

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

6(72)2020

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

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

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:**

Баталова Г. А. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого (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 ГЦАС «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);  
Халил Сурека – 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. б. 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);  
Самофалов А. П. – канд. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия).

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

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:**

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. Lukyanenko 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. Lukyanenko 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);  
Khrantsov 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. (Biology), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);  
Krivosheev 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 Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

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 25.12.2020.

Дата выхода 28.12.2020. Формат 60x84/8. Тираж 300. Заказ № 3370-20/14120.

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

## ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ

### Содержание

#### СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Марченко Д. М., Иванисов М. М., Рыбась И. А., Некрасов Е. И., Романюкина И. В., Чухненко Ю. Ю. Итоги селекционной работы по озимой мягкой пшенице для непаровых предшественников в Аграрном научном центре «Донской» 3

Самофалова Н. Е., Иличкина Н. П., Дубинина О. А., Макарова Т. С., Костыленко О. А., Каменева А. С., Дерова Т. Г., Кравченко Н. С. История развития селекционных работ по созданию озимой твердой пшеницы: итоги, проблемы, перспективы 10

Скрипка О. В., Подгорный С. В., Самофалов А. П., Чернова В. Л. Селекция сортов озимой мягкой пшеницы интенсивного типа в ФГБНУ «АНЦ «Донской» 19

Игнатьев С. А., Регидин А. А., Грязева Т. В., Горюнов К. Н. Основные итоги селекции и семеноводства многолетних трав на Дону за 2010–2020 годы 26

Кривошеев Г. Я., Шевченко Н. А., Игнатьев А. С. Результаты и перспективы селекции кукурузы в Аграрном научном центре «Донской» 32

Ковтунов В. В., Ковтунова Н. А., Лушпина О. А., Сухенко Н. Н., Шишова Е. А., Кравченко Н. С. Изучение образцов сорго зернового из восточной Африки в условиях Ростовской области 39

Костылев П. И., Краснова Е. В., Аксенов А. В., Ламо Дж. Взаимное изучение Угандийских и Ростовских сортов риса 45

Жогалева О. С., Мышастая А. Ю., Павленко О. С., Вожжова Н. Н., ИONOва Е. В. Изучение коллекционного материала озимой твердой пшеницы на наличие гена устойчивости к септориозу Stb2 51

Калинина Н. В., Головкин С. Г., ИONOва Е. В. Методы получения гаплоидов в клеточной селекции озимой пшеницы (обзор) 56

Зезин Н. Н., Воробьев В. А., Воробьев А. В., Безгодков А. В., Николаева З. Р. Яровая мягкая пшеница Экстра 64

Филенко Г. А., Фирсова Т. И., Скворцова Ю. Г., Черткова Н. Г. Урожайность и посевные качества семян ярового ячменя при использовании биостимуляторов в первичных звеньях семеноводства 71

Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Донцов Д. П., Шаповалова И. М. Агробиологическая характеристика нового ультраанеспелого сорта озимого ячменя Фокс 1 78

#### ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Дорошенко Э. С., Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Донцов Д. П. Результаты изучения мировой коллекции голозерного ячменя по показателям качества зерна в условиях юга Ростовской области 84

Ашиев А. Р., Скулова М. В., Хабибуллин К. Н. Экологическая оценка гороха посевного зимующего типа развития в условиях южной зоны Ростовской области 95

Кравченко Н. С., Некрасова О. А., Игнатьева Н. Г., Олдырева И. М., Алты-Садых Ю. Н. Качество зерна сортов и линий озимой мягкой пшеницы в условиях Ростовской области 101

#### ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Дерова Т. Г., Шишкин Н. В., Павленко О. С., Самофалов А. П. Вредоносность бурой ржавчины на сортах озимой пшеницы с различным уровнем устойчивости к патогену в условиях юга Ростовской области 108

## GRAIN ECONOMY OF RUSSIA

### Contents

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

Marchenko D. M., Ivanisov M. M., Rybas' I. A., Nekrasov E. I., Romanyukina I. V., Chukhnenko Yu. Yu. The results of breeding work with the winter bread wheat for non-fallow forecrops in the Agricultural Research Center "Donskoy" 3

Samofalova N. E., Ilichkina N. P., Dubinina O. A., Makarova T. S., Kostylenko O. A., Kameneva A. S., Derova T. G., Kravchenko N. S. The history of the breeding work on winter durum wheat development: results, problems, prospects 10

Skripka O. V., Podgorny S. V., Samofalov A. P., Chernova V. L. The breeding work on the winter bread wheat varieties of intensive type in the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" 19

Ignatiev S. A., Regidin A. A., Gryazeva T. V., Goryunov K. N. The main results of breeding and seed production of perennial grasses on the Don area in 2010–2020 26

