SVETLY × MAVR

**P. I. Kostylev**, Doctor of Agricultural Sciences, professor, main researcher of the laboratory for rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848;

**E. V. Krasnova**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-3392-4774;

**A. V. Aksekov**, agronomist of the laboratory for rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-6641-878X;

**E. S. Balyukova**, research technician of the laboratory for rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0001-8976-2703

Agricultural Research Center "Donskoy",

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: p-kostylev@mail.ru

Rice can form not only white, but also red, brown and black kernels. In black rice, pericarp kernels contain anthocyanin, which has an antioxidant effect and is beneficial to human health. The current paper is devoted to the development of new rice lines with black pericarp based on the hybrid Svetly × Mavr. The purpose of the work is to develop new forms of rice with anthocyanin pericarp by a hybridization of varieties with white and black kernels, a genetic analysis of a number of quantitative traits and by a selection of the best variants with compact vertical black-kernel panicles to use them in future breeding work. There has been conducted a genetic analysis of varying quantitative traits affecting the rice productivity. The cleavage by a pericarp color was carried out according to the type of recessive epistasis in a ratio of 9 : 3 : 4. The black color of the pericarp was formed in the presence of two dominant genes Pb and Pp in the genotype, the brown color was due to the Pb gene, the white color was due to the rest combinations of genes. The traits "plant height" and "number of spikelets per panicle" of the hybrids F<sub>2</sub> and F<sub>3</sub> were inherited by the type of superdomination of large values of the trait controlled by two loci, the interaction of which resulted in transgressive forms. According to the traits "panicle length" and "1000 kernel weight", there has been identified intermediate monogenic inheritance and two-peaked characteristic frequency distribution curves. There have been identified rice forms with black pericarp color, combining the optimal values of the traits "plant height", increased "panicle length", "number of spikelets per panicle" and "1000 kernel weight". On its basis there has been also developed an initial material for practical breeding. The study was carried out in 2018–2020 on the fields of the EP "Proletarskoye" of the Rostov region.

**Keywords:** rice, hybrid, pericarp, anthocyanin, inheritance.

**Введение.** Рис (*Oryza sativa* L.) – одна из самых важных зерновых культур в мире, особенно в азиатских странах. Хотя белый рис является наиболее широко потребляемой формой, существует много специальных сортов риса, которые содержат цветные пигменты, такие как черный, красный и фиолетовый рис. Окраска перикарпа риса считается одним

из наиболее важных признаков улучшения качества зерна благодаря его потенциальному биологическому и фармакологическому применению. Фенотип ядра риса определяется накоплением антоцианов в перикарпе (Pereira-Caro et al., 2013).

Антоцианины представляют собой природные красители, которые можно разделить на два типа хи-

мических соединений: антоцианы (черный рис) и антоцианидины (красный рис). Они имеют общую базовую структуру ядра, но антоцианидины не содержат сахара, в то время как антоцианы представляют собой гликозилированные формы. Количество антоцианов в перикарпе риса сильно варьирует в зависимости от сорта и среды произрастания. Антоцианины – это разновидность биологически активных флавоноидов, которые обладают сильными антиоксидантными и антимутагенными функциями. Так как крупа риса – это основной продукт питания для многих людей в мире, расширение разнообразия пищевого рациона рисом, окрашенным антоцианом, может оказать полезное влияние на здоровье человека в качестве фитонутриентов. Большое количество антоцианов в черном перикарпе риса полезно людям, у которых имеются заболевания сердца, диабет, риск рака (Goufo and Trindade, 2014).

У риса было идентифицировано несколько генов, связанных с биосинтезом антоцианов, таких как *Pp* и *Pb*, *Rd*, *Kala*. Гены *Kala1*, *Kala3* и *Kala4* локализованы в хромосомах 1, 3, 4 и совместно контролируют черный цвет перикарпа риса. Только формы с доминантными аллелями *Kala* во всех трех локусах формируют черные зерновки. У генотипов с доминантным аллелем *Kala4* и рецессивными аллелями в одном или обоих локусах *Kala1* и *Kala3* формировались коричневые зерновки. У растений с рецессивными аллелями *Kala4* зерновки белые, независимо от аллельного состояния двух других генов (Maeda et al., 2014).

При создании чернозерных сортов риса важно, чтобы они обладали оптимальными величинами морфобиологических признаков, обуславливающих максимальную урожайность.

Высота растений может влиять на урожайность риса за счет устойчивости к полеганию и индекса урожая. По результатам исследований ряда ученых, высота, число побегов на растении и количество дней до созревания являются важными агрономическими признаками и значительно увеличивают урожайность традиционных сортов риса (Ranawake and Amarasinghe, 2014).

В пределах вида длина стебля риса варьирует в широком диапазоне и контролируется несколькими сериями генов короткостебельности и высокорослости. В последнее время была обнаружена фенотипическая корреляция трех признаков: «урожайность зерна» (GY), «число побегов на растении» (TN) и «высота растения» (PH). При этом десять QTL для признака «высота растения» были обнаружены на хромосомах 1, 5, 6, 7 и 11 (Lei et al., 2018).

Длина метелки является важной характеристикой для улучшения ее структуры и урожайности риса. Четыре QTL для этого признака были обнаружены в хромосомах 4, 6 и 9 посредством картирования сцепления в популяции рекомбинантных инбредных линий, полученных из скрещивания между сортами Xiushui79 (короткая метелка) и C-bao (длинная метелка). Лocus *Long panicle 1 (LP1)* находится в длинном плече хромосомы 9 (Liu et al., 2016).

Масса зерновки и их количество на метелке – две важные характеристики, непосредственно опреде-

ляющие урожайность зерна риса. На сегодняшний день идентифицировано много генов, связанных с массой и количеством зерен. Количество зерен на метелке определяется генами *Gn1a*, *DEP1*, *IPA1*, *LP*, *DST* и *FZP*. Для массы зерновки было идентифицировано несколько генов, таких как *Ghd7*, *GS3*, *GS5*, *GW8*, *TGW6*, *GW6a*, *GLW7*, *OsLG3*, *GSE5/GW5*, *WTG1* и *LGY3*. Однако регуляторный механизм, лежащий в основе этих генов, остается в значительной степени неизвестным (Yuan et al., 2019).

Работа по созданию сортов с черным зерном ведется во ВНИИ риса, созданы востребованные сорта (Гончарова и др., 2015). Поэтому выведение сортов для Ростовской области является актуальным, а для этого нужно знать характер наследования признаков у гибридов от скрещивания белозерных и чернозерных сортов.

Цель работы – создание новых форм риса с антоциановым перикарпом. Основные задачи – гибридизация сортов с белым и черным зерном; генетический анализ ряда количественных признаков и отбор лучших растений, формирующих компактные эректоидные метелки и черные зерновки для дальнейшей селекционной работы.

**Материалы и методы исследований.** В качестве материала для анализа использовали гибриды 2–3-го поколения комбинации Светлый х Мавр. Оба сорта – длиннозерные полукларки. Мавр отличается от Светлого более поздним цветением, длинной поникающей метелкой и черным зерном.

Исследования проводили в 2018–2019 гг. в ФГБНУ «АНЦ «Донской» на чеках ОП «Пролетарское» Ростовской области. Почва темно-каштановая, тяжелосуглинистая, солонцеватая, малогумусная, в комплексе с солонцами до 25%. Содержание гумуса не превышает 3%; общего азота – 0,2%; фосфора – 0,14%; калия – 2,4%. Родительские сорта и гибридные популяции выращивали на делянках площадью 10 м<sup>2</sup>. В работе использовали методику полевого опыта Б. И. Доспехова (1985). Для математической обработки данных использовали программу Statistica 8, для генетического анализа – программу Полиген А. А. Ф. Мережко (2005).

Агрометеорологические условия для роста и развития риса в годы исследований сложились вполне благоприятно, что способствовало хорошему развитию растений и созреванию зерна.

**Результаты и их обсуждение.** У гибридов от скрещивания Светлого с Мавром (белое х черное) в первом поколении доминировала черная окраска зерна. Во втором поколении произошло расщепление на 3 цветовых группы в соотношении: 235 с черной окраской перикарпа, 83 – с коричневой, 110 – с белой, или сокращенно 9 : 3 : 4, что соответствует рецессивному эпистазу ( $\chi^2 = 0,32$ ;  $0,80 < P < 0,90$ ) (Костылев и др., 2019).

Семена с самоопыленных растений второго поколения были пересеяны на третье, которое также подверглось биометрической обработке и генетическому анализу. Было установлено, что в третьем поколении произошло аналогичное расщепление по окраске перикарпа в соотношении 9 : 3 : 4 (табл. 1).

### 1. Наследование окраски зерна у гибрида F<sub>3</sub> Светлый × Мавр (2019 г.)

#### 1. Inheritance of kernels' color of the rice hybrid F<sub>3</sub> Svetly × Mavr (2019)

| Окраска зерна | Генная формула                   | Расщепление |               | Доля генотипа |
|---------------|----------------------------------|-------------|---------------|---------------|
|               |                                  | фактическое | теоретическое |               |
| Черная        | <i>Pb_Pp_</i>                    | 243         | 236,8         | 9             |
| Коричневая    | <i>Pb_pppp</i>                   | 70          | 78,9          | 3             |
| Белая         | <i>pbbpPp_</i> и <i>pbbppppp</i> | 108         | 105,3         | 4             |
| Сумма:        | –                                | 421         | 421           | 16            |

Примечание:  $\chi^2 = 1,23$ ;  $0,50 < P < 0,70$ .

Родительские сорта различались между собой по аллельному состоянию генов *Pb* и *Pp*, у сорта Светлый генная формула *pbrb pppr*, а у сорта Мавр – *PbPb PpPp*, при этом доминантные гены определяли черный или коричневый цвет зерновок. Черную окраску перикарпа контролировали в генотипе два доминантных гена *Pb* и *Pp*, коричневую – один ген

*Pb*, белую – остальные комбинации генов. При этом существует еще третий ген (Maeda et al., 2014), но он и у Светлого, и у Мавра был представлен доминантными аллелями.

По наследованию других признаков второе поколение гибрида и третье имели сходства и различия (табл. 2).

## 2. Характеристики родительских форм, гибрида и степень доминирования (2018–2019 гг.)

### 2. Characteristics of the parental forms, hybrid and dominance degree (2018–2019)

| Название         | Высота растений, см | Длина метелки, см | Количество колосков, шт. |        |       | Масса 1000 зерен, г |
|------------------|---------------------|-------------------|--------------------------|--------|-------|---------------------|
|                  |                     |                   | полных                   | пустых | всего |                     |
| Светлый, 2018 г. | 72,5                | 12,4              | 59,0                     | 7,4    | 66,4  | 26,1                |
| Светлый, 2019 г. | 73,7                | 12,9              | 60,1                     | 7,2    | 67,3  | 26,0                |
| Мавр, 2018 г.    | 63,5                | 17,2              | 54,9                     | 7,0    | 61,9  | 29,5                |
| Мавр, 2019 г.    | 67,2                | 17,5              | 69,4                     | 5,0    | 74,4  | 28,4                |
| Гибрид $F_2$     | 81,8                | 14,3              | 57,1                     | 33,1   | 90,2  | 28,2                |
| Гибрид $F_3$     | 78,8                | 16,4              | 72,1                     | 28,5   | 100,6 | 27,3                |
| hp $F_2$         | 3,1                 | –0,2              | 0,1                      | 132,3  | 11,6  | 0,3                 |
| hp $F_3$         | 2,6                 | 0,5               | 1,6                      | 20,5   | 8,4   | 0,1                 |

Примечание: hp – степень доминирования.

Величина признаков у сорта Светлый мало различалась по годам, тогда как у сорта Мавр отличия были больше, особенно по высоте растений и количеству колосков в метелке, что связано со средовыми факторами.

Величины признаков у гибридов также различались по годам: в третьем поколении отмечено увеличение длины метелки, числа колосков и зерен в ней, но уменьшение массы 1000 семян и числа пустых колосков.

По высоте растений родительские формы незначительно различались, на 6,5–9 см (рис. 1). У сорта Светлый она составила в данном опыте 72,5–73,7 см, у сорта Мавр – 63,5–67,2 см. Кривые распределения частот (далее – КРЧ) гибридов  $F_2$  и  $F_3$  показывают одинаковое количество положительных трансгрессий (12% от общего количества растений  $F_2$  и  $F_3$ ).

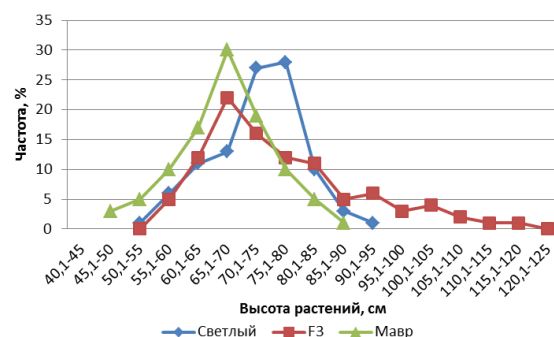
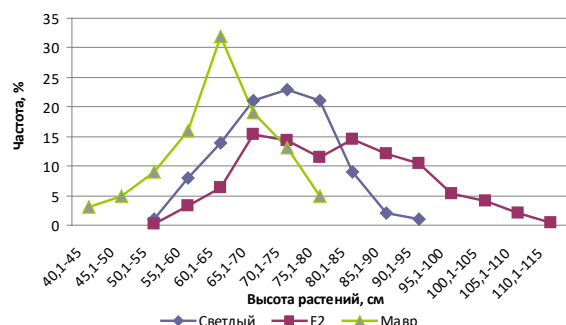


Рис. 1. Распределение частот признака «высота растений» в  $F_2$ - $F_3$  гибрида риса Светлый × Мавр и его родительских форм (2018–2019 гг.)

Fig. 1. Distribution of frequency of the trait "plant height" in the rice hybrid  $F_2$ - $F_3$  Svetly × Mavr and its parental forms (2018–2019)

Такое смещение КРЧ вправо приводит к сверхдоминированию больших значений признака:  $hpF_2 = 3,1$ ;  $hpF_3 = 2,6$ . Компьютерная программа Полиген А показала различия родительских форм по аллельному состоянию двух пар генов (*AAbb* и *aaBB*), рекомбинация которых привела к выщеплению более высокорослых растений.

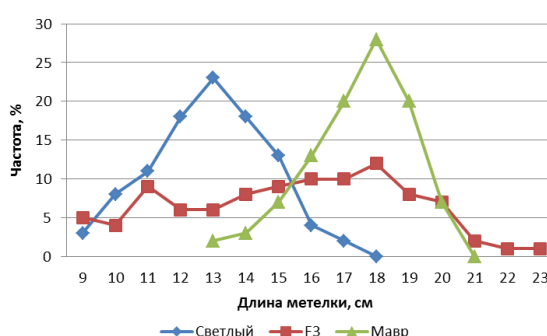
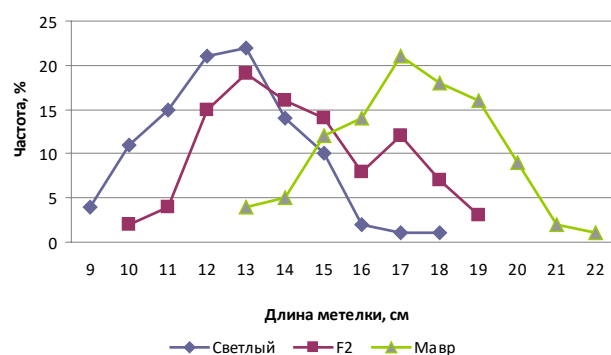
В научной литературе описано более 20 признаков, характеризующих метелку. При этом признаки метелки разделены на соцветие и факторы колоска (зерновки) (Дзюба и др., 2012, 2019).

Средняя длина метелки сорта Светлый составила 12,4–12,9 см, Мавр – 17,2–17,5 см, у гибридов были промежуточные значения признака. Длина метелки  $F_2$  составила в среднем 14,3 см, степень доминирования  $hp = -0,19$ , то есть частичное отрицательное доминирование. В  $F_3$  метелка стала длиннее – 16,4 см,

а степень доминирования  $hp = 0,49$  стала частичной положительной.

КРЧ обоих поколений гибридов были двухвершинными, хотя их конфигурации несколько различались. Длины метелок всех гибридных форм находились в интервалах изменчивости родительских сортов. Одна из вершин соответствовала сорту Светлый, другая – сорту Мавр (рис. 2). В  $F_2$  были установлены моногенные различия сортов и расщепление в соотношении 3 : 1. В  $F_3$  преобладали более длинные метелки, что объясняется влиянием отбора. Имеется небольшая положительная трансгрессия, у двадцати растений длина метелки превышала 21 см.

По числу колосков в метелке исходные родительские формы были очень близки, в среднем за 2 года этот признак у Светлого составил 66,9 шт., а у Мавра – 68,1 шт., хотя последний значительно варьировал по годам.



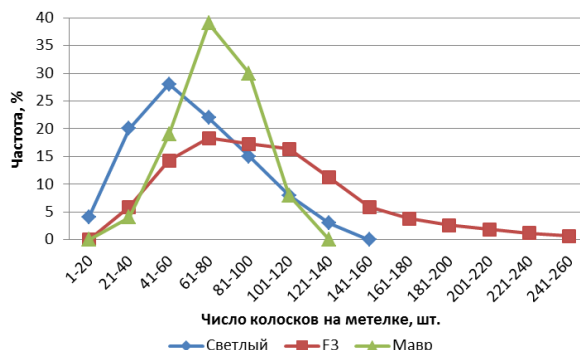
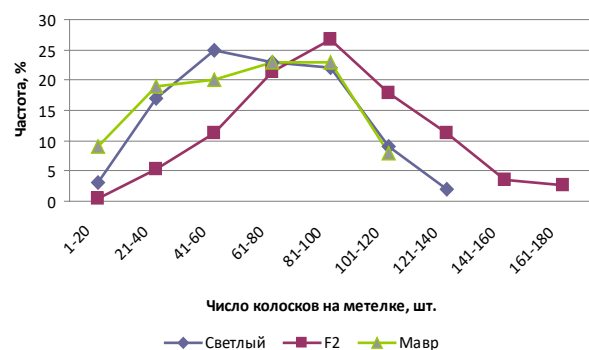
**Рис. 2.** Распределение частот признака «длина метелки» у гибрида риса  $F_2$ - $F_3$  Светлый  $\times$  Мавр и его родительских форм (2018–2019 гг.)

**Fig. 2.** Distribution of frequency of the trait “panicle length” in the rice hybrid  $F_2$ - $F_3$  Svetlyy  $\times$  Mavr and its parental forms (2018–2019)

Сходство обоих распределений состояло в том, что КРЧ гибридов показывали трансгрессивное расщепление. Наблюдалось сверхдоминирование большего числа колосков: степень доминирования в  $F_2$  составила 11,55; в  $F_3$  – 8,4. Кривые смещены вправо по отношению к вариациям родительских сортов, выщеплялось некоторое количество растений с хорошо озерненными метелками (рис. 3). Частота трансгрессивных форм с количеством колосков на метелке более 140 шт. составила во втором поколении 6,1%;

в третьем – 16,6%. Происходило взаимодействие рецессивных и доминантных аллелей в разных локусах двух пар генов, в результате чего появились новые комбинации генов, обусловившие гетерозис и появление форм с большим количеством колосков на метелке, в том числе и с черным зерном.

При этом среднее количество выполненных зерен в метелке  $F_3$  увеличилось до 72,1 шт. по сравнению с  $F_2$ , сформировавшим 57,1. Это связано с увеличением размеров метелки и снижением стерильности колосков.

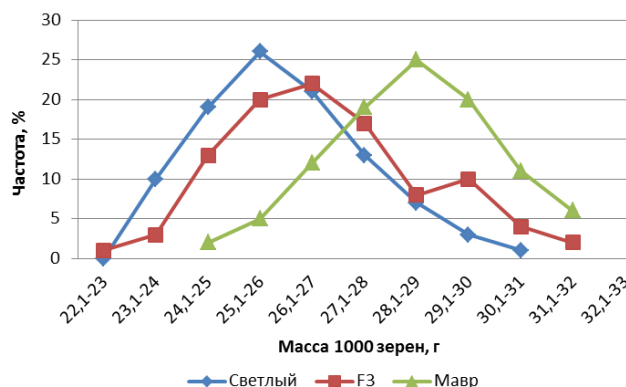
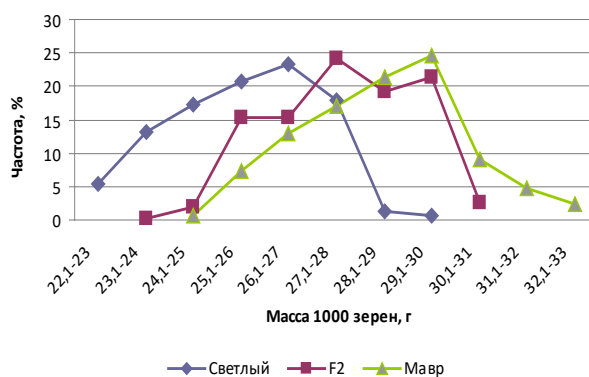


**Рис. 3.** Распределение частот признака «число колосков» у гибрида риса  $F_2$ - $F_3$  Светлый  $\times$  Мавр и его родительских форм (2018–2019 гг.)

**Fig. 3.** Distribution of frequency of the trait “number of spikelets” in the rice hybrid  $F_2$ - $F_3$  Svetlyy  $\times$  Mavr and its parental forms (2018–2019)

По массе 1000 зерен исходные родительские формы различались на 2,4–3,4 г: у сорта Светлый – 26,0–26,1 г; у сорта Мавр – 28,4–29,5 г (табл. 1). Масса 1000 зерен варьировала в пределах изменчивости родительских сортов: в  $F_2$  – от 24 до 31 г (в среднем 28,2 г), а в  $F_3$  – от 22 до 32 г (в среднем 27,3 г). КРЧ

гибрида  $F_2$  была трехвершинной, а в  $F_3$  – двухвершинной (рис. 4). В обоих поколениях установлено частичное доминирование больших значений признака ( $h_p = 0,26$  и  $0,14$  соответственно). Наблюдалось моногибридное расщепление.



**Рис. 4.** Распределение частот признака «масса 1000 зерен» у гибрида риса  $F_2$ - $F_3$  Светлый  $\times$  Мавр и его родительских форм (2018–2019 гг.)

**Fig. 4.** Distribution of frequency of the trait “1000-kernel weight” in the rice hybrid  $F_2$ - $F_3$  Svetlyy  $\times$  Mavr and its parental forms (2018–2019)

В таблице 3 представлена характеристика выделенных форм  $F_3$  с черной окраской перикарпа, которые сочетают оптимальную высоту растения, по-

вышенные длину метелки, количество колосков в ней и массу 1000 зерен.

**3. Характеристика лучших форм  $F_3$  в комбинации Светлый × Мавр (2019 г.)**  
**3. Characteristics of the best forms  $F_3$  in the combination Svetly × Mavr (2019)**

| № растения | Высота растения, см | Длина метелки, см | Общее число колосков, шт. | Масса 1000 зерен, г |
|------------|---------------------|-------------------|---------------------------|---------------------|
| Светлый    | 73,7                | 12,9              | 67,3                      | 26,0                |
| Мавр       | 67,2                | 17,5              | 74,4                      | 28,4                |
| 9          | 80                  | 21                | 108                       | 28                  |
| 25         | 68                  | 18                | 137                       | 29                  |
| 39         | 69                  | 19                | 114                       | 28                  |
| 40         | 70                  | 18                | 129                       | 29                  |
| 44         | 100                 | 19                | 108                       | 30                  |
| 46         | 65                  | 20                | 128                       | 29                  |
| 107        | 87                  | 19                | 136                       | 31                  |
| 116        | 81                  | 18                | 132                       | 28                  |
| 148        | 90                  | 17                | 131                       | 32                  |
| 155        | 78                  | 14                | 134                       | 28                  |
| 166        | 97                  | 20                | 141                       | 32                  |
| 176        | 94                  | 19                | 189                       | 31                  |
| $\sigma$   | 14,7                | 2,9               | 33,7                      | 1,6                 |

Эти формы пересеяны на четвертое поколение в гибридном питомнике для отбора лучших в хозяйственно-биологическом отношении форм и последующего создания эксклюзивных раннеспелых продуктивных сортов риса с черным перикарпом зерновки.

**Выводы.** При анализе наследования окраски перикарпа в  $F_2$  и  $F_3$  выявлен рецессивный эпистаз, так как сегрегация происходила в соотношении 9 : 3 : 4. Перикарп черного цвета формировался под контролем двух доминантных генов *Pb* и *Pr*, коричневого – гена *Pb*, белого – других комбинаций.

У гибридов  $F_2$  и  $F_3$  сверхдоминировали большие значения высоты растений ( $h_r = 3,1$  и  $2,6$ ). У родительских сортов имелись аллельные различия в двух локусах, в результате чего в гибридных популяциях выщепилось 12% более высокорослых трансгрессивных растений.

По длине метелки наблюдалось частичное доминирование. Кривые распределения частот признака у обоих поколений гибрида находились в интервалах изменчивости родительских сортов с небольшой положительной трансгрессией в  $F_3$  и были двухвершинными. Выявлены моногенные различия исходных форм.

По числу колосков на метелке установлено трансгрессивное расщепление. Наблюдалось сверхдоминирование большего числа колосков: степень доминирования в  $F_2$  составила 11,55; в  $F_3$  – 8,4. Выделены формы с хорошо озерненными метелками.

По массе 1000 зерен установлены частичное доминирование больших значений признака ( $h_r = 0,14$ – $0,26$ ) и моногибридное расщепление.

Выделены формы  $F_3$  с черной окраской перикарпа, которые сочетают оптимальную высоту растения, повышенные длину метелки, количество колосков в ней и массу 1000 зерен.

**Библиографические ссылки**

1. Дзюба В. А., Есаулова Л. В., Чухирь И. Н., Коротенко Т. Л., Зеленский А. Г. Генетика признаков соцветия риса // Зерновое хозяйство России. 2019. № 1(61). С. 44–48. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-61-1-44-48.
2. Дзюба В. А., Есаулова Л. В., Чухирь И. Н., Лапина Е. Н. К методике проведения гибридологического анализа гибридов зерновых культур // Зерновое хозяйство России. 2012. № 3(21). С. 8–13.
3. Костылев П. И., Краснова Е. В., Аксенов А. В., Балюкова Э. С. Генетика ряда признаков у гибрида риса Светлый × Мавр // Зерновое хозяйство России. 2019. № 3(63). С. 30–35. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-63-3-30-35.
4. Goufo P., Trindade H. Rice antioxidants: Phenolic acids, flavonoids, anthocyanins, proanthocyanidins, tocopherols, tocotrienols,  $\gamma$ -oryzanol, and phytic acid // Food Sci. Nutr. 2014. No. 2. Pp. 75–104.
5. Lei L., Zheng H. L., Wang J. G., Liu H. L., Sun J., Zhao H. W., Yang L. M., Zou D. T. Genetic dissection of rice (*Oryza sativa* L.) tiller, plant height, and grain yield based on QTL mapping and metaanalysis // Euphytica. 2018. Vol. 214, no. 109. Pp. 1–17.
6. Liu E., Liu Y., Wu G., Zeng S., Thu G., Thi T. G. T., Liang L., Liang Y., Dong Z., She D., Wang H., Zaid I. U., Hong D. Identification of a candidate gene for panicle length in rice (*Oryza sativa* L.) via association and linkage analysis // Front Plant Sci. 2016. Vol. 7, no. 596. Pp. 1–13. DOI: 10.3389/fpls.2016.00596.
7. Maeda H., Yamaguchi T., Omoteno M., Takarada T., Fujita K., Murata K., Iyama Y., Yoichiro K., Morikawa M., Ozaki H., Mukaino N., Kidani Y., Ebitani T. Genetic dissection of black grain rice by the development of a near isogenic line // Breed Sci. 2014. No. 64(2). Pp. 134–141. DOI: 10.1270/jsbbs.64.134.

8. Pereira-Caro G., Cros G., Yokota T., Crozier A. Phytochemical profiles of black, red, brown, and white rice from the Camargue region of France // *J. Agric. Food Chem.* 2013. No. 61. Pp. 7976–7986.
9. Ranawake A. L., Amarasinghe U. G. S. Changes in yield potential of traditional rice cultivars with variability in plant height, tillers per plant, fertility and days to maturity // *Journal of Scientific Research and Reports*. 2014. No. 4(2). Pp. 114–122. DOI: 10.9734/JSRR/2015/12042.
10. Yuan H., Qin P., Hu L., Zhan S., Wang S., Gao P., Li J., Jin M., Xu Z., Gao Q., Du A., Tu B., Chen W., Ma B., Wang Y., Li S. OsSPL18 controls grain weight and grain number in rice // *Journal of Genetics and Genomics*. 2019. No. 46. Pp. 41–51. DOI: 10.1016/j.jgg.2019.01.003.

### References

1. Dzyuba V. A., Esaulova L. V., Chuhir' I. N., Korotenko T. L., Zelenskij A. G. Genetika priznakov socvetiya risa [Genetics of rice inflorescence traits] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2019. № 1(61). S. 44–48. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-61-1-44-48.
2. Dzyuba V. A., Esaulova L. V., Chuhir' I. N., Lapina E. N. K metodike provedeniya gibrnologicheskogo analiza gibrinov zernovykh kul'tur [On the methodology for conducting hybridological analysis of grain hybrids] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2012. № 3(21). S. 8–13.
3. Kostylev P. I., Krasnova E. V., Aksenov A. V., Balyukova E. S. Genetika ryada priznakov u gibrida risa Svetlyj × Mavr [Genetics of a number of traits in the rice hybrid Svetlyj × Mavr] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2019. № 3(63). S. 30–35. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-63-3-30-35.
4. Goufo P., Trindade H. Rice antioxidants: Phenolic acids, flavonoids, anthocyanins, proanthocyanidins, tocopherols, tocotrienols, γ-oryzanol, and phytic acid // *Food Sci. Nutr.* 2014. No. 2. Pp. 75–104.
5. Lei L., Zheng H. L., Wang J. G., Liu H. L., Sun J., Zhao H. W., Yang L. M., Zou D. T. Genetic dissection of rice (*Oryza sativa* L.) tiller, plant height, and grain yield based on QTL mapping and metaanalysis // *Euphytica*. 2018. Vol. 214, no. 109. Pp. 1–17.
6. Liu E., Liu Y., Wu G., Zeng S., Thu G., Thi T. G. T., Liang L., Liang Y., Dong Z., She D., Wang H., Zaid I. U., Hong D. Identification of a candidate gene for panicle length in rice (*Oryza sativa* L.) via association and linkage analysis // *Front Plant Sci.* 2016. Vol. 7, no. 596. Pp. 1–13. DOI: 10.3389/fpls.2016.00596.
7. Maeda H., Yamaguchi T., Omoteno M., Takarada T., Fujita K., Murata K., Iyama Y., Yoichiro K., Morikawa M., Ozaki H., Mukaino N., Kidani Y., Ebitani T. Genetic dissection of black grain rice by the development of a near isogenic line // *Breed Sci.* 2014. No. 64(2). Pp. 134–141. DOI: 10.1270/jsbbs.64.134.
8. Pereira-Caro G., Cros G., Yokota T., Crozier A. Phytochemical profiles of black, red, brown, and white rice from the Camargue region of France // *J. Agric. Food Chem.* 2013. No. 61. Pp. 7976–7986.
9. Ranawake A. L., Amarasinghe U. G. S. Changes in yield potential of traditional rice cultivars with variability in plant height, tillers per plant, fertility and days to maturity // *Journal of Scientific Research and Reports*. 2014. No. 4(2). Pp. 114–122. DOI: 10.9734/JSRR/2015/12042.
10. Yuan H., Qin P., Hu L., Zhan S., Wang S., Gao P., Li J., Jin M., Xu Z., Gao Q., Du A., Tu B., Chen W., Ma B., Wang Y., Li S. OsSPL18 controls grain weight and grain number in rice // *Journal of Genetics and Genomics*. 2019. No. 46. Pp. 41–51. DOI: 10.1016/j.jgg.2019.01.003.

Поступила: 12.05.20; принята к публикации: 24.05.20.

**Критерии авторства.** Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Авторский вклад.** Костылев П. И. – общее научное руководство, постановка цели и задач, анализ литературных данных, формирование методологии исследования и концепции статьи, анализ данных, написание текста статьи; Краснова Е. В. – руководство технологическими процессами по выращиванию растений риса; Аксенов А. В. – закладка опыта, комплектация питомников, посев сортов и образцов, структурный анализ; Балукова Э. С. – отбор растений для анализа, промеры и подсчеты, заполнение таблиц.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**

УДК 633.174:631.527

## НОВЫЙ РАННЕСПЕЛЫЙ СОРТ СОРГО ЗЕРНОВОГО ДЕРЖАВНОЕ

**Л. Ф. Сыркина**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства крупяных и сорговых культур, ORCID ID: 0000-0001-8773-6691;

**Л. А. Косых**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства крупяных и сорговых культур, ученый секретарь, ORCID ID: 0000-0002-1804-5851;

**А. К. Антимонов**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией селекции и семеноводства крупяных и сорговых культур, зам. директора по НИР, ORCID ID: 0000-0003-3926-5834;

**О. Н. Антимонova**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства крупяных и сорговых культур, ORCID ID: 0000-0003-0634-5635

*Поволжский НИИСС – филиал СамНЦ РАН,*

*446442, Самарская обл., г. Кинель, п. г. т. Усть-Кинельский, ул. Шоссейная, 76; e-mail: nti.gnu\_pniiss@mail.ru*

Сорго зерновое является важнейшей кормовой и продовольственной сельскохозяйственной культурой, обладающей рядом достоинств. Целью исследований являлось создание сорта сорго зернового кормового направления с заданными параметрами: скороспелый, урожайный, низкорослый, пластичный, устойчивый к основным заболеваниям для засушливых условий Среднего Поволжья и Урала. Сорт создан методом индивидуального отбора из гибридной популяции, в основе которой лежит сложная ступенчатая гибридизация, включающая следующие сорта: Славянка, Зерста 97, Перспективный 1. В статье представлены результаты исследований, проводившихся в 2016–2018 гг. на селекционных посевах Поволжского НИИСС, а также признаки и свойства нового сорта сорго зернового Державное, переданного на Государственное сортоиспытание и предназначенного для возделывания в Средневолжском и Уральском регионах. Достоинствами сорта являются низкорослость, высокая урожайность, пластичность, устойчивость к полеганию, ломкости стеблей и метелок при перестое, осыпанию зерна. Урожайность зерна в конкурсном сортоиспытании в среднем составила 3,55 т/га, что выше на 0,73 т/га, чем у сорта-стандарта Славянка (2,82 т/га). В зерне нового сорта содержится 10,6–12,2% сырого протеина, 62,8–76,8% крахмала и 3,4–3,6% жира. В 100 кг зерна содержится 128 к. ед. Сорт формирует урожайность зерна как во влажные, так и в засушливые годы при посеве в середине мая сплошным способом. Пригоден к механизированной уборке обычными зерновыми комбайнами как отдельно, так и напрямую.

**Ключевые слова:** сорго зерновое, сорт, селекция, урожайность, зерно, устойчивость.

**Для цитирования:** Сыркина Л. Ф., Косых Л. А., Антимонов А. К., Антимонova О. Н. Новый раннеспелый сорт сорго зернового Державное // Зерновое хозяйство России. 2020. № 3(69). С. 58–60. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-69-3-58-60.