Krivosheev G. Ya., Shevchenko N. A., Ignatiev A. S. The results and prospects of maize breeding in the Agricultural Research Center "Donskoy" 32

Kovtunov V. V., Kovtunova N. A., Lushpina O. A., Sukhenko N. N., Shishova E. A., Kravchenko N. S. The study of East African grain sorghum samples in the conditions of the Rostov region 39

Kostylev P. I., Krasnova E. V., Aksenov A. V., Lamo J. The mutual study of the Ugandan and Rostov rice varieties 45

Zhogaleva O. S., Myshastaya A. Yu., Pavlenko O. S., Vozhzhova N. N., Ionova E. V. The study of the collection material of winter durum wheat on presence of the Septoria leaf blotch resistance gene Stb2 51

Kalinina N. V., Golovko S. G., Ionova E. V. The methods of obtaining haploids in the cell winter wheat breeding (a review) 56

Zezin N. N., Vorobiev V. A., Vorobiev A. V., Bezgodov A. V., Nikolaeva Z. R. The spring bread wheat 'Ekstra' 64

Filenko G. A., Firsova T. I., Skvortsova Yu. G., Chertkova N. G. Productivity and sowing qualities of spring barley seeds when using biostimulants in the primary seed production 71

Filippov E. G., Dontsova A. A., Dontsov D. P., Shapovalova I. M. Agrobiological characteristics of the new ultra early-ripening winter barley variety 'Foks 1' 78

#### GENERAL AGRICULTURE AND PLANT-BREEDING

Doroshenko E. S., Filippov E. G., Dontsova A. A., Dontsov D. P. The study results of the world collection of hull-less barley according to grain quality in the south of the Rostov region 84

Ashiev A. R., Skulova M. V., Khabibullin K. N. Ecological estimation of winter peas in the conditions of the southern part of the Rostov region 95

Kravchenko N. S., Nekrasova O. A., Ignatieva N. G., Oldyreva I. M., Alty-Sadykh Yu. N. Grain quality of the winter bread wheat varieties and lines in the Rostov region 101

#### PLANT PROTECTION

Derova T. G., Shishkin N. V., Pavlenko O. S., Samofalov A. P. Brown rust damage of the winter wheat varieties with different levels of resistance to the pathogen in the south of the Rostov region 108

## СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

УДК 633.11:631.523

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-3-9

### ИТОГИ СЕЛЕКЦИОННОЙ РАБОТЫ ПО ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЕ ДЛЯ НЕПАРОВЫХ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ В АГРАРНОМ НАУЧНОМ ЦЕНТРЕ «ДОНСКОЙ»

**Д. М. Марченко**, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. отделом селекции и семеноводства озимой пшеницы, wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;  
**М. М. Иванисов**, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, ivanisov561991@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7395-0910;  
**И. А. Рыбась**, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, rybasia@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8443-7714;  
**Е. И. Некрасов**, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, 89585748977@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9505-7899;  
**И. В. Романюкина**, техник-исследователь лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, aleksandr-romanjukin@rambler, ORCID ID: 0000-0002-8679-7844;  
**Ю. Ю. Чухненко**, агроном лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, cuhnengkoulia@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0506-5375  
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,  
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Селекционная работа по озимой мягкой пшенице в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Аграрный научный центр «Донской» ведется с учетом усиления засушливости местного климата, наличия различающихся между собой почвенно-климатических зон, разных предшественников. Ежегодно в Ростовской области происходит рост посевных площадей под озимой пшеницей. Так, под урожай 2020 г. культура размещена на более чем 2,6 млн га. Большая ее часть высевается по непаровым предшественникам, таким как горох, кукуруза, подсолнечник и другим культурам. В связи с этим актуальны создание и внедрение в производство сортов озимой мягкой пшеницы по этим предшественникам. Лаборатория селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа была основана в 1978 г. За период с 1978 по 2019 г. в лаборатории было создано и передано на государственное сортоиспытание 36 сортов. Главной задачей селекции данной культуры для непаровых предшественников было и остается создание высокопродуктивных сортов с высокой морозостойкостью, засухоустойчивостью, жаростойкостью, устойчивостью к основным болезням и качеством зерна сильной и ценной пшеницы. На 2020 г. в Государственный реестр селекционных достижений РФ внесено 22 сорта озимой мягкой пшеницы, созданных в лаборатории полуинтенсивного типа. Проходят государственное сортоиспытание 5 сортов озимой мягкой пшеницы: Полина, Амбар, Нива Дона, Подарок Крыму и Премьера. В настоящее время продолжается работа по созданию новых сортов озимой мягкой пшеницы, отвечающих современным требованиям производства, обладающих широкой экологической пластичностью, стабильностью урожайности и качества зерна и муки.