## THE NEW EARLY-RIPENING GRAIN SORGHUM VARIETY “DERZHAVNOE”

**L. F. Syrkina**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for breeding and seed production of groats and sorghum crops, ORCID ID: 0000-0001-8773-6691;

**L. A. Kosykh**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for breeding and seed production of groats and sorghum crops, academic secretary, ORCID ID: 0000-0002-1804-5851;

**A. K. Antimonov**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head of the laboratory for breeding and seed production of groats and sorghum crops, deputy director on Research work, ORCID ID: 0000-0003-3926-5834;

**O. N. Antimonova**, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for breeding and seed production of groats and sorghum crops, ORCID ID: 0000-0003-0634-5635

*Povolzhsky RIIS, a branch of the SamRC RAS,*

*446442, Samara Region, Kinel, v. of Ust-Kinelsky, Shosseynaya Str., 76; e-mail: nti.gnu\_pniiss@mail.ru*

Grain sorghum is the most important feed and food agricultural crop with a number of advantages. The purpose of the current study was to develop the feed sorghum variety being early-ripening, productive, low height, adaptable, resistant to the main diseases for the arid conditions of the Middle Povolzhie and the Urals. The variety has been developed by the method of individual selection from a hybrid population, which was based on a complex stage hybridization, which included the varieties “Slavyanka”, “Zersta 97”, “Perspektivny 1”. The current paper has presented the results of the study conducted in 2016–2018 on the plots of the Povolzhsky RIIS. There have been presented the traits and properties of a new grain sorghum variety “Derzhavnoe” sent to the State Variety Testing and intended for cultivation in the Middle Povolzhie and Ural regions. The advantage of the variety is its low height, large productivity, good adaptability, resistance to lodging, to brittle stems and panicles and grain shedding. Grain productivity in the Competitive Variety Testing has averaged 3.55 t/ha, which is higher on 0.73 t/ha than that of the standard variety “Slavyanka” (2.82 t/ha). The grain of the new variety contains 10.6–12.2% of raw protein, 62.8–76.8% of starch and 3.4–3.6% of oil. 100 kg of grain contains 128 u. The variety is productive both in wet and dry weather conditions when sown in mid-May by continuous sowing method. The variety is suitable for mechanized harvesting with conventional grain combines both separately and directly.

**Keywords:** grain sorghum, variety, breeding, productivity, kernels, resistance, tolerance.

**Введение.** В условиях засухи, которая все чаще повторяется последние годы в Самарской области, сельскохозяйственные культуры испытывают недостаток продуктивной влаги в разные периоды онтогенеза растений. В связи с этим важное стратегическое значение для стабилизации и увеличения производства зерна принадлежит культуре сорго, которое отличается чрезвычайной засухоустойчивостью, солеустойчивостью, неприхотливостью к почвам и универсальностью использования в народном хозяйстве. Велико и агротехническое значение сорго: оно является страховой культурой, которую можно использовать в случае массовой гибели озимых культур (Болдырева, 2007; Исаков, 1982; Пергаев и Алексеев, 2015).

Сорго зерновое возделывается для получения зерна, являющегося хорошим кормом для сельскохозяйственных животных, домашней птицы, а также для прудовой рыбы. Оно положительно влияет на их рост и развитие, обеспечивает высокий уровень продуктивности и хорошее качество продуктов животноводства. По биохимическому составу и питательной ценности зерно сорго соответствует таким культурам, как ячмень и кукуруза. Кроме кормовых целей, зерно сорго может использоваться как сырье в перерабатывающей промышленности для производства спирта, крахмала, крупы и других продуктов переработки (Алабушев, 2007; Горпиниченко и др., 2017; Ковтунов и др., 2019).

Создание новых сортов с последующим включением их в Государственный реестр селекционных достижений РФ имеет большое значение в повышении урожайности всех сельскохозяйственных культур, в том числе и сорго. Поэтому сельхозтоваропроизводители должны обращать внимание на замену старых сортов на новые, которые превосходят их по урожайности и другим хозяйственно ценным признакам (Васильченко и др., 2016; Ковтунов и др., 2019).

Цель исследований – создать сорт сорго зернового кормового направления с заданными параметрами: скороспелый, урожайный, низкорослый, пластичный, устойчивый к основным заболеваниям для засушливых условий Среднего Поволжья и Урала.

**Материалы и методы исследований.** Научные исследования выполняли на базе лаборатории селекции и семеноводства крупяных и сорговых культур на селекционных посевах Поволжского НИИСС. Почвы представлены в основном черноземами обыкновенными среднегумусными (7,5–8,5%) среднетяжелыми тяжелосуглинистыми. Агроклиматические условия в годы исследований были засушливыми (ГТК = 0,72–0,53). Сумма активных температур в период конкурсного сортоиспытания за вегетационный период составила: 2016 г. – 1969,7 °С; 2017 г. – 1880 °С; 2018 г. – 1736 °С. Сумма осадков изменялась от 101,9 мм (2018 г.) до 135,9 мм (2017 г.).

Конкурсное сортоиспытание проводили в 2016–2018 гг. Предшественник – ячмень. Агротехника возделывания – общепринятая, включающая вспашку поля с осени на зябь, боронование в два следа, две культивации, прикатывание кольчатыми катками. Посев осуществляли селекционной сеялкой ССФК-7М в оптимальные сроки (третья декада мая), когда почва на глубине заделки семян устойчиво прогреется до 15–16 °С, с нормой высева 800 тыс. всхожих семян на 1 га. Площадь делянки – 15 м<sup>2</sup>, повторность – трехкратная.

Закладка опытов, учеты, измерения, фенологические наблюдения проводили в соответствии с методикой Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1985), методическими указаниями по изучению коллекционных образцов кукурузы, сорго и крупяных культур (1968), основами научных исследований в агрономии (2008). Оценку хозяйственно ценных признаков сорго зернового проводили согласно широкому унифицированному классификатору СЭВ рода *Sorghum Moench* (1982).



**Рис.** Сорт сорго зернового Державное  
**Fig.** The grain sorghum variety "Derzhavnoe"

Статистическую обработку данных по урожайности проводили методом дисперсионного анализа по методике Б. А. Доспехова (1985). Экспериментальные данные

обработаны методом дисперсионного анализа с применением программ статистического анализа STAT.

**Результаты и их обсуждение.** Новый сорт сорго зернового Державное (селекционный номер Л-125/14) получен в лаборатории селекции и семеноводства крупяных и сорговых культур Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН и передан на государственное сортоиспытание (заявка № 8153699, дата приоритета 13.11.2018) (см. рис.). Данный сорт рекомендуется для возделывания в Средневолжском (7) и Уральском (9) регионах.

Сорт создан методом индивидуального отбора из гибридной популяции, в основе которой лежит сложная ступенчатая гибридизация, включающая сорта Славянка, Зерста 97, Перспективный 1.

Сорт относится к виду сорго кафрское. Растения низкорослые (от 119 до 128 см), выравненные по высоте, слабокустистые. Стебель тонкий, прямостоячий, малооблиственный (7–8 листьев), с полусухой сердцевинкой. Листья растений короткие, узкие, гладкие, окраска зеленая, без антоциана. Средняя жилка листа белая. Метелка у растений нового сорта прямостоячая, эллипсовидная, симметричная, рыхлая, средней длины (25–32 см). Шейка метелки тонкая, средне выдвинута до 21 см. Колосковые чешуи длинные, ромбовидные, светло-желтые, широко открытые с боков при созревании. Зерновка округлая, оранжево-красная, на ½ стекловидная. Зерно крупное, масса 1000 семян – до 36 г, легко вымолачивается.

Новый сорт относится к раннеспелой группе созревания, период «всходы – полная спелость» составляет 85–95 дней, отличается быстрым первоначальным ростом. Сорт обладает высокой пластичностью, устойчивостью к основным фитопатогенам. Засухоустойчивость и жаростойкость высокие. Случаев поражения пыльной и твердой головней не наблюдалось. Среднеустойчив к бактериальной пятнистости. Устойчив к полеганию, ломкости стеблей и метелок при перестое, осыпанию зерна. Пригоден к механизированной уборке обычными зерновыми комбайнами как раздельно, так и напрямую. Сорт предназначен для использования на фуражное зерно и монокорм.

В зерне нового сорта содержится 10,6–12,2% сырого протеина, данный показатель находится на уровне стандарта (табл. 1).

Как и у других зерновых и зернофуражных культур, большую часть эндосперма зерна сорго составляет крахмал, который является основным источником энергии для сельскохозяйственных животных (Ковтунов и др., 2019). В результате биохимического анализа установлено, что у сорта Державное накапливается высокое содержание крахмала в зерне (62,8–76,8%). Содержание жира составляет 3,4–3,6%.

Урожайность зерна в конкурсном сортоиспытании за 2016–2018 гг. варьировала от 3,21 до 4,02 т/га, в среднем превышение над стандартом составило 0,73 т/га, или 25,9% (табл. 2). Содержание метелок в общей биомассе – 33–39%.

**Выводы.** Таким образом, в результате многолетней целенаправленной селекционной работы создан и передан на государственное сортоиспытание новый раннеспелый сорт сорго зернового Державное, адаптированный к условиям Средневолжского и Уральского регионов. Достоинствами сорта являются низкорослость, высокая урожайность, пластичность, устойчивость к полеганию, ломкости стеблей и метелок при перестое, осыпанию зерна. Сорт формирует урожайность зерна как во влажные, так и в засушливые годы при посеве в середине мая сплошным способом. Урожайность зерна за годы изучения (2016–2018 гг.) в среднем составила 3,55 т/га, что выше на 0,73 т/га, чем у стандарта. Созревает в конце августа – начале сентября. Пригоден к механизированной уборке обычными зерновыми комбайнами как раздельно, так и напрямую.

**1. Сравнительная оценка нового сорта Державное со стандартным сортом Славянка, КСИ (2016–2018 гг.)**  
**1. Comparative estimation of the new variety "Derzhavnoe" with the standard variety "Slavyanka", SVT (2016–2018)**

| Показатели                  | Единица измерения | Державное |      |      |         | Славянка, ст. |      |      |         |
|-----------------------------|-------------------|-----------|------|------|---------|---------------|------|------|---------|
|                             |                   | годы      |      |      | среднее | годы          |      |      | среднее |
|                             |                   | 2016      | 2017 | 2018 |         | 2016          | 2017 | 2018 |         |
| Вегетационный период        | дней              | 89        | 95   | 85   | 90      | 87            | 93   | 84   | 89      |
| Высота растений             | см                | 119       | 125  | 128  | 124     | 91            | 100  | 100  | 97      |
| Выдвинутость ножки метелки  | см                | 23,0      | 19,0 | 20,0 | 20,6    | 15,0          | 13,0 | 15,0 | 14,3    |
| Масса метелки с зерном      | г                 | 41,5      | 43,5 | 49,0 | 44,7    | 33,1          | 30,4 | 36,5 | 33,3    |
| Масса 1000 зерен            | г                 | 36,7      | 27,2 | 31,4 | 31,8    | 32,3          | 24,7 | 26,6 | 27,9    |
| Пленчатость зерна           | %                 | 11,4      | 12,1 | 11,0 | 11,5    | 14,5          | 16,7 | 13,3 | 14,8    |
| Содержание протеина в зерне | %                 | 10,6      | 12,2 | 10,7 | 11,2    | 10,3          | 11,9 | 11,3 | 11,2    |
| Содержание крахмала в зерне | %                 | 73,9      | 62,8 | 76,8 | 71,2    | 76,5          | 63,1 | 72,3 | 70,6    |
| Содержание жира в зерне     | %                 | 3,4       | 3,6  | 3,5  | 3,5     | 3,6           | 3,2  | 2,9  | 3,2     |
| Засухоустойчивость          | балл              | 5         | 5    | 5    | 5       | 5             | 5    | 5    | 5       |
| Холодостойкость             | балл              | 5         | 5    | 5    | 5       | 5             | 5    | 5    | 5       |
| Ломкость стебля             | балл              | 5         | 5    | 5    | 5       | 5             | 5    | 5    | 5       |
| Осыпаемость                 | балл              | 5         | 5    | 5    | 5       | 5             | 5    | 5    | 5       |

**2. Урожайность зерна нового сорта Державное при стандартной влажности, т/га (2016–2018 гг.)**  
**2. Productivity of the new variety "Derzhavnoe" under conventional moisture, t/ha (2016–2018)**

| Сорт              | Годы |      |      | Среднее |
|-------------------|------|------|------|---------|
|                   | 2016 | 2017 | 2018 |         |
| Славянка, ст.     | 2,87 | 2,25 | 3,35 | 2,82    |
| Державное         | 3,21 | 3,42 | 4,02 | 3,55    |
| НСР <sub>05</sub> | 0,20 | 0,32 | 0,29 | –       |

**Библиографические ссылки**

- Алабушев А. В. Технологические приемы возделывания и использования сорго. Ростов н/Д., 2007. 224 с.
- Болдарева Л. Л. Сорго – перспективная культура // Крымский агротехнический университет. Специальный выпуск. 2007. № 6.
- Васильченко С. А., Метлина Г. В., Ковтунов В. В. Влияние метеоусловий на продуктивность сорго зернового в южной зоне Ростовской области // Научный журнал КубГАУ. 2016. № 120(06). С. 744–754.
- Горпиниченко С. И., Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В., Ермолина Г. М., Муслимов М. Г. Сорго – культура для засушливых территорий // Проблемы развития АПК региона. 2017. № 3. С. 5–9.
- Исаков Я. И. Сорго. М.: Россельхозиздат, 1982. 134 с.
- Ковтунов В. В., Ковтунова Н. А., Лушпина О. А., Сухенко Н. Н., Игнатьева Н. Г. Новый белозерный сорт сорго зернового Атаман // Зерновое хозяйство России. 2019. № 1(61). С. 14–17. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-61-1-14-17.
- Пергаев О. А., Алексеенко Н. В. Влияние инокуляции семян микробными препаратами на численность микроорганизмов в ризосфере сорго зернового и урожай зерна // Кукуруза и сорго. 2015. № 1. С. 32–35.

**References**

- Alabushev A. V. Tekhnologicheskiye priyemy vozdel'yvaniya i ispol'zovaniya sorgo [Technological methods of cultivation and use of sorghum]. Rostov n/D., 2007. 224 s.
- Boldareva L. L. Sorgo – perspektivnaya kul'tura [Sorghum promising culture] // Krymskiy agrotekhnicheskii universitet. Spetsial'nyy vypusk. 2007. № 6.
- Vasil'chenko S. A., Metlina G. V., Kovtunov V. V. Vliyaniye meteoussloviy na produktivnost' sorgo zernovogo v Yuzhnoy zone Rostovskoy oblasti [The effect of weather conditions on the productivity of grain sorghum in the southern zone of the Rostov region] // Nauchnyy zhurnal KubGAU. 2016. № 120(06). S. 744–754.
- Gorpinichenko S. I., Kovtunova N. A., Kovtunov V. V., Yermolina G. M., Muslimov M. G. Sorgo – kul'tura dlya zasushlivykh territoriy [Sorghum is an arid crop culture] // Problemy razvitiya APK regiona. 2017. № 3. S. 5–9.
- Isakov Ya. I. Sorgo [Sorghum]. M.: Rossel'khozizdat, 1982. 134 s.
- Kovtunov V. V., Kovtunova N. A., Lushpina O. A., Sukhenko N. N., Ignat'yeva N. G. Novyy belozernyy sort sorgo zernovogo Ataman [The new white-kernel grain sorghum variety "Ataman"] // Zernovoye khozyaystvo Rossii. 2019. № 1(61). S. 14–17. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-61-1-14-17.
- Pergayev O. A., Alekseyenko N. V. Vliyaniye inokulyatsii semyan mikrobnymi preparatami na chislennost' mikroorganizmov v rizosfere sorgo zernovogo i urozhay zerna [The effect of seed inoculation with microbial preparations on the number of microorganisms in the rhizosphere of grain sorghum and its productivity] // Kukuruza i sorgo. 2015. № 1. S. 32–35.

Поступила: 05.03.20; принята к публикации: 28.04.20.

**Критерии авторства.** Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Авторский вклад.** Сыркина Л. Ф., Антимонов А. К. – концептуализация исследования, выполнение полевых опытов и сбор данных; Косых Л. А. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Антимонина О. Н. – выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**

# ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

УДК 632.91:632.4:633.11:633.16

## КАРТИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ФИТОПАТОГЕНОВ НА ПШЕНИЦЕ И ЯЧМЕНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ NEXTGIS

**О. Ю. Кремнева**, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории фитосанитарного мониторинга, приборного и технического обеспечения, kremenoks@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0982-6821;  
**И. А. Костенко**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории фитосанитарного мониторинга, приборного и технического обеспечения igorkosten@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-5144-1891;  
**А. А. Пачкин**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории фитосанитарного мониторинга, приборного и технического обеспечения, capricorn-53@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8649-2418;  
**Р. Ю. Данилов**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории фитосанитарного мониторинга, приборного и технического обеспечения, daniloff.roman2011@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-8454-0765;  
**А. В. Пономарев**, кандидат технических наук, младший научный сотрудник лаборатории фитосанитарного мониторинга, приборного и технического обеспечения, artemponomarev1989@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0514-5797;  
**Ю. С. Ким**, младший научный сотрудник лаборатории иммунитета зерновых культур к грибным болезням, kimiur@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-6239-0855  
*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений», 350039, г. Краснодар, ул. ВНИИБЗР, 1*

Выполнены маршрутные обследования по оценке развития и распространения основных возбудителей пшеницы и ячменя в 57 районах Краснодарского, Ставропольского краев и Ростовской области. Сбор, организация и анализ сведений о пораженности производственных и селекционных посевов данных культур основными патогенами осуществлен с использованием единой информационно-пространственной среды, разработанной российской компанией ООО «НекстГИС» (NextGIS). В ходе полевых обследований в программу внесены данные по устойчивости к возбудителям болезней желтой пятнистости листьев пшеницы, септориоза пшеницы, мучнистой росы на пшенице и ячмене, ржавчинных заболеваний на пшенице и ячмене, сетчатой пятнистости ячменя, темно-бурой пятнистости ячменя. Кроме того, путем заполнения карточки обследования были учтены дата и время проведения оценки, фаза развития культуры, сорт, осуществлена фотофиксация обследованных растений. В полевых условиях использовалось свободно распространяемое программное обеспечение NextGIS Mobile, установленное на мобильные цифровые устройства (смартфоны) под управлением операционной системы Android. По результатам проведенных полевых обследований с использованием полнофункциональной настольной геоинформационной системы NextGIS QGIS подготовлены тематические картографические материалы основных возбудителей пшеницы и ячменя в южном регионе России. Собранные таким образом многолетние данные фитосанитарных обследований позволят проводить временной анализ пространственного распространения патогенов на обследуемой территории. Данная информация может быть полезна как для специалистов в области защиты растений, сотрудников селекционных учреждений при создании устойчивых сортов к экономически значимым болезням зерновых колосовых культур, так и для широкого круга специалистов, занятых в растениеводстве, осуществляющих полевые обследования и учеты любых параметров состояния растений, вредных объектов и окружающей среды, а также потребителям такой информации.

**Ключевые слова:** ГИС, геоинформационные системы, фитосанитарный мониторинг, возбудители болезней, пшеница, ячмень, развитие, картирование.

**Для цитирования:** Кремнева О. Ю., Костенко И. А., Пачкин А. А., Данилов Р. Ю., Пономарев А. В., Ким Ю. С. Картирование распространения и развития фитопатогенов на пшенице и ячмене с использованием NextGIS // *Зерновое хозяйство России*. 2020. № 3(69). С. 61–66. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-69-3-61-66



## MAPPING OF THE DISTRIBUTION AND DEVELOPMENT OF PHYTOPATHOGENS IN WHEAT AND BARLEY BY THE NEXTGIS APPLICATION

**O. Yu. Kremneva**, Candidate of Biological Sciences, leading researcher of the laboratory for phytosanitary monitoring, mechanical and technical supply, kremenoks@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0982-6821;  
**I. A. Kostenko**, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for phytosanitary monitoring, mechanical and technical supply, igorkosten@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-5144-1891;  
**A. A. Pachkin**, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for phytosanitary monitoring, mechanical and technical supply, capricorn-53@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8649-2418;  
**R. Yu. Danilov**, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for phytosanitary monitoring, mechanical and technical supply, daniloff.roman2011@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-8454-0765;  
**A. V. Ponomarev**, Candidate of Biological Sciences, junior researcher of the laboratory for phytosanitary monitoring, mechanical and technical supply, artemponomarev1989@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0514-5797;  
**Yu. S. Kim**, junior researcher of the laboratory for grain crop immunity to fungal diseases, kimiur@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-6239-0855  
*All-Russian Research Institute of Biological Protection of Plants, 350039, Krasnodar, Str. VNIIBZR, 1*

There have been carried out the route surveys to assess the development and distribution of the main pathogens of wheat and barley in 57 districts of Krasnodar, Stavropol Territories and Rostov Region. The collection, organization and analysis of information on the damage degree of the production and breeding sowings of these grain crops by the main pathogens was conducted using

a single spatial information environment designed by the Russian company "NextGIS". During the field surveys, there have been included the data on the resistance to causative agents of yellow leaf spot of wheat, wheat Septoria leaf spot, powdery mildew on wheat and barley, rust diseases on wheat and barley, net spot of barley, and brown spot of barley into the program. In addition, while filling in the survey card, there were taken into account the date and time of the assessment, the phase of development of the grain crop, the variety; there was carried out a photographic fixation of the examined plants. In the field, there was used the freely distributed NextGIS Mobile software, installed on mobile digital devices (smartphones) running by the Android operating system. According to the results of field surveys using the NextGIS QGIS full-featured desktop geographic information system there were prepared thematic cartographic materials of the main wheat and barley pathogens in the southern region of Russia. The collected long-term data of phytosanitary surveys will allow conducting a temporary analysis of the spatial distribution of pathogens in the studied area. This information can be useful for specialists dealing with plant protection, for employees of breeding institutions who develop varieties resistant to economically significant diseases of grain crops. The data can be used also by a wide range of specialists engaged in plant breeding who conduct field surveys and account any parameters of plant conditions, harmful facilities and the environment, as well as by the consumers of such information.

**Keywords:** GIS, geo-information systems, phytosanitary monitoring, pathogens, wheat, barley, development, mapping.

**Введение.** Северо-Кавказский регион является основным производителем зерна в России. Пшеница и ячмень поражаются широким спектром вредоносных заболеваний, среди которых к наиболее экономически значимым относятся возбудители бурой и желтой ржавчин (*Puccinia triticina* Erikss., *Puccinia striiformis* West.), желтой пятнистости (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler), септориоза (*Septoria spp.*), мучнистой росы (*Blumeria graminis* (DC.) Speer), карликовой ржавчины ячменя (*Puccinia hordei* G. H. Oth.), сетчатого гельминтоспориоза (*Pyrenophora teres* Drechsler), темно-бурой пятнистости ячменя (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker) (Барсаева, 2019; Волкова и Астапчук, 2019; Kamelkhan et al., 2017). Указанные болезни являются высоко вредоносными и имеют широкое распространение в мире и в России, особенно в ее южном регионе (Санин и Назаров, 2010; Kokhmetova et al., 2017). Для успешной защиты от комплекса фитопатогенов с использованием устойчивых сортов, эффективных фунгицидов и средств биологической защиты важно знать уровень развития и распространения болезней. Эта информация также необходима при создании инфекционных фонов, селекции устойчивых сортов растений, установлении ареалов популяций, территориальном размещении источников и доноров устойчивости.

Активное развитие аграрного сектора в настоящее время требует внедрения современных технологий, которые позволяют накапливать и обрабатывать большие объемы различной информации, имеющей географическую привязку, необходимой для решения сельскохозяйственных задач. Для решения таких задач предназначены географические информационные системы (ГИС), которые являются инструментом для получения, обработки, анализа и отображения пространственных данных (Барсаева, 2019; Кадочников, 2019; Kamelkhan et al., 2017; Sharma et al., 2018).

В последние годы ГИС аграрного профиля динамично развиваются, их использование в значительной степени способствует повышению эффективности управления сельскохозяйственным производством. На рынке существует ряд различных программных платформ для мониторинга агротехнических операций: система управления сельхозпроизводством AgroNetwork Technology (ООО «АНТ», г. Краснодар), облачный онлайн-сервис «КосмосАгро» (ООО ИТЦ «СКАНЭКС», г. Москва), комплексная система помощи принятия решений «АгроТехнология 2.0» (ООО «ГЛО-НАСС софт», г. Краснодар); геоинформационный сервис для сельскохозяйственных предприятий по работе с готовыми электронными картами полей AgroVisio.ru (ООО «Центр Программ Систем», г. Белгород), решение для агробизнесов Hecterra (Gurtam, Минск), AstroDigital (США) (Кирилова и Чуба, 2018; Kamelkhan et al., 2017; Ovchinnikov et al., 2017; Sharma et al., 2018).

NextGIS – информационно-пространственная среда, разработанная отечественной компанией

ООО «НекстГИС», включает серверную (web), настольную (desktop) и мобильную (mobile) составные части с возможностью просмотра, изменения и внесения новых данных с настольного и мобильного приложения, в том числе в режиме реального времени.

Целью данных исследований являлась оценка возможности использования программного обеспечения NextGIS для сбора данных фитосанитарного мониторинга основных возбудителей болезней на озимой пшенице и ячмене с последующим составлением аналитических карт распространения и развития патогенов, а также попытка использовать современные геоинформационные технологии в целях цифровизации исследовательского процесса в целом.

**Материалы и методы исследований.** С 3 по 21 июня 2019 г. проведено маршрутное обследование посевов пшеницы в пяти агроклиматических зонах Северного Кавказа. Обследованы производственные посевы озимой пшеницы и ячменя в 57 административных районах Краснодарского, Ставропольского краев и Ростовской области в рамках осуществления работы по проведению оценки устойчивости к возбудителям пиренфороза, септориоза, мучнистой росы, ржавчинных заболеваний, сетчатого гельминтоспориоза сортов озимой пшеницы селекции различных организаций (КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко, СНИИСХ, ДЗНИИСХ, Одесского селекционно-генетического института, Прикумской опытно-селекционной станции) на шести государственных сортоучастках (Северский, Лабинский, Ейский, Куцеский, Ачикулакский, Цимлянский), на двух опытных станциях (Кубанская опытная станция ВИР «Ботаника», Ленинградская опытная станция Краснодарского края) и ФГБНУ «АНЦ «Донской», г. Зерноград Ростовской области. Оценку развития и распространения болезней осуществляли по международным и российским методикам (Волкова и др., 2016; Кирилова и Чуба, 2018).

Сбор данных по распространению и развитию болезней при проведении маршрутных обследований осуществляли с использованием программных платформ NextGIS (NextGIS Web – серверная ГИС для хранения, регулирования доступа к геоданным и сервисам посредством веб-интерфейса; NextGIS Mobile – мобильное приложение (Android) с неограниченными слоями данных, редактированием и настраиваемыми формами ввода; NextGIS QGIS – полнофункциональная настольная ГИС для создания данных, аналитики, создания карт), а также вспомогательного программного обеспечения (NextGIS FormBuilder – редактор форм для NextGIS Mobile).

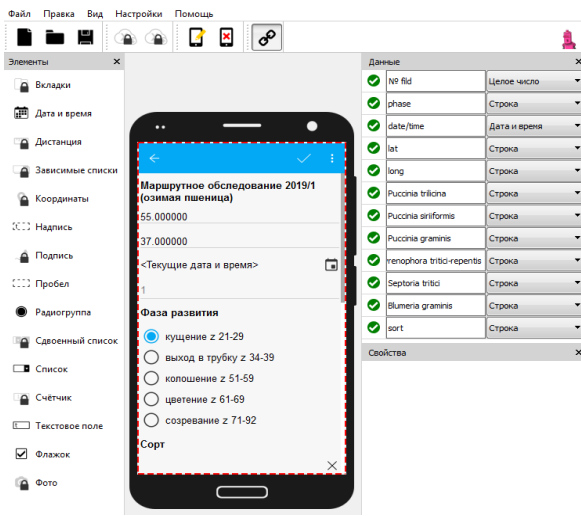
**Результаты и их обсуждение.** Сбор, организация и анализ сведений о пораженности производственных и селекционных посевов данных культур основными патогенами проведен в единой информационно-пространственной среде, разработанной отечественной компанией ООО «НекстГИС» (NextGIS). Данная система включает серверную (web), настольную (desktop) и мобильную (mobile) составные части

с возможностью просмотра, изменения и внесения новых данных с настольного и мобильного приложения, в том числе в режиме реального времени.

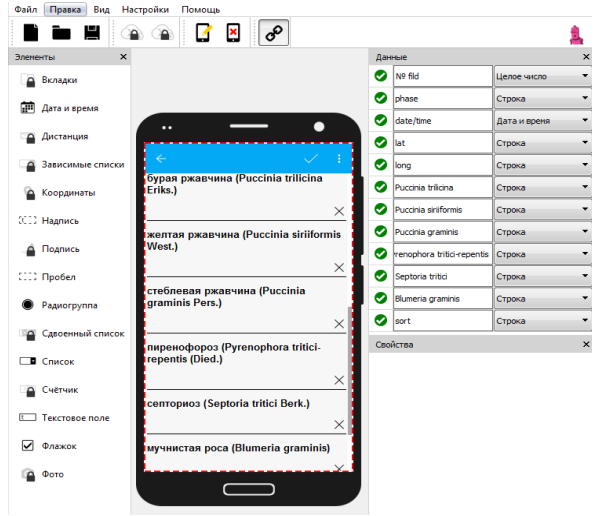
В полевых условиях использовали свободное распространяемое программное обеспечение NextGISMobile – мобильное приложение, позволяющее создавать неограниченные слои данных, редактировать и настраивать формы ввода, установленное на мобильных цифровые устройства (смартфоны) под управлением операционной системы Android. Предварительно в приложении NextGIS Formbuilder (редактор форм для NextGIS Mobile) были созданы формы в соответствии с потребностями планируемых обследований, содержащие следующие поля (рис. 1):

- наименование обследования;

- географические координаты места проведения обследования (долгота/широта, в десятичном формате – фиксируется автоматически);
- текущие дата и время (по Гринвичу – фиксируется автоматически);
- фаза развития культуры (для выбора из заданного перечня нужного значения используется инструмент «радиокнопка»);
- сорт (редактируемое текстовое поле);
- перечень патогенов, являющихся предметом обследования (каждому патогену соответствует редактируемое текстовое поле с возможностью указания только числовых значений);
- кнопка «фото» (позволяет сделать снимки с использованием камеры смартфона).



а)



б)

Рис. 1. Вид рабочей области приложения NextGIS Formbuilder при создании формы для обследования посевов озимой пшеницы: а) часть 1; б) часть 2

Fig. 1. View of the NextGIS Formbuilder application workspace when creating a form for studying winter wheat crops: а) part 1; б) part 2

– Использование такой формы позволяет заполнить карточку учета исчерпывающими сведениями в максимально короткое время с наименьшими затратами. После заполнения и завершения редактирования учетная карточка сохраняется в мобильном устройстве, а при наличии GSM-связи синхронизирует-

ся с базой пространственных данных, хранящейся на облачном сервисе nextgis.com и позволяющей управлять ими через веб-интерфейс. На рисунке 2 представлен скриншот экранной формы веб-интерфейса приложения NextGIS Web с отображением мест проведения обследований посевов озимой пшеницы и ячменя.

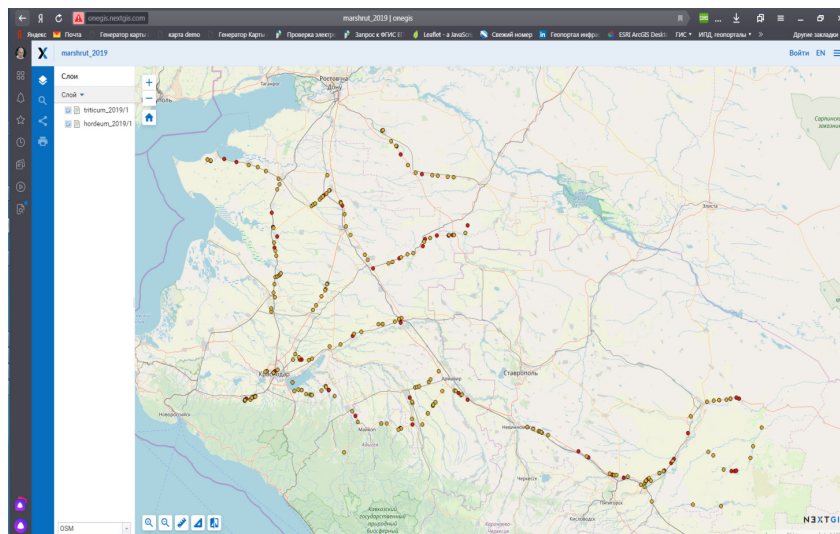


Рис. 2. Экранная форма веб-интерфейса приложения NextGIS Web с отображением мест проведения обследований

Fig. 2. Screen form of the web-based interface of NextGIS Web application with display of the paces of study

Таким образом, доступ к результатам маршрутных обследований может быть получен в режиме реального времени при помощи стационарного или мобильного цифрового устройства в любом месте при наличии доступа к сети Интернет. Вся атрибутивная информация, содержащаяся в геоинформационном слое, отображается по клику на соответствующем пространственном объекте в мобильном, настольном или облачном приложении.

Так, по месту нахождения института в отношении обследуемых объектов (мест обследования) в ре-

жиме реального времени были получены сведения, собранные сотрудниками лаборатории при проведении маршрутных фитосанитарных обследований, путем заполнения вышеуказанной формы мобильного приложения NextGIS Mobile: дата и время обследования, фаза развития культуры, сорт, степень поражения патогенами. Также существует возможность просмотреть фотографический снимок, полученный при проведении обследования (при наличии). Пример отображения атрибутивной информации пространственного объекта представлен на рисунке 3.

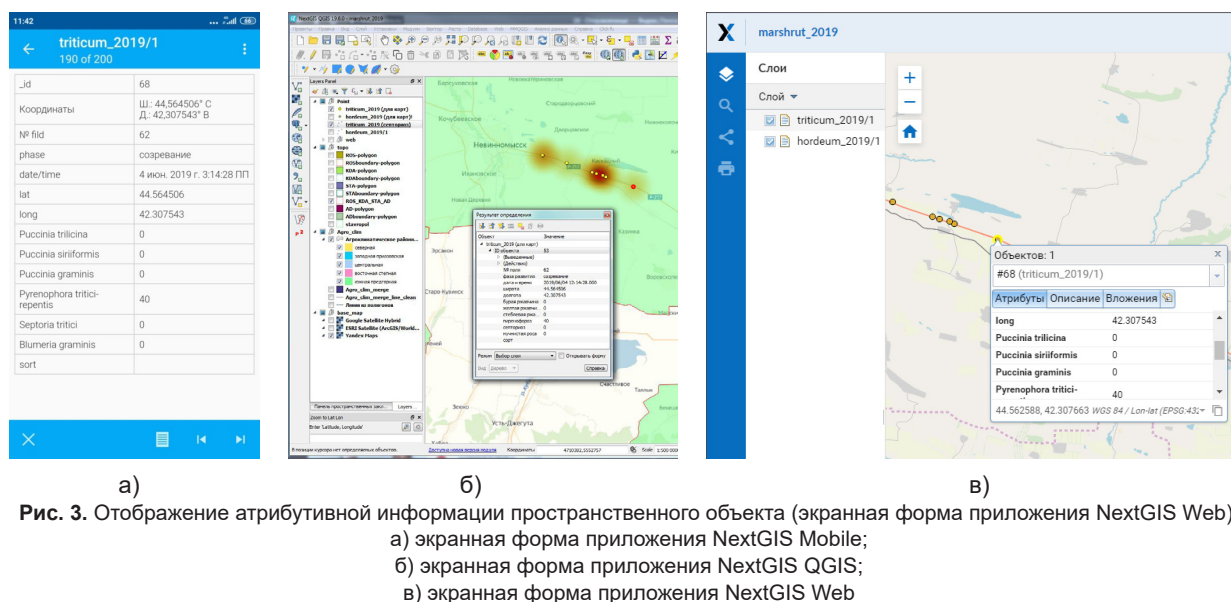


Fig. 3. Display of the attributive information of a spatial object (screen form of the NextGIS Web application):

- a) screen form of the NextGIS Mobile application;  
b) screen form of the NextGIS QGIS application;  
c) screen form of the NextGIS Web application

В результате проведенных фитосанитарных обследований все данные по развитию и распространению основных болезней на пшенице и ячмене были собраны в виде геоинформационных слоев отдельно по каждой культуре.