**Ключевые слова:** озимая мягкая пшеница, сорт, урожайность, предшественник, качество зерна.

**Для цитирования:** Марченко Д. М., Иванисов М. М., Рыбась И. А., Некрасов Е. И., Романюкина И. В., Чухненко Ю. Ю. Итоги селекционной работы по озимой мягкой пшенице для непаровых предшественников в Аграрном научном центре «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2020. № 6(72). С. 3–9. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-3-9.



### THE RESULTS OF BREEDING WORK WITH THE WINTER BREAD WHEAT FOR NON-FALLOW FORECROPS IN THE AGRICULTURAL RESEARCH CENTER “DONSKOY”

**D. M. Marchenko**, Candidate of Agricultural Sciences, head of the department of winter wheat breeding and seed production, wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;  
**M. M. Ivanisov**, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory for breeding and seed production of winter bread wheat of half-intensive type, ivanisov561991@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7395-0910;  
**I. A. Rybas**, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory for breeding and seed production of winter bread wheat of half-intensive type, rybasia@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8443-7714;

**E. I. Nekrasov**, junior researcher of the laboratory for breeding and seed production of winter bread wheat of half-intensive type, 89585748977@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9505-7899;

**I. V. Romanyukina**, research technician of the laboratory for breeding and seed production of winter bread wheat of half-intensive type, aleksandr-romanjukin@rambler, ORCID ID: 0000-0002-8679-7844;

**Yu. Yu. Chukhnenko**, agronomist of the laboratory for breeding and seed production of winter bread wheat of half-intensive type, cuhnenkoulia@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0506-5375

*Agricultural Research Center "Donskoy", 47740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru*

The breeding work with the winter bread wheat in the Federal State Budgetary Scientific Institution "Agricultural Research Center "Donskoy" is being carried out taking into account the increasing aridity of the local climate, the availability of different soil and climatic zones, various forecrops. Every year in the Rostov region there is an increase in the sown area under winter wheat. So, in 2020 the grain crop was sown on more than 2.6 million hectares. Most of it is sown after such non-fallow forecrops as peas, maize, sunflower and other crops. In this regard, it is important to develop and introduce into production winter bread wheat varieties based according to these forecrops. The laboratory for breeding and seed production of winter bread wheat of half-intensive type was established in 1978. For the period from 1978 to 2019, 36 varieties were developed in the laboratory and sent to the State Variety Testing. The main task of the crop breeding for non-fallow forecrops was and still remains to develop highly productive varieties with high frost resistance, drought resistance, heat resistance, resistance to major diseases and grain quality of strong and valuable wheat. In 2020 22 winter bread wheat varieties, developed in the laboratory, have been included into the State List of Breeding Achievements of the Russian Federation. Currently five winter bread wheat varieties 'Polina', 'Ambar', 'Niva Dona', 'Podarok Krymu' and 'Premiera' are undergoing the State Variety Testing. There is still going on the work on the development of new winter bread wheat varieties that meet modern production requirements, with a wide ecological adaptability and stability of productivity and quality of grain and flour.

**Keywords:** winter bread wheat, variety, productivity, forecrop, grain quality.

**Введение.** Селекционная работа по озимой мягкой пшеницы в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Аграрный научный центр «Донской» ведется с учетом усиления засушливости местного климата, наличия различающихся между собой почвенно-климатических зон, разных предшественников. При этом учитывается необходимость возделывания в хозяйствах каждой зоны 3–4 сортов с различными ценными хозяйственно-биологическими признаками и свойствами: 1–2 интенсивного типа для размещения по парам и 1–2 полунтенсивного типа по непаровым предшественникам (Марченко и др., 2018).

Ежегодно в Ростовской области происходит рост посевных площадей под озимой пшеницей. Так, под урожай 2020 г. культура размещена на более чем 2,6 млн га. Большая ее часть высевается по непаровым предшественникам, таким как горох, кукуруза, подсолнечник и другим культурам. В связи с этим актуальны создание и внедрение в производство универсальных или полунтенсивных сортов озимой мягкой пшеницы для посева по этим предшественникам (Громова и др., 2017; Марченко и др., 2018; Филенко и др., 2018).

Лаборатория селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полунтенсивного типа была основана в 1978 г. За период с 1978 по 2019 г. в лаборатории было создано и передано на государственное сортоиспытание 36 сортов. Главной задачей селекционной работы по озимой пшенице для непаровых предшественников было и остается создание высокопродуктивных сортов с высокой морозостойкостью, засухоустойчивостью, жаростойкостью, устойчивостью к основным болезням и качеством зерна сильной и ценной пшеницы.