На промежуточных этапах проведения обследований с целью визуализации оперативных данных мониторинга, а также по окончании сбора сведений о фитосанитарном состоянии посевов на основе содержащихся в облачном сервисе данных проведен пространственный анализ и подготовлены тематические картографические материалы с использованием полнофункциональной настольной геоинформационной системы NextGIS QGIS.

В качестве примера на рисунке 4 отображена рабочая область приложения NextGIS QGIS при создании тематической карты распространения желтой пятнистости листьев (*P. tritici-repentis*) методом «тепловой карты» на территориях субъектов РФ (Краснодарский край, Ставропольский край и Ростовская область).

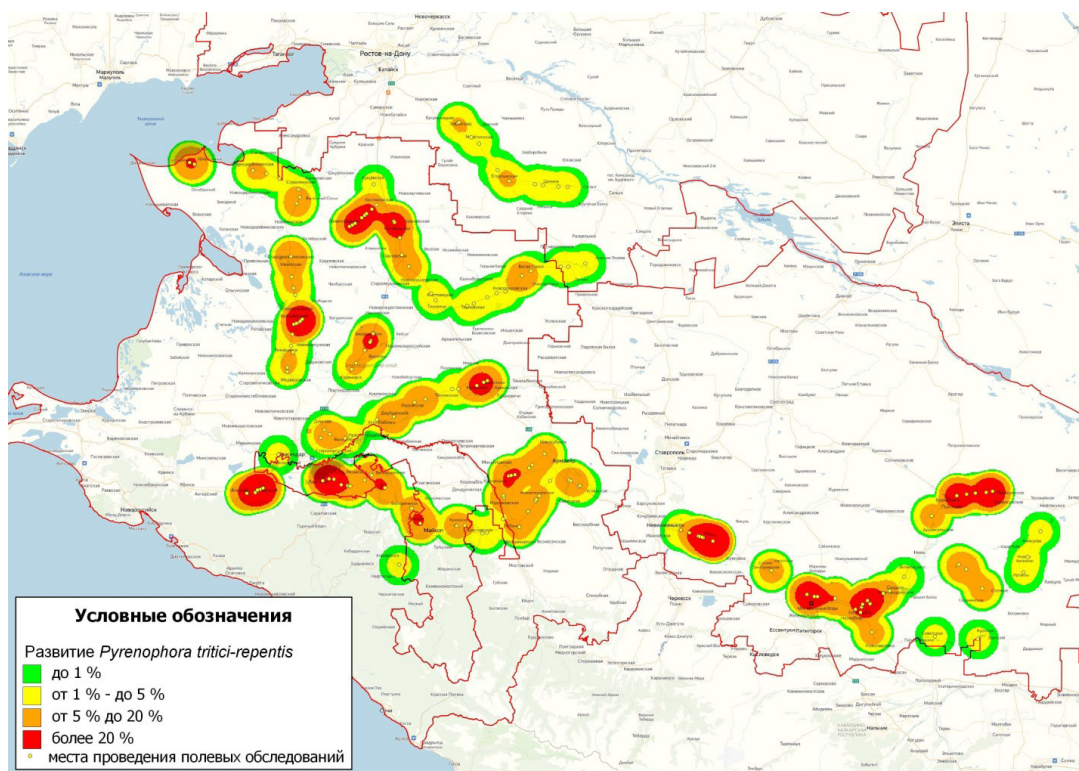
На данной карте выявленные очаги заражения посевов пиренофорозом обозначены красным цветом (развитие болезни превышало 20%). В качестве подложки использована картографическая основа OpenStreetMap. Дополнительно на карте отображены следующие тематические слои: места проведения фитосанитарных обследований, границы субъектов РФ.

**Выводы.** Применение геоинформационных технологий с использованием мобильных устройств позволяет проводить фитосанитарные обследования на значительно более высоком технологическом уровне по сравнению с традиционными методами, упрощает и сокращает затраты на обработку и анализ полученных сведений. Фактически электронная база фитосанитарных данных формируется во время проведения самих обследований.

При этом процесс создания тематических карт развития и распространения основных возбудителей пшеницы и ячменя (бурой, желтой, стеблевой ржавчин пшеницы, карликовой ржавчины ячменя, желтой пятнистости, септориоза, мучнистой росы, сетчатого гельминтоспориоза) в настольном приложении (NextGIS QGIS) не требует дополнительных усилий для предварительной подготовки исходных данных, так как все необходимые данные, уже собранные посредством мобильного приложения (NextGIS Mobile) при проведении обследований, могут быть импортированы напрямую из облачного хранилища (NextGIS Web).

Собранные таким образом многолетние данные фитосанитарных обследований позволят проводить временный анализ пространственного распространения патогенов на обследуемой территории.

Исследования выполнены согласно государственному заданию № 075-00376-19-00 Министерства науки и высшего образования РФ в рамках НИР по теме № 0686-2019-0012.



**Рис. 4.** Карта развития и распространения *P. tritici-repentis* в южном регионе России (Краснодарский и Ставропольский края, Ростовская область, 2019)

**Fig. 4.** The map of the development and distribution of *P. tritici-repentis* in the southern region of Russia (Krasnodar and Stavropol Territories, Rostov Region, 2019)

#### Библиографические ссылки

1. Барсаева Д. Х. Использование геоинформационных технологий в сельском хозяйстве // Роль инноваций в трансформации современной науки: сб. статей Всерос. науч.-практ. конференции. 2019. С. 88–92.
2. Волкова Г. В., Астапчук И. Л. Распространение *Pyrenophora teres* на посевах ячменя в Северо-Кавказском регионе // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2(62). С. 63–68. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-63-68.
3. Волкова Г. В., Кремнева О. Ю., Шумилов Ю. В., Синяк Е. В., Ваганова О. Ф., Сегеда Е. С., Марченко Д. М., Самофалова Н. Е., Скрипка О. В., Дерова Т. Г. Характеристика сортов и линий озимой пшеницы селекции ВНИИЗК им. И. Г. Калининко по устойчивости к комплексу возбудителей экономически значимых болезней // Зерновое хозяйство России. 2016. № 1. С. 27–32.
4. Кадочников А. А. Разработка программно-технологической платформы для комплекса оперативной обработки спутниковых данных // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2019. Т. 25, № 1. С. 388–397. DOI: 10.35595/2414-9179-2019-1-25-388-397.
5. Кирилова О. В., Чуба А. Ю. Эффект использования спутниковых навигационных систем и ГИС-технологий в сельском хозяйстве // Сельский механизатор. 2018. № 12. С. 2–3.
6. Санин С. С., Назарова Л. Н. Фитосанитарная обстановка на посевах пшеницы в Российской Федерации (1991–2008 гг.) // Защита и карантин растений. Аналитический обзор. 2010. № 2. 20 с.
7. Kamelkhan G., Julamanov T. D., Abayeva K. T., Janteliyev D. T. Improving rational use of agricultural lands by applying technology of geographic informational systems of the enbekshikazakhstan area of the almaty region (Kazakhstan). 2017. Vol. 38, no. 33. P. 34.
8. Kokhmetova A., Atishova M., Sapakhova Z., Kremneva O. Y., Volkova G. V. Evaluation of wheat cultivars growing in Kazakhstan and Russia for resistance to tan spot // Journal of Plant Pathology. 2017. Vol. 99, no. 1. Pp. 161–167. DOI: 10.4454/jpp.v99i1.3812.
9. Ovchinnikov A. S., Litvinov E. A., Fomin S. D., Vorob'eva O. M., Rulev A. S., Kochkar M. M. Remote cartographic assessment of the erosion condition of agrolandscapes // Journal of Forest Science. 2017. Vol. 63, no. 11. Pp. 485–489. DOI: 10.17221/71/2016-JFS.
10. Sharma R., Kamble S. S., Gunasekaran A. Big GIS analytics framework for agriculture supply chains: a literature review identifying the current trends and future perspectives // Computers and Electronics in Agriculture. 2018. Vol. 155. Pp. 103–120. DOI: 10.1016/j.compag.2018.10.001.

#### References

1. Barsaeva D. H. Ispol'zovanie geoinformatsionnykh tekhnologiy v sel'skom hozyajstve [The use of geo-information technologies in agriculture] // Rol' innovatsiy v transformatsii sovremennoy nauki: sb. statej Vseros. nauch.-prakt. konferentsii. 2019. S. 88–92.
2. Volkova G. V., Astapchuk I. L. Rasprostraneniye *Pyrenophora teres* na posevakh yachmenya v Severo-Kavkazskom regione [Distribution of *Pyrenophora teres* on barley crops in the North Caucasus region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 2(62). S. 63–68. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-63-68.

3. Volkova G. V., Kremneva O. Yu., Shumilov Yu. V., Sinyak E. V., Vaganova O. F., Segeda E. S., Marchenko D. M., Samofalova N. E., Skripka O. V., Derova T. G. Harakteristika sortov i linij ozimoy pshenicy selekcii VNIIZK im. I. G. Kalinenko po ustojchivosti k kompleksu vozbuditelej ekonomicheskij znachimyh boleznej [Characteristics of winter wheat varieties and lines developed in the ARRIGC named after I. G. Kalinenko on resistance to a complex of pathogens of economically significant diseases] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2016. № 1. S. 27–32.
4. Kadochnikov A. A. Razrabotka programmno-tehnologicheskoy platformy dlya kompleksa operativnoj obrabotki sputnikovyyh dannyh [Development of a software platform for a complex of operational processing of satellite data] // *InterKarto. InterGIS*. 2019. T. 25, № 1. S. 388–397. DOI: 10.35595/2414-9179-2019-1-25-388-397.
5. Kirilova O. V., Chuba A. Yu. Effekt ispol'zovaniya sputnikovyyh navigacionnyh sistem i GIS-tehnologij v sel'skom hozyajstve [The effect of satellite navigation systems and GIS technologies' use in agriculture] // *Sel'skij mekhanizator*. 2018. № 12. S. 2–3.
6. Sanin S. S., Nazarova L. N. Fitosanitarnaya obstanovka na posevah pshenicy v Rossijskoj Federacii (1991–2008 gg.) [Phytosanitary situation on wheat sowings in the Russian Federation (1991–2008)] // *Zashchita i karantin rastenij. Analiticheskij obzor*. 2010. № 2. 20 s.
7. Kamelkhan G., Julamanov T. D., Abayeva K. T., Janteliyev D. T. Improving rational use of agricultural lands by applying technology of geographic informational systems of the enbekshikazakhskiy area of the almaty region (Kazakhstan). 2017. Vol. 38, no. 33. P. 34.
8. Kokhmetova A., Atishova M., Sapakhova Z., Kremneva O. Y., Volkova G. V. Evaluation of wheat cultivars growing in Kazakhstan and Russia for resistance to tan spot // *Journal of Plant Pathology*. 2017. Vol. 99, no. 1. Pp. 161–167. DOI: 10.4454/jpp.v99i1.3812.
9. Ovchinnikov A. S., Litvinov E. A., Fomin S. D., Vorob'eva O. M., Rulev A. S., Kochkar M. M. Remote cartographic assessment of the erosion condition of agrolandscapes // *Journal of Forest Science*. 2017. Vol. 63, no. 11. Pp. 485–489. DOI: 10.17221/71/2016-JFS.
10. Sharma R., Kamble S. S., Gunasekaran A. Big GIS analytics framework for agriculture supply chains: a literature review identifying the current trends and future perspectives // *Computers and Electronics in Agriculture*. 2018. Vol. 155. Pp. 103–120. DOI: 10.1016/j.compag.2018.10.001.

Поступила: 02.03.20; принята к публикации: 13.05.20.

**Критерии авторства.** Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Авторский вклад.** Кремнева О. Ю. – концептуализация исследования; Костенко И. А. – подготовка опыта; Данилов Р. Ю., Пачкин А. А., Пономарев А. В., Ким Ю. С. – выполнение полевых опытов и сбор данных; Костенко И. А. – анализ данных и их интерпретация; Кремнева О. Ю. – подготовка рукописи.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**

УДК 633.11 «324»:632.26(470.44)

## ЖЕЛТАЯ ПЯТНИСТОСТЬ ЛИСТЬЕВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**Э. А. Конькова**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета растений к болезням, ORCID ID: 0000-0001-8607-2301;

**С. В. Лящева**, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. селекционным центром, ORCID ID: 0000-0002-6790-0770

ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»,  
410010, г. Саратов, ул. Тулайкова, 7

Целью данной работы являлось изучение развития пиренофороза – возбудителя желтой пятнистости листьев пшеницы – *Pyrenophora tritici-repentis* (Died) Drechsler на озимой мягкой пшенице в условиях Саратовской области России. В 2018–2019 гг. в полевых условиях была проведена оценка устойчивости 33 образцов озимой мягкой пшеницы к возбудителю желтой пятнистости листьев. Установлено, что высоким уровнем устойчивости в полевых условиях характеризовались сорта Гостинанум 237 и Левобережная 1. Выявлены слабовосприимчивые сорта Виктория 95, Губерния, Мироновская 808, Донская безостая, Смуглянка, Калач 60, 111-96 / Жемчужина Поволжья, Л 329 / Урожайная, Губерния / Жемчужина Поволжья, Саратовская 90 / Украина, Л 503 / М Freeman, 81-93 / (Саратовская 11 / Харьковская 82). Отмечено умеренное поражение у сортов Лютенсенс 230, Саратовская 80, Саратовская 90 / 14431 М, Созвездие, Анастасия, Саратовская 8 / Юбилар. К группе восприимчивых относились сорта Жемчужина Поволжья, Саратовская 17, Эльвира, Саратовская 8 / Б.З.Д., (26-72 / Н 49)/(Л 15 / Риа) / Саратовская 8), Саратовская 8 / Юбилар, Л 503 / М Freeman, 30-99 / (Саратовская 11 / Харьковская 82), Шарада / Л 31-98, 346-06 / Л 1334-5, Саратовская 90, Л 329 / Саратовская юбилейная, Исток/(Саратовская 90 / Л 503), Бригантина / Дон 74. Выявлено, что доля устойчивых образцов озимой мягкой пшеницы к пиренофорузу составила 42% от общего количества изученных сортообразцов. Изучена динамика развития *P. tritici-repentis* на сорте озимой мягкой пшеницы Саратовская 90. Выяснено, что на степень поражения озимой мягкой пшеницы сорта Саратовская 90 влияет удаленность посевов от очага инфекции.

**Ключевые слова:** пшеница, пиренофороз, поражение, вредоносность, сорт, устойчивость.

**Для цитирования:** Конькова Э. А., Лящева С. В. Желтая пятнистость листьев озимой мягкой пшеницы в Саратовской области // Зерновое хозяйство России. 2020. № 3(69). С. 67–71. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-69-3-67-71



## YELLOW LEAF SPOT OF WINTER BREAD WHEAT IN THE SARATOV REGION

**E. A. Konkova**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for plant immunity to diseases, ORCID ID: 0000-0001-8607-2301;

**S. V. Lyashcheva**, Candidate of Agricultural Sciences, head of the Breeding Center, ORCID ID: 0000-0002-6790-0770

FSBRI "RIA of the South-East",  
410010, Saratov, Tulaykov Str., 7

The purpose of the current work was to study the development of tan spot, the causative agent of yellow leaf spot *Pyrenophora tritici-repentis* (Died) Drechsler on winter bread wheat in the conditions of the Saratov region of Russia. In 2018–2019 there was carried out an estimation of the resistance of 33 winter bread wheat samples to the causative agent of yellow leaf spot. It was established that the varieties "Gostianum 237" and "Levoberezhnaya 1" were characterized by a high level of resistance in the fields. There were identified such weak susceptible varieties as "Victoria 95", "Gubernia", "Mironovskaya 808", "Donskaya bezostaya", "Smuglyanka", "Kalach 60", "111-96 / Zhemchuzhina Povolzhiya", "L 329 / Urozhaynaya", "Gubernia / Zhemchuzhina Povolzhiya", "Saratovskaya 90 / Ukraina", "L 503 / M Freeman", "81-93 / (Saratovskaya 11 / Kharkov 82)". There was identified a moderate damage in the varieties "Lutenscens 230", "Saratovskaya 80", "Saratovskaya 90 / 14431 M", "Sozvesdie", "Anastasia", "Saratovskaya 8 / Yubilyar". The varieties "Zhemchuzhina Povolzhiya", "Saratovskaya 17", "Elvira", "Saratovskaya 8 / B.Z.D.", "(26-72 / N 49)/(L 15 / Pia)/Sar. 8)", "Saratovskaya 8 / Yubilyar", "L 503 / M Freeman", "30-99/(Saratovskaya 11 / Kharkovskaya 82)", "Sharada / L 31-98", "346-06 / L 1334-5", "Saratovskaya 90", "L 329 / Saratovskaya ubileynaya", "Istok/(Saratovskaya 90 / L 503)", "Brigantina / Don 74" were found susceptible to the pathogen. It was identified that the proportion of winter soft wheat samples resistant to *Pyrenophora tritici-repentis* was 42% of the total number of varieties studied. There was studied dynamics of *Pyrenophora tritici-repentis* development in the winter soft wheat variety "Saratovskaya 90". It was found out that the damage degree of the winter bread wheat variety "Saratovskaya 90" greatly depended upon the remoteness of the sowings from the source of infection.

**Keywords:** wheat, yellow leaf spot, damage, harmfulness, variety, resistance, tolerance.

**Введение.** Желтая пятнистость листьев, или пиренофороз, – вредоносное заболевание пшеницы. Возбудитель заболевания – *Pyrenophora tritici-repentis* (Died) Drechsler.

Пиренофороз пшеницы – потенциально опасное заболевание, широко распространенное на Северном Кавказе – в Краснодарском и Ставропольских краях, Ростовской области и Республике Адыгея (Волкова и др., 2012); в Южном Зауралье (Евсеев, 2013); Калининградской области (Григорович, 2008); в зоне Нижнего Поволжья (Маркелова и Иванова, 2012; Маркелова и др., 2014), а также в западно-азиатских регионах России (Gulyaeva et al., 2018)

и Казахстане (Gulyaeva et al., 2018; Кохметова и др., 2018).

Одной из причин интенсивного распространения пиренофороза практически по всей территории России является щадящая обработка почвы, широко применяемая в настоящее время в сельскохозяйственной практике (Михайлова и др., 2015).

По теории В. В. Евсеева (2013), причиной развития пиренофороза в Южном Зауралье могли быть существенные изменения экологической обстановки, связанные с неграмотным и неумеренным использованием химических средств защиты растений. Преобразование ландшафтов под влиянием антропогенно-

го фактора повлекло за собой формирование очагов, возникших в результате хозяйственной деятельности человека. Популяция возбудителя мигрировала с дикорастущих злаков на культурные. Таким образом, в условиях расширения посевных площадей под яровой пшеницей происходил процесс адаптации возбудителя к агроценозам.

Согласно литературным данным (Hosford, 1982; Хасанов, 1988; Волкова и др., 2012;), источником инфекции для заражения всходов озимой пшеницы могут быть инфицированные семена, послеуборочные остатки культуры предыдущего вегетационного сезона, пораженные растения самосева и дикорастущие злаки, восприимчивые к этому заболеванию.

Первичные симптомы заболевания проявляются на посевах пшеницы в фазу кущения – начала выхода в трубку в виде мелких (1,0–1,2 мм) желтых или желто-коричневых пятен, как правило, окруженных желтым ореолом. По мере развития пятна увеличиваются, сливаются, желтеют и отмирают. Разрастание пятен происходит вдоль листовых пластинки (Волкова и др., 2012; Михайлова и др., 2012).

Вредоносность заболевания заключается в уменьшении ассимиляционной поверхности, возрастании транспирации, уменьшении накопления органического вещества, поражении всех надземных органов растений, а также в потере качества зерна из-за формирования невыполненного зерна (Кохметова и др., 2018).

По мнению ряда авторов (Кремнева и Волкова, 2007; Маркелова и др., 2010), важное место в интегрированной защите пшеницы занимают устойчивые сорта. Чтобы расширить их генетическое разнообразие, необходимы постоянный поиск надежных источников устойчивости и изучение изменчивости популяций фитопатогенных грибов.

В связи с широким распространением и усилением вредоносности пиренофороза пшеницы в условиях Нижнего Поволжья (Маркелова и др., 2010; Маркелова и Иванова, 2012) исследования, направленные на изучение развития патогена, его вредоносности, динамики популяции *Pyrenophora tritici-repentis*, а также защиты пшеницы от данного заболевания, являются актуальными.

Цель исследований – изучить особенности развития пиренофороза озимой мягкой пшеницы в условиях Саратовской области (Нижнее Поволжье РФ) и выявить резистентные образцы озимой пшеницы к данному заболеванию для дальнейшей селекции на устойчивость.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили на полях селекционного севооборота ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» (г. Саратов). Почвы – южные черноземы. Предшественник – черный пар. Образцы высевали в оптимальные сроки сеялкой ССФК-7 на делянках площадью 20 м<sup>2</sup> в четырехкратной повторности, расположение делянок – рандомизированное. Норма высева семян соответствовала зональным требованиям.

Материалом исследований являлись сорта и перспективные линии озимой мягкой пшеницы саратовской селекции, а также Мироновская 808 (Украина), Донская безостая (Россия, Ростовская обл.).

Основными показателями фитосанитарного состояния посевов служили распространенность и интенсивность развития болезни. Для определения интенсивности развития болезни использовали шкалу Saari и Prescott (Бабаянц и Слюсаренко, 1988). Этот показатель оценивали по площади пораженной поверхности органов, покрытых пятнами. Оценку образцов проводили на естественном инфекционном фоне. Эпифитотии пиренофороза наблюдались в оба

года исследований. В 2018 г. в Саратовской области эпифитотию оценивали как среднюю (поражение растений пшеницы достигало 30–40%), а в 2019 г. – как сильную (поражение достигало 80%).

Результаты и их обсуждение. Несмотря на то, что данные литературы (Кремнева и Волкова, 2011; Волкова и др., 2012) указывают на то, что прогрессированию болезни способствуют периодическое выпадение осадков и достаточное количество солнечного света, в наших исследованиях была выявлена иная ситуация. Вегетационные периоды 2018–2019 гг. в условиях Саратовской области характеризовались как засушливые. Количество выпавших осадков было минимальным. Но, несмотря на эти неблагоприятные для данного патогена факторы, поражение восприимчивых сортов в пик развития желтой пятнистости, который приходится на фазу молочно-восковой спелости зерна, достигало 80%.

Маршрутные обследования, проведенные в 2018–2019 гг. в различных почвенно-климатических зонах Саратовской области (работы по изучению развития и распространения пиренофороза проводили в правобережных районах области – Красноармейском, Лысогорском, Романовском, а также в Левобережье – Энгельсском, Перелюбском, Пугачевском районах), выявили очаги распространения пиренофороза на озимой и яровой пшенице в основных агроклиматических зонах. Предполагаемой причиной массового распространения пиренофороза в Саратовской области является часто практикуемая в регионе минимальная обработка почвы, вследствие которой растительные остатки остаются на поверхности почвы и становятся источником инфекции для заражения всходов озимой пшеницы.

Поиск устойчивых образцов к пиренофорозу был осуществлен среди коллекции сортообразцов озимой пшеницы, основанной на реакции к поражению возбудителем *P. tritici-repentis* (табл. 1).

Наибольший интерес представляют образцы озимой мягкой пшеницы Гостинану 237 и Левобережная 1, которые показали высокую устойчивость (1 балл) к *P. tritici-repentis*. Также устойчивыми (2–3 балла) оказались образцы: Виктория 95, Губерния, Мироновская 808, Донская безостая, Смуглянка, Калач 60, 111-96 / Жемчужина Поволжья, Л 329 / Урожайная, Губерния / Жемчужина Поволжья, Саратовская 90 / Украина, Л 503 / М Freeman, 81-93 / (Саратовская 11 / Харьковская 82).

Умеренная степень восприимчивости к *P. tritici-repentis* была отмечена у образцов: Лютенсенс 230, Саратовская 80, Саратовская 90 / 14431 М, Созвездие, Анастасия, Саратовская 8 / Юбиляр.

Восприимчивость к *P. tritici-repentis* была обнаружена у следующих образцов: Жемчужина Поволжья, Саратовская 17, Эльвира, Саратовская 8 / Б.З.Д., (26-72 / Н 49) / (Л 15 / Pia) / Саратовская 8, Саратовская 8 / Юбиляр, Л 503 / М Freeman, 30-99 / (Саратовская 11 / Харьковская 82), Шарада / Л 31-98, 346-06 / Л 1334-5, Саратовская 90, Л 329 / Саратовская юбилейная, Исток / (Саратовская 90 / Л 503), Бригантина / Дон 74.

В целом доля устойчивых образцов озимой мягкой пшеницы к пиренофорозу была достаточно высокой и составила 42% от общего количества изученных сортообразцов.

Динамику развития желтой пятнистости листьев на озимой мягкой пшенице изучали на сорте Саратовская 90, предшественником которой был чистый пар. Источником инфекции являлось соседнее поле с незапаханными растительными остатками, сильно пораженными пиренофорозом.

Примером послужили наблюдения Г. В. Волковой с соавторами (2012), в результате которых было изучено влияние распространения инфекционного начала в зависимости от удаления от очага инфекции.

**1. Оценка устойчивости сортов озимой мягкой пшеницы к *Pyrenophora tritici-repentis* (2018–2019 гг.)**  
**1. Estimation of winter bread wheat resistance to *Pyrenophora tritici-repentis* (2018–2019)**

| Степень поражения | Балл | Характер проявления симптомов болезни                                                                                                                                         | Сортообразцы                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   | 0    | Инфекция отсутствует                                                                                                                                                          | –                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Слабое            | 1    | Единичные локальные поражения только на самых нижних листьях                                                                                                                  | Гостианум 237, Левобережная 1                                                                                                                                                                                                                                              |
|                   | 2–3  | Слабая инфекция на нижней трети растения, нижние листья поражены умеренно                                                                                                     | Виктория 95<br>Губерния<br>Мироновская 808<br>Донская безостая<br>Смуглянка<br>Калач 60<br>111-96 / Жемчужина Поволжья<br>Л 329 / Урожайная<br>Губерния / Жемчужина Поволжья<br>Саратовская 90 / Украина<br>Л 503 / М Freeman<br>81-93 / (Саратовская 11 / Харьковская 82) |
| Среднее           | 4    | Умеренная инфекция нижних листьев с рассеянной незначительной инфекцией, захватывающей листья, расположенные сразу же ниже середины растения                                  | –                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                   | 5    | Значительная инфекция на нижней трети растения, умеренная на средних листьях, незначительная рассеянная инфекция на листьях, расположенных выше середины растения             | Лютенсенс 230<br>Саратовская 80<br>Саратовская 90 / 14431 М<br>Созвездие<br>Анастасия<br>Саратовская 8 / Юбилар                                                                                                                                                            |
|                   | 6    | –                                                                                                                                                                             | –                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Сильное           | 7    | Значительное поражение нижних и средних листьев с инфекцией, наблюдаемой на всех остальных листьях, расположенных ниже флагового листа, со следами инфекции на флаговом листе | Жемчужина Поволжья<br>Саратовская 17<br>Эльвира<br>Саратовская 8 / Линия Б.З.Д.<br>(26-72 / Н 49)/(Л 15 / Pia) / Саратовская 8)<br>Саратовская 8 / Юбилар<br>Л 503 / М Freeman<br>30-99 / (Саратовская 11 / Харьковская 82)<br>Шарада / Л 31-98<br>346-06 / Л 1334-5       |
|                   | 8    | Значительное поражение нижних и средних листьев, умеренная инфекция до сильной в верхней трети растения со слабой инфекцией флагового листа                                   | Саратовская 90<br>Л 329 / Саратовская Юбилейная<br>Исток / (Саратовская 90/ Л 503)<br>Бригантина / Дон 74                                                                                                                                                                  |
|                   | 9    | Значительное поражение всех листьев и колоса                                                                                                                                  | –                                                                                                                                                                                                                                                                          |

В ходе исследований были выделены участки озимой мягкой пшеницы сорта Саратовская 90 с разными сроками первичного проявления симптомов пиренофороза в зависимости от удаления от источника инфекции: I вариант – участок, наиболее ближе расположенный к очагу инфекции (первые симптомы заболевания проявились уже в фазу выхода в трубку);

II вариант – участок, занимающий среднее расположение от очага инфекции по сравнению с I вариантом и контролем (первые симптомы проявились в фазу цветения); контроль – наиболее удаленный от очага инфекции участок (первые симптомы проявились в фазу налива зерна) (табл. 2).

**2. Динамика развития *Pyrenophora tritici-repentis* на озимой мягкой пшенице сорта Саратовская 90 (2019 г.)**  
**2. Dynamics of *Pyrenophora tritici-repentis* development on the winter bread wheat variety "Saratovskaya 90" (2019)**

| Фаза развития     | Флаговый лист (7-й) | 6-й лист | 5-й лист | 4-й лист | 3-й лист | 2-й лист | Средняя пораженность, % |
|-------------------|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------------------|
| I вариант         |                     |          |          |          |          |          |                         |
| Выход в трубку    | 0                   | 0        | 0        | 0        | 5        | 5        | 2                       |
| Колошение         | 0                   | 10       | 20       | 20       | 25       | 25       | 20                      |
| Цветение          | 20                  | 25       | 35       | 50       | 50       | 70       | 50                      |
| Молочная спелость | 45                  | 45       | 60       | 75       | 75       | 80       | 76                      |
| II вариант        |                     |          |          |          |          |          |                         |
| Цветение          | 0                   | 10       | 10       | 15       | 15       | 20       | 14                      |
| Молочная спелость | 10                  | 10       | 15       | 20       | 25       | 25       | 21                      |
| Контроль          |                     |          |          |          |          |          |                         |
| Налив зерна       | 0                   | 0        | 5        | 5        | 10       | 10       | 6                       |
| Молочная спелость | 0                   | 0        | 5        | 10       | 10       | 10       | 7                       |

В I варианте первые симптомы поражения пшеницы пиренофорозом были зафиксированы в фазу выхода в трубку, а к концу вегетации доля поражения на данном участке достигала 80%. Во II варианте первые симптомы пиренофороза были отмечены в фазу цветения; среднее поражение в этом варианте составило 21%. На контрольном участке болезнь проявилась в фазу налива зерна и составила в среднем 6%.

Во всех вариантах интенсивность поражения желтой пятнистостью увеличивалась по мере роста растений.

Таким образом, в I варианте, то есть на участке, который располагался ближе к очагу инфекции, поражение пиренофорозом было зафиксировано уже в фазу выхода в трубку. По мере удаления от очага инфекции сроки первичного поражения пиренофорозом сдвигались.

Полученные данные свидетельствуют о том, что на степень поражения озимой мягкой пшеницы сорта Саратовская 90 пиренофорозом влияет удаленность от очага инфекции.

**Выводы.** Несмотря на то, что пиренофороз – опасное вредоносное заболевание пшеницы, в Ниж-

невожском регионе по-прежнему недостаточно сведений об устойчивости к данному заболеванию сортов пшеницы, возделываемых в регионе. Предложенные результаты исследований являются актуальными и направлены на поиск устойчивых образцов пшеницы к пиренофорозу. Для расширения генетического разнообразия по устойчивости к *P. tritici-repentis* в селекцию озимой мягкой пшеницы в условиях Саратовской области необходимо привлечь новые эффективные доноры устойчивости, а также исходный материал с высокой степенью устойчивости к *P. tritici-repentis* (Гостианум 237, Левобережная 1) и устойчивые сорта (Виктория 95, Губерния, Мироновская 808, Донская безостая, Смуглянка, Калач 60, 111-96 / Жемчужина Поволжья, Л 329 / Урожайная, Губерния / Жемчужина Поволжья, Саратовская 90 / Украина, Л 503 / М Freeman, 81-93 / (Саратовская 11 / Харьковская 82). В настоящее время продолжают исследования по изучению возбудителя желтой пятнистости листьев пшеницы в Саратовской области.

Благодарим. Выражаем благодарность доктору биологических наук С. Н. Сибикееву за ценные советы по оформлению данной статьи.

#### Библиографические ссылки

1. Бабаянц Л. Т., Слюсаренко А. Н. Пути изучения типов устойчивости пшеницы к ржавчинам // Сельскохозяйственная биология. 1988. № 3. С. 116–119.
2. Волкова Г. В., Кремнева О. Ю., Андропова О. Е., Надикта В. Д. Желтая пятнистость листьев пшеницы. Краснодар, 2012. 107 с.
3. Григорович Л. М. Желтая пятнистость озимой пшеницы (*Pyrenophora tritici-repentis*) в Калининградской области // Известия КГТУ. 2008. № 13. С. 19–22.
4. Евсеев В. В. Желтая пятнистость злаков в лесостепи Южного Зауралья // Вестник Курганского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2013. № 3(30). С. 117–120.
5. Кохметова А. М., Али С., Сапахова З., Атишова М. Н. Идентификация генотипов-носителей устойчивости к токсинам пиренофороза Ptr ToxA Ptr ToxB *Pyrenophora tritici-repentis* в коллекции мягкой пшеницы // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. № 22(8). С. 978–986. DOI: 10.18699/VJ18/440.
6. Кремнева О. Ю., Волкова Г. В. Желтая пятнистость листьев на Северном Кавказе // Защита и карантин растений. 2011. № 10. С. 37–39.
7. Кремнева О. Ю., Волкова Г. В. Пиренофороз – опасное заболевание пшеницы // Защита и карантин растений. 2007. № 6. С. 45–46.
8. Маркелова Т. С., Кириллова Т. В., Анисеева Н. В., Иванова О. В. Диагностика возбудителей листовых пятнистостей и черни колоса пшеницы и особенности их развития в Поволжье // Аграрный вестник Юго-Востока. 2010. № 1(4). С. 38–39.
9. Маркелова Т. С., Нарыжкина Е. А., Баукунова Э. А., Иванова О. В., Салмова М. Ф. Мониторинг особо опасных грибных и вирусных болезней пшеницы в Нижнем Поволжье // Вестник защиты растений. 2014. № 1. С. 64–67.
10. Маркелова Т. С., Иванова О. А. Устойчивость образцов яровой и озимой пшеницы к желтой пятнистости листьев в условиях Нижнего Поволжья // Сельскохозяйственная биология. 2012. № 3. С. 118–121.
11. Михайлова Л. А., Коваленко Н. М., Мироненко Н. В., Россеева Л. П. Популяции *Pyrenophora tritici-repentis* на территории России // Микология и фитопатология. 2015. Т. 49, вып. 4. С. 257–261.
12. Хасанов Б. В. Желтая пятнистость листьев злаков, вызываемая *Pyrenophora tritici-repentis* // Микология и фитопатология. 1988. Т. 22, вып. 1. С. 78–84.
13. Gulyaeva E. I., Kovalenko N. M., Shamanin V. P., Tyunin V. A., Shreyder E. R., Shaydayuk E. L., Morgunov A. I. Population structure of leaf pathogens of common spring wheat in the West Asian regions of Russia and North Kazakhstan in 2017 // Вавиловский журнал генетики и селекции 2018. No. 22(3). Pp. 363–369. DOI: 10.18699/VJ18.372.
14. Hosford R. M. Tan spot // Tan spot of wheat and related diseases workshop. Fargo: North Dakota State University. 1982. 116 p.

#### References

1. Babayanc L. T., Sliusarenko A. N. Puti izucheniya tipov ustojchivosti pshenicy k rzhavchinam [The ways to study the types of wheat rust resistance] // Sel'skhozaystvennaya biologiya. 1988. № 3. S. 116–119.
2. Volkova G. V., Kremneva O. Yu., Andronova O. E., Nadykta V. D. Zheltaya pyatnistost' list'ev pshenicy [Yellow leaf spot of wheat leaves]. Krasnodar, 2012. 107 s.
3. Grigorovich L. M. Zheltaya pyatnistost' ozimoy pshenicy (*Pyrenophora tritici-repentis*) v Kaliningradskoj oblasti [Yellow leaf spot of winter wheat (*Pyrenophora tritici-repentis*) in the Kaliningrad region] // Izvestiya KGTU. 2008. № 13. S. 19–22.
4. Evseev V. V. Zheltaya pyatnistost' zlakov v lesostepi Yuzhnogo Zaural'ya [Yellow leaf spot of grain crops in the forest-steppe of the Southern Trans-Urals] // Vestnik Kurganskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki. 2013. № 3(30). S. 117–120.
5. Kohmetova A. M., Ali S., Sapahova Z., Atishova M. N. Identifikaciya genotipov-nositelej ustojchivosti k toksinam pirenoforoza Ptr ToxA Ptr ToxB *Pyrenophora tritici-repentis* v kollekcii myagkoj pshenicy [Identification of spot resistance

genotypes to yellow leaf spot toxins Ptr ToxA Ptr ToxB *Pyrenophora tritici-repentis* in the collection of bread wheat] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2018. № 22(8). S. 978–986. DOI: 10.18699/VJ18/440.

6. Kremneva O. Yu., Volkova G. V. Zheltaya pyatnistost' list'ev na Severnom Kavkaze [Yellow leaf spot in the North Caucasus] // Zashchita i karantin rastenij. 2011. № 10. S. 37–39.

7. Kremneva O. Yu., Volkova G. V. Pirenoforoz – opasnoe zabolevanie pshenicy [Yellow leaf spot is a dangerous wheat disease] // Zashchita i karantin rastenij. 2007. № 6. S. 45–46.

8. Markelova T. S., Kirillova T. V., Anikeeva N. V., Ivanova O. V. Diagnostika vzbuditelej listovyh pyatnistostej i cherni kolosa pshenicy i osobennosti ih razvitiya v Povolzh'e [Diagnosis of causative agents of leaf spots and black spots of wheat and the features of their development in the Volga region] // Agrarnyj vestnik Yugo-Vostoka. 2010. № 1(4). S. 38–39.

9. Markelova T. S., Naryzhkina E. A., Baukenova E. A., Ivanova O. V., Salmova M. F. Monitoring osobo opasnyh gribnyh i virusnyh boleznej pshenicy v Nizhnem Povolzh'e [Monitoring of especially dangerous wheat fungal and viral diseases in the Lower Volga region] // Vestnik zashchity rastenij. 2014. № 1. S. 64–67.

10. Markelova T. S., Ivanova O. A. Ustojchivost' obrazcov yarovoj i ozimoj pshenicy k zheltoj pyatnistosti list'ev v usloviyah Nizhnego Povolzh'ya [Resistance of spring and winter wheat samples to yellow leaf spot in the Lower Volga region] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2012. № 3. S. 118–121.

11. Mihajlova L. A., Kovalenko N. M., Mironenko N. V., Rosseeva L. P. Populyacii *Pyrenophora tritici-repentis* na territorii Rossii [Populations of *Pyrenophora tritici-repentis* in Russia] // Mikologiya i fitopatologiya. 2015. T. 49, vyp. 4. S. 257–261.

12. Hasanov B. V. Zheltaya pyatnistost' list'ev zlakov, vyzyvaemaya *Pyrenophora tritici-repentis* [Yellow leaf spot of grain crops caused by *Pyrenophora tritici-repentis*] // Mikologiya i fitopatologiya. 1988. T. 22, vyp. 1. S. 78–84.

13. Gulyaeva E. I., Kovalenko N. M., Shamanin V. P., Tyunin V. A., Shreyder E. R., Shaydayuk E. L., Morgunov A. I. Population structure of leaf pathogens of common spring wheat in the West Asian regions of Russia and North Kazakhstan in 2017 // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii 2018. No. 22(3). Pp. 363–369. DOI: 10.18699/VJ18.372.

14. Hosford R. M. Tan spot // Tan spot of wheat and related diseases workshop. Fargo: North Dakota State University. 1982. 116 p.

Поступила: 06.02.20; принята к публикации: 30.04.20.

**Критерии авторства.** Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Авторский вклад.** Конькова Э. А. – концептуализация исследования, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Ляцева С. В. – подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных, подготовка рукописи.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**

УДК 633.13:632.938.1

## ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ОВСА К ПЫЛЬНОЙ ГОЛОВНЕ

**Т. П. Градобоева**<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории иммунитета, [tp.gradoboeva@mail.ru](mailto:tp.gradoboeva@mail.ru), ORCID ID: 0000-0002-8712-3083;

**Г. А. Баталова**<sup>2</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, зав. отделом селекции и семеноводства овса, [g.batalova@mail.ru](mailto:g.batalova@mail.ru), ORCID ID: 0000-0002-3491-499X

<sup>1</sup>ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, 612500, Кировская обл., п. г. т. Фаленки, ул. Тимирязева, 3;

<sup>2</sup>ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, 610007, г. Киров, ул. Ленина, 166А; e-mail: [fss.nauka@mail.ru](mailto:fss.nauka@mail.ru)

Пыльная головня (*Ustilago avenae* (Pers.) Rostr.) – наиболее опасное и вредоносное заболевание с широким ареалом распространения. Цель наших исследований – провести скрининг генотипов овса ярового по устойчивости к пыльной головне и стабильности этого признака на искусственном инфекционном фоне, выявить устойчивые формы. Установлено, что наиболее высокая зависимость поражения сортов была в первые 5–10 дней после посева зараженными семенами от отрицательных температур на поверхности почвы (коэффициент корреляции ( $r$ ) составил 0,95 и 0,90 соответственно), среднесуточной температуры воздуха ( $r = 0,94–0,76$ ), минимальной на поверхности почвы ( $r = 0,86$  и  $0,82$ ) и температуры почвы на глубине 5 см ( $r = 0,87$  и  $0,78$ ). Влияние осадков отмечено в более поздний период – 30–60 дней после посева ( $r = 0,88–0,72$ ). На инфекционном фоне оценено 296 сортов пленчатого и голозерного овса. Среди них выделены генотипы с очень высокой (188h12, 256h12, И-4845, 213h13, 233h13 и 256h13) и практической (119h11, 178h13, 194h13, 245h14, И-4857 и И-4903) устойчивостью с поражением от 0 до 5%. В условиях естественного развития болезни среди сортов с отсутствием признаков поражения из зарубежных сортов преобладали образцы из США и Германии, из отечественных – из Кировской и Ульяновской областей, Краснодарского края. Сорта 188h12, 256h12, И-4845 не реагировали на изменение среды ( $b_i = 0$ ). Параметры изменчивости ( $V$ ), стабильности ( $S^2$ ) и стрессоустойчивости ( $x_{\min} - x_{\max}$ ) данных генотипов равнялись 0. У сорта 119h11 отмечены высокая стабильность ( $S^2 = 2,2$ ) и стрессоустойчивость ( $x_{\min} - x_{\max} = -3,7$ ) признака. Сорта овса, выделенные по устойчивости к пыльной головне и стабильности данного признака на инфекционном фоне, актуально использовать в селекции на устойчивость к болезни.

**Ключевые слова:** овес, пыльная головня, сорт, устойчивость, стабильность.

**Для цитирования:** Градобоева Т. П., Баталова Г. А. Влияние факторов среды на устойчивость овса к пыльной головне // Зерновое хозяйство России. 2020. № 3(69). С. 72–76. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-69-3-72-76



## THE EFFECT OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON OATS RESISTANCE TO LOOSE SMUT

**T. P. Gradoboeva**<sup>1</sup>, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for immunity, [tp.gradoboeva@mail.ru](mailto:tp.gradoboeva@mail.ru), ORCID ID: 0000-0002-8712-3083;

**G. A. Batalova**<sup>2</sup>, Doctor of Agricultural Sciences, professor, academician of RAS, head of the department of rye breeding and seed production, [g.batalova@mail.ru](mailto:g.batalova@mail.ru), ORCID ID: 0000-0002-3491-499X

<sup>1</sup>Federal Agricultural Research Center of the North-East, a branch of FSBSI Federal Agricultural Research Center of the North-East named after N. V. Rudnitsky, 612500, Kirov region, v. of Falenkii, Timiryazev Str., 3;

<sup>2</sup>Federal Agricultural Research Center of the North-East named after N. V. Rudnitsky, 610007, Kirov, Lenin Str., 166A; e-mail: [fss.nauka@mail.ru](mailto:fss.nauka@mail.ru)

Loose smut (*Ustilago avenae* (Pers.) Rostr.) is the most dangerous and harmful disease with a wide distribution area. The purpose of the current study was to screen spring oat genotypes for resistance to loose smut and the stability of this trait on an artificial infectious background, and to identify resistant forms. There has been established that the large varieties damage in the first 5–10 days after sowing infected seed was caused by negative temperatures on the soil surface (correlation coefficient ( $r$ ) was 0.95 and 0.90, respectively), and by average daily air temperature ( $r = 0.94–0.76$ ), the minimum temperature on the soil surface ( $r = 0.86$  and  $0.82$ ) and soil temperature at a depth of 5 cm ( $r = 0.87$  and  $0.78$ ). The effect of precipitation was noted in a later period of 30–60 days after sowing ( $r = 0.88–0.72$ ). On an infectious background there have been estimated 296 chaffy and hulled oats varieties. Among them there have been identified the genotypes with very high (188h12, 256h12, I-4845, 213h13, 233h13 and 256h13) and practical (119h11, 178h13, 194h13, 245h14, I-4857 and I-4903) resistance to the pathogen of 0 to 5%. In conditions of the natural development of the disease, the samples from the USA and Germany prevailed among foreign varieties with a lack of damage signs. Among the domestic ones the best results were identified in the varieties from Kirov and Ulyanovsk regions, Krasnodar Territory. The varieties 188h12, 256h12, I-4845 did not respond to changes in the environment ( $b_i = 0$ ). The parameters of variability ( $V$ ), stability ( $S^2$ ), and stress resistance ( $x_{\min} - x_{\max}$ ) of these genotypes were 0. The varieties 119h11 showed high stability ( $S^2 = 2.2$ ) and stress resistance ( $x_{\min} - x_{\max} = -3.7$ ) of the trait. The oats varieties, selected due to loose smut resistance and due to stability of this trait on an infectious background are of great importance in breeding varieties with resistance to this disease.

**Keywords:** oats, loose smut, variety, resistance, stability.

**Введение.** Овес – одна из основных зерновых культур кормового и продовольственного назначения. По распространению овес занимает пятое место в мире после пшеницы, риса, кукурузы и ячменя. Он возделывается преимущественно в зонах умеренного климата

Европы, Северной Америки и Австралии. Зерно содержит 10–15% белка, 40–45% крахмала, 5–6% жира, богато витамином B<sub>1</sub> (тиамином), соединениями железа, кальция, фосфора. Переработанное зерно овса включают как обязательный компонент в комбикорма (Ба-

талова, 2018). Овес широко применяется на зеленый корм, сено и силос как в чистых посевах, так и в смеси с бобовыми культурами. В пищевой промышленности из зерна изготавливают крупу, муку, толокно, суррогат кофе, галеты, печенье и др. Продукты, изготовленные из зерна овса, хорошо усваиваются организмом и имеют диетическое значение (Юдин и др., 2018). Однако, несмотря на ценность этой культуры, по данным Росстата, в 2018 г. по сравнению с 2017 г. посевные площади овса снизились на 1,3%, или на 38,6 тыс. га. За 5 лет этот показатель уменьшился на 14,8% (на 493,1 тыс. га). По отношению к 2017 г. валовые сборы сократились на 13,7% (на 748,9 тыс. т), за 5 лет – на 4,9% (на 240,2 тыс. т). Болезни, наряду с изменениями климата и нарушением агротехнологий, лимитируют получение стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур (Санин, 2016).

Пыльная головня (*Ustilago avenae* (Pers.) Rostr.) среди многочисленных болезней овса является наиболее опасным и вредоносным заболеванием с широким ареалом распространения (Zuo et al., 2019). Потери урожая от пыльной головни, в зависимости от степени поражения, варьируют от 10 до 90% и даже полной гибели посевов (Градобоева и Баталова, 2016). При сильном поражении колоски метелки чаще всего разрушаются полностью, превращаясь в черную пылящую массу. При частичном поражении из-за продуктов жизнедеятельности патогена крупность зерна и его качество снижаются (Кабашов и др., 2017). В естественных условиях заражение растений происходит летом во время и после цветения овса, а также во время уборки. Телиоспоры, попадая на цветок, завязь и под чешуи, прорастают и образуют споридии. Споридии прорастают в гифы, которые проникают в ростки овса во время прорастания зерна. В период формирования метелки патоген обильно разрастается, образуя новое поколение телиоспор.

Применение химических средств защиты экономически не всегда рентабельно и экологически безопасно. Устойчивость к инфекционным болезням рассматривается как один из первостепенных критериев оценки адаптивной способности растений (Свиркова и др., 2016). Несмотря на успехи селекции растений на иммунитет, многие районированные сорта различных сельскохозяйственных культур и сорта, перспективные для районирования в будущем, характеризуются неустойчивостью к возбудителям болезней (Градобоева, 2018). В 2020 г. в Государственном реестре селекционных достижений по Волго-Вятскому региону допущено к использованию 39 сортов овса. Практически все они в той или иной степени поражаются пыльной головней. Создание устойчивых сортов усложняется приспособляемостью патогена к хозяину в процессе эволюции: появление новых рас патогена, поражающих уже созданные сорта, и др. При этом временные отрезки приспособляемости достаточно коротки для того, чтобы сорт снизил или потерял устойчивость. Решение вопроса пораженности овса по-прежнему остается актуальным. Кроме того, по мнению А. А. Старцева и др. (2016), реакция генотипов на изменения внешних условий разная и на межсортном уровне значительна, а возбудители болезней еще сильнее подвержены влиянию внешних факторов. Показатели устойчивости у большинства сортов варьируют по годам. Исходя из этого, важным является стабильное проявление устойчивости у перспективных сортов.

Цель исследований – проведение скрининга генотипов овса ярового по устойчивости к пыльной головне, оценка стабильности этого признака на искусственном инфекционном фоне и выявление устойчивых форм.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проведены в 2016–2019 гг. в лабораторных и полевых условиях естественного развития болезни и на искусственном инфекционном фоне Фаленской селекционной станции – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Инфекционный фон создавали путем заражения семян спорами гриба за месяц до посева, заспорение семян проводили методом ВИР (1978) в модификации (Градобоева и Баталова, 2016). Семена инокулировали смесью хламидоспор кировской и фаленской популяций возбудителя, собранных на делянках селекционных питомников и на участках оригинального семеноводства.

На инфекционном фоне изучено 296 сортов плевчатого и голозерного овса. При тестировании сортов определяли количество больных и здоровых растений и метелок. При иммунологической характеристике сорта использовали максимальный показатель из полученных данных.

Метеорологические условия периода от посева до окончательной оценки генотипов овса на устойчивость к пыльной головне изменялись в годы исследований от засушливых и жарких в 2016 г. (ГТК = 0,7) до прохладных с избыточным увлажнением в 2019 (ГТК = 2,6) и 2015 гг. (ГТК = 1,9). В 2017 и 2018 гг. гидротермический коэффициент (Селянинов, 1928) составил в этот период 1,7 и 1,5 соответственно.

Стабильность сортов определяли по S. A. Eberhart, W. A. Russel (1966) в изложении В. З. Покудина (1973); устойчивость к стрессу – по А. А. Rossielle, J. Hemblin (1981) в изложении А. А. Гончаренко (2005); коэффициент адаптивности – по Л. А. Животову (1994). Статистическая обработка данных проведена с использованием пакета селекционно ориентированных программ Agros 2.07.

**Результаты и их обсуждение.** Развитие патогенов и их жизнеспособность в большой степени зависят от условий окружающей среды, особенно в период контакта с растением-хозяином. Для развития возбудителя пыльной головни необходима определенная температура, особенно в первые 5–10 дней после посева. Оптимальная температура прорастания спор 20–25 °С, минимальная – 5 °С, максимальная – 30–35 °С. Характерной особенностью Кировской области является большая вероятность возврата заморозков до первой декады июня. При сравнении показателей поражения растений овса пыльной головней и метеорологических условий 2011–2019 гг. установлена высокая зависимость среднего по опыту поражения от отрицательных температур на поверхности почвы ( $r = 0,95–0,90$ ) в первые 5–10 дней после посева. Степень поражения зависела от среднесуточной температуры воздуха за первые 5 дней после посева ( $r = 0,94$ ) и за 10 дней ( $r = 0,76$ ), от минимальной температуры за первые 5 дней на поверхности почвы и температуры почвы на глубине 5 см (соответственно  $r = 0,86$  и  $r = 0,87$ ) и 10 дней ( $r = 0,82$  и  $r = 0,78$ ). В последующем периоде различия по этим факторам были незначительны. Известно, что в начальный период прорастания спор зависит от влажности почвы. Влияние осадков на уровень поражения овса пыльной головней было отмечено в более поздний период, через 30–60 дней после посева ( $r = 0,88–0,72$ ).

Наиболее благоприятные условия для развития заболевания наблюдали в 2015 г. Среднее поражение пыльной головней по всей выборке сортов было наиболее высоким ( $33,1 \pm 2,6\%$ ) при индексе условий ( $I_j$ ) +6,0. В 2018 г. наблюдали самое низкое значение показателя ( $20,1 \pm 1,6\%$ ) при  $I_j = -7,0$ . В ряду других лет исследований наблюдали снижение поражения овса патогеном в среднем по опыту от  $31,6 \pm 2,4$  до  $25,5 \pm 2,5\%$  при  $I_j = +4,5 \dots -1,6$ . Отмечали реакцию ге-

нотипа на изменяющиеся условия среды. Коэффициент вариации (V) показателей поражения за годы исследований составил 79,9–93,8%. Наибольшая вариабельность поражения овса пыльной головней на инфекционном фоне была отмечена в 2019 г., низкая – в 2017 г. В условиях естественного развития болезни максимальное распространение пыльной головни было в 2015 г. (97,8%), минимальным – в 2018 г. (34,6%). Однако в отличие от искусственного инфекционного фона среднее по опыту поражение на фоне естественного поражения было более высоким в 2017 г. (3,6%). В 2015 и 2018 гг. эти показатели равнялись 1,2 и 1,0% соответственно. Сильное поражение в 2017 г. выявлено у пленчатых генотипов К-3006 (56,0%) и К-3712 (34,3%) из Германии; в 2019 г. – у голозерных BAYS-15 (80,2%), BAYS-157 (42,9%), BAYS-161 (35,3%) из Белоруссии, Соломон (82,2%) из Украины и PZS-LYM-01 (35,1%) из Китая. Отсутствие признаков поражения среди зарубежных сортов было отмечено у образцов из США и Германии, среди отечественных – из Кировской и Ульяновской областей, Краснодарского края.

Результаты оценки на инфекционном фоне за последние 5 лет (2015–2019 гг.) показали, что среди изученных образцов чаще всего (37,2%) встречались слабовосприимчивые к пыльной головне сорта и линии, поражение которых не превышало 25%. Доля высоко устойчивых (поражение – 0%) и прак-

тически устойчивых (поражение не превышало 5%) форм была не велика и составила соответственно 8,8 и 8,4%. Остальные образцы поразились в средней (25,3%) и в сильной (20,3%) степени с поражением соответственно не более и выше 50%. Максимальное поражение болезнью (100%) в 2015 г. выявлено у голозерных сортов Вятский, Багет и 407h06; в 2016 г. – у 683h05, 63h11 и 65h11; в 2017 г. – у И-4729 и Вятский; в 2019 г. – у 36h13 и Вятский. В 2018 г. генотипы с таким поражением не установлены. Сильнее других генотипов в 2019 г. поразился сорт 63h11 (71,4%). Во все годы исследований выделены генотипы, у которых признаки поражения пыльной головней отсутствовали. Резистентностью характеризовались только пленчатые сорта, голозерные формы не имели устойчивости к возбудителю болезни. Высокая устойчивость к местной популяции пыльной головни в течение ряда лет отмечена у сортов 188h12, 256h12, И-4845, 213h13, 233h13 и 256h13 (табл. 1). Особый интерес для селекции представляют практически устойчивые и устойчивые формы, урожайность которых превышает или находится на уровне стандартов. Практической устойчивостью характеризовались сорта 119h11, 178h13, 194h13, 245h14, И-4857 и И-4903. В качестве поражаемого стандарта в группе пленочных генотипов был принят сорт Аргамак. Он превысил по максимальному поражению пыльной головней выделившиеся по устойчивости генотипы на 60,0 и более процентов.

# 1. Устойчивость перспективных сортов овса конкурсного сортоиспытания к пыльной головне (2015–2019 гг.)

## 1. Resistance of the promising oats varieties of Competitive Variety Testing to loose smut (2015–2019)

| Сорт         | Максимальное поражение, % |               |                  | Иммунологическая характеристика |
|--------------|---------------------------|---------------|------------------|---------------------------------|
|              | инфекционный фон          | ± к стандарту | естественный фон |                                 |
| 188h12       | 0,0                       | –75,0         | –                | И                               |
| 256h12       | 0,0                       | –75,0         | –                | И                               |
| И-4845       | 0,0                       | –75,0         | 0,00             | И                               |
| 213h13       | 0,0                       | –75,0         | –                | И                               |
| 233h13       | 0,0                       | –75,0         | –                | И                               |
| 256h13       | 0,0                       | –75,0         | –                | И                               |
| 119h11       | 3,7                       | –71,3         | –                | П                               |
| 178h13       | 4,0                       | –71,0         | –                | П                               |
| 194h13       | 2,8                       | –72,2         | –                | П                               |
| 245h14       | 4,9                       | –70,1         | –                | П                               |
| И-4857       | 3,1                       | –71,9         | 0,00             | П                               |
| И-4903       | 5,0                       | 70,0          | 0,00             | П                               |
| 325h12       | 9,7                       | 65,3          | 0,13             | У                               |
| И-4553       | 13,3                      | 61,7          | 0,04             | У                               |
| Аргамак, ст. | 75,0                      | –             | 3,30             | В                               |

Примечание: И – иммунный; П – практически устойчивый; У – слабовосприимчивый; В – восприимчивый; ст. – стандарт.

У сортов 325h12, И-4426, 207h12, 455h08, 46h14, И-4838 (Кировская обл.), FURLONG (Канада), 100 565-3, 100 565-4 и РА 7967-3145 (США) поражение на инфекционном фоне не превысило 10%, что указывает на актуальность и их практическую значимость для использования в селекции. Поражение пыльной головней у стандарта – сорта Аргамак в период испытаний варьировало от 38,8 до 75,0%.

Коэффициент вариации (V) поражения устойчивых к пыльной головне сортов овса на инфекционном фоне варьировал по годам от 0 (И-4845) до 90,3% (2h12o), что указывает на неоднородность изученных генотипов по этому признаку. В настоящее время

особое значение имеет сочетание устойчивости овса к болезням с ее стабильным проявлением. Сорта 188h12, 256h12, И-4845, 213h13, 233h13 и 256h13 не реагировали на изменение среды ( $b_i = 0$ ). Все рассчитанные для данных сортов параметры адаптивности указывали на их высокие приспособительные возможности (табл. 2). Коэффициент вариации является относительным показателем изменчивости, среднее квадратическое отклонение – показателем стабильности. Чем меньше их значения, тем стабильнее сорт. Разность между минимальным и максимальным поражением ( $x_{\min} - x_{\max}$ ) определяет уровень стрессоустойчивости генотипа к различным экстремальным

условиям. Этот параметр имеет отрицательный знак. С увеличением его абсолютной величины устойчивость к стрессу ослабевает. Коэффициент адаптивности показывает реакцию отдельного сорта на сложившиеся конкретные условия вегетационного периода. При показателе  $KA > 100\%$  сорт потенциально не устойчив. В данном случае сопоставление среднего поражения отдельного сорта проводили со средним

поражением всех изучаемых сортов, и чем выше это соотношение, тем сильнее поражается сорт.

У сортов 325h12, И-4426, 119h11, И-4553, И-4794 коэффициент регрессии был ниже 1, они слабо реагировали на изменение условий среды. Сорт И-4426 имел самую высокую устойчивость к стрессу ( $x_{\min} - x_{\max} = -2,9$ ) и самую низкую изменчивость поражения пыльной головней ( $V = 14,2\%$ ).

## 2 Показатели стабильности и стрессоустойчивости сортов овса 2. Indicators of stability and stress resistance of oats varieties

| Сорт         | $X_{\text{среднее}}$ | $x_{\min} - x_{\max}$ | V    | $b_i$ | $S^2$ | KA     | Сумма рангов |
|--------------|----------------------|-----------------------|------|-------|-------|--------|--------------|
| 188h12       | 0,0                  | 0,0                   | 0,0  | 0,0   | 0,0   | 0,0    | 18           |
| 256h12       | 0,0                  | 0,0                   | 0,0  | 0,0   | 0,0   | 0,0    | 18           |
| И-4845       | 0,0                  | 0,0                   | 0,0  | 0,0   | 0,0   | 0,0    | 18           |
| 119h11       | $1,7 \pm 1,0$        | -3,7                  | 23,9 | -0,4  | 2,2   | 14,2   | 19           |
| 325h12       | $5,5 \pm 1,4$        | -6,8                  | 52,4 | -0,1  | 11,6  | 29,4   | 26           |
| И-4426       | $8,9 \pm 0,6$        | -2,9                  | 14,2 | 0,3   | 21,1  | 46,0   | 28           |
| И-4553       | $9,0 \pm 1,3$        | -9,1                  | 33,4 | -0,3  | 36,1  | 46,4   | 28           |
| 2h12o        | $10,6 \pm 4,3$       | -24,7                 | 90,3 | 1,0   | 308,3 | 58,2   | 38           |
| И-4682       | $12,5 \pm 1,4$       | -6,9                  | 23,0 | 1,6   | 159,0 | 60,2   | 38           |
| И-4794       | $12,4 \pm 3,3$       | -14,0                 | 53,3 | -1,0  | 156,6 | 74,8   | 33           |
| Аргамак, ст. | $50,5 \pm 6,5$       | -36,2                 | 29,0 | 1,8   | 841,3 | 248,18 | 42           |

Примечание:  $x_{\text{среднее}}$  – среднее значение максимальных показателей;  $x_{\min} - x_{\max}$  – показатель стрессоустойчивости сорта; V – коэффициент вариации;  $b_i$  – коэффициент линейной регрессии;  $S^2$  – сумма квадратов отклонений от линейной регрессии; KA – коэффициент адаптивности.

Практическую устойчивость, высокую стабильность признака ( $S^2 = 2,2$ ) и стрессоустойчивость ( $x_{\min} - x_{\max} = -3,7$ ) сочетал в этой группе сорт 119h11. У сорта 2h12o изменение поражения пыльной головней соответствовало изменению условий ( $b_i = 1$ ). Варьирование признака по годам было очень высоким ( $V = 90,3\%$ ), а стрессоустойчивость ( $x_{\min} - x_{\max} = -24,7$ ) и стабильность ( $S^2 = 308,3$ ) были самыми низкими среди выделенных сортов. Повышенной реакцией на условия года и нестабильностью признака характеризовались сорта И-4682 и Аргамак ( $b_i > 1$ ), однако И-4682 имел большую стрессоустойчивость, чем стандарт Аргамак.

У выделенных по устойчивости сортов коэффициент адаптивности был ниже 100%. Наиболее низкое значение этого показателя имели пленчатые сорта питомника конкурсного испытания овса 188h12, 256h12, И-4845, 119h11 и 325h12 ( $KA = 0-29,4$ ).

При определении адаптивности сортов часто используется метод ранжирования генотипов по использованию в изучении параметрам. Сорта пленчатого овса 188h12, 256h12, И-4845, 119h11 имели меньшую сумму рангов (18...19). Следовательно, эти сорта в меньшей степени реагируют на меняющиеся условия среды, они сохраняют устойчивость в варьирующих условиях среды.

**Выводы.** При сравнении данных о поражении растений овса пыльной головней и условий окружающей среды наиболее высокая зависимость поражения сортов в среднем по опыту наблюдалась в первые 5–10 дней после посева зараженными семенами от отрицательных температур на поверхности почвы ( $r = 0,95$  и  $r = 0,90$  соответственно), среднесуточной температуры воздуха ( $r = 0,94-0,76$ ), минимальной температуры на поверхности почвы ( $r = 0,86$  и  $0,82$ ) и температуры почвы на глубине 5 см ( $r = 0,87$  и  $0,78$ ). Влияние осадков на проявление поражения овса пыльной головней отмечено в более поздний период – 30–60 дней после посева ( $r = 0,88-0,72$ ).

Выделены перспективные пленчатые сорта конкурсного испытания 188h12, 256h12, И-4845, 213h13, 233h13 и 256h13 с высокой устойчивостью к пыльной головне и практической – 119h11, 178h13, 194h13, 245h14, И-4857 и И-4903. Установлена очень высокая изменчивость показателей поражения генотипов овса пыльной головней. Не реагировали на изменение среды сорта 188h12, 256h12, И-4845, параметры изменчивости и стабильности которых равнялись 0, а стрессоустойчивость была очень высокой. Сорта, выделенные по устойчивости к пыльной головне и стабильности признака устойчивости на инфекционном фоне, рекомендуются для использования в селекции на устойчивость к болезни.

### Библиографические ссылки

1. Баталова Г. А. Селекция овса на качество зерна в Волго-Вятском регионе // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 3(27). С. 81–87. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11038.
2. Градобоева Т. П. Темнопятнистый аскохитоз в Кировской области // Аграрный вестник Урала. 2018. № 2. С. 22–28.
3. Градобоева Т. П., Баталова Г. А. Создание инфекционного фона пыльной головни овса // Защита и карантин растений. 2016. № 6. С. 49–50.
4. Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник Россельхозакадемии. 2005. № 6. С. 49–53.
5. Кабашов А. Д., Корелина В. А., Зинина Н. П. Устойчивость овса посевного к пыльной головне и красно-бурой пятнистости на естественном фоне развития болезни в условиях Северного региона РФ // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2017. Т. 178, вып. 4. С. 43–48. DOI: 10.30901/2227-8834-2017-4-43-48.

6. Покудин В. З. Оценка экологической пластичности сортов // Генетический анализ количественных и качественных признаков с помощью математико-статистических методов. М.: ВНИИЕЭИСХ, 1973. С. 40–44.
7. Санин С. С. Проблемы фитосанитарии на современном этапе // Известия ТСХА. 2016. № 6. С. 45–55.
8. Селянинов Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. 1928. Вып. 20. С. 165–177.
9. Старцев А. А., Заушинцева А. В., Свиркова С. В. Реакция сортов овса на изменчивость метеофакторов на юге Западной Сибири // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 5. С. 331.
10. Юдин А. А., Султанов Ф. С., Константинова Т. В., Мищук Г. А., Габрахимов О. Б. Селекция овса посевного в условиях Иркутской области // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2018. № 3. С. 27–32.
11. Zuo W., Ökmen B., Depotter J. R. L., Ebert M. K., Redkar A., Villamil J. M., Doehlemann G. Molecular Interactions Between Smut Fungi and Their Host Plants // Annual Review of Phytopathology. 2019. Vol. 57. Pp. 411–430.

#### References

1. Batalova G. A. Selekcija ovsa na kachestvo zerna v Volgo-Vyatskom regione [Oats breeding for grain quality in the Volga-Vyatka region] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2018. № 3(27). S. 81–87. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11038.
2. Gradoboeva T. P. Temnopyatnistyj askohitoz v Kirovskoj oblasti [Ascochyta leaf blight in the Kirov region] // Agrarnyj vestnik Urala. 2018. № 2. S. 22–28.
3. Gradoboeva T. P., Batalova G. A. Sozdanie infekcionnogo fona pyl'noj golovni ovsa [Development of an infectious background of loose smut oats] // Zashchita i karantin rastenij. 2016. № 6. S. 49–50.
4. Goncharenko A. A. Ob adaptivnosti i ekologicheskoy ustojchivosti sortov zernovykh kul'tur [Adaptability and environmental sustainability of grain crop varieties] // Vestnik Rossel'hoz akademii. 2005. № 6. S. 49–53.
5. Kabashov A. D., Korelina V. A., Zinina N. P. Ustojchivost' ovsa posevnogo k pyl'noj golovne i krasno-buroj pyatnistosti na estestvennom fone razvitiya bolezni v usloviyah Severnogo regiona RF [Resistance of oats to smut and red-brown leaf spot on the natural background of the disease development in the Northern region of the Russian Federation] // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. 2017. T. 178, vyp. 4. S. 43–48. DOI: 10.30901/2227-8834-2017-4-43-48.
6. Pokudin V. Z. Ocenka ekologicheskoy plastichnosti sortov // Geneticheskij analiz kolichestvennykh i kachestvennykh priznakov s pomoshch'yu matematiko-statisticheskikh metodov [Estimation of the environmental adaptability of varieties]. М.: ВНИИЕЭИСХ, 1973. С. 40–44.
7. Sanin S. S. Problemy fitosanitarii na sovremennom etape [Problems of phytosanitary conditions at present] // Izvestiya TSKHA. 2016. № 6. S. 45–55.
8. Selyaninov G. T. O sel'skohozyajstvennoj ocenke klimata // Trudy po sel'skohozyajstvennoj meteorologii [On agricultural climate estimation]. 1928. Vyp. 20. S. 165–177.
9. Starcev A. A., Zaushincena A. V., Svirnova S. V. Reakciya sortov ovsa na izmenchivost' meteofaktorov na yuge Zapadnoj Sibiri [The reaction of oat varieties to variability of weather factors in the south of Western Siberia] // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2016. № 5. S. 331.
10. Yudin A. A., Sultanov F. S., Konstantinova T. V., Mishchuk G. A., Gabrahimov O. B. Selekcija ovsa posevnogo v usloviyah Irkutskoj oblasti [Oats breeding in the conditions of the Irkutsk region] // Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii im. V. R. Filipova. 2018. № 3. S. 27–32.
11. Zuo W., Ökmen B., Depotter J. R. L., Ebert M. K., Redkar A., Villamil J. M., Doehlemann G. Molecular Interactions Between Smut Fungi and Their Host Plants // Annual Review of Phytopathology. 2019. Vol. 57. Pp. 411–430.

Поступила: 12.03.20; принята к публикации: 22.05.20.

**Критерии авторства.** Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Авторский вклад.** Градобоева Т. П., Баталова Г. А. – концептуализация исследования, подготовка рукописи; Градобоева Т. П. – подготовка опыта, выполнение полевых и лабораторных опытов и сбор данных, их интерпретация.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**