Основным методом работы по селекции озимой пшеницы является классический метод ступенчатой гибридизации с последующим целенаправленным отбором. В скрещиваниях вовлекаются отдаленные в эколого-географическом отношении сорта и линии (Самофалова и др., 2019).

В исследованиях активно используются методы оценки селекционного материала на морозостойкость, засухоустойчивость, жаростойкость, устойчивость к болезням и вредителям, на высокие хлебопекарные качества. В связи с открытием в научном центре лаборатории маркерной селекции проводятся поисковые работы по выявлению генов, контролирующих проявление устойчивости к основным болезням, с целью дальнейшего их включения в селекционный процесс (Некрасова и др., 2018; Самофалова и др., 2019).

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводились в 2015–2019 гг. на опытных полях ФГБНУ «АНЦ «Донской». Объектом исследования послужили сорта озимой мягкой пшеницы лаборатории полунтенсивного типа, внесенные в Государственный реестр селекционных достижений РФ и проходящие испытания на сортоучастках. В качестве стандарта использовался сорт озимой мягкой пшеницы Дон 107. Предшественник – кукуруза на зерно.

Закладку опытов, фенологические наблюдения, полевые учеты проводили согласно методике государственного испытания и методике полевого опыта. Качественные показатели зерна определяли по методике оценки технологических качеств зерна. Статистическая обработка данных проводилась с помощью компьютерных программ Microsoft Office.

**Результаты и их обсуждение.** На 2020 г. в Государственный реестр селекционных достижений РФ внесено 22 сорта озимой мягкой пшеницы, созданных в лаборатории полуинтенсивного типа (табл. 1).

За последние пять лет допущено к использованию в производстве 7 сортов озимой мягкой пшеницы лаборатории полуинтенсивного типа: Капитан, Капризуля, Лилит, Краса Дона, Вольница, Вольный Дон и Жаворонок.

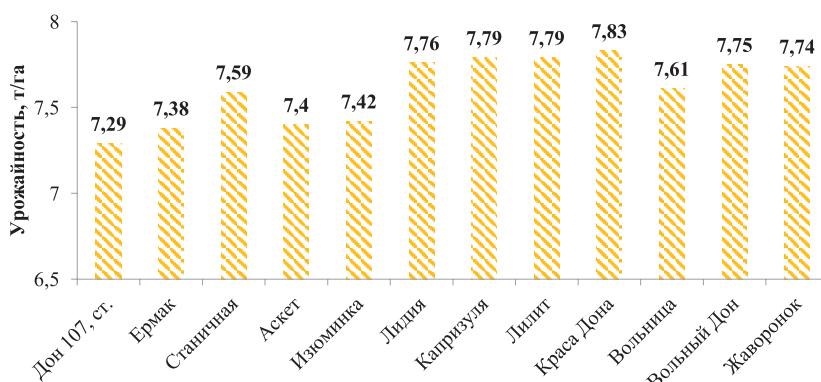
**1. Список сортов озимой мягкой пшеницы лаборатории полуинтенсивного типа, внесенных в Государственный реестр селекционных достижений РФ на 2020 г.**  
**1. The list of the winter bread wheat varieties of the laboratory of semi-intensive type, included into the State List of Breeding Achievements of the Russian Federation in 2020**

| №  | Сорт            | Год включения в реестр | Регион допуска* | Качество зерна по реестру |
|----|-----------------|------------------------|-----------------|---------------------------|
| 1  | Дон 93          | 1997                   | 5, 6, 8         | Сильный                   |
| 2  | Дон 95          | 1998                   | 6, 8            | Сильный                   |
| 3  | Дар Зернограда  | 2000                   | 6, 8            | Ценный                    |
| 4  | Донской маяк    | 2000                   | 6, 8            | Ценный                    |
| 5  | Ермак           | 2001                   | 5, 6, 8         | Ценный                    |
| 6  | Зарница         | 2002                   | 8               | Ценный                    |
| 7  | Станичная       | 2002                   | 6, 8            | Ценный                    |
| 8  | Донской сюрприз | 2003                   | 5, 6, 8         | Сильный                   |
| 9  | Гарант          | 2005                   | 6, 8            | Ценный                    |
| 10 | Дон 105         | 2008                   | 6               | Ценный                    |
| 11 | Девиз           | 2008                   | 6               | Ценный                    |
| 12 | Дон 107         | 2010                   | 6, 8            | Ценный                    |
| 13 | Аскет           | 2011                   | 6, 8            | Ценный                    |
| 14 | Изюминка        | 2013                   | 6               | Ценный                    |
| 15 | Лидия           | 2014                   | 6, 8            | Ценный                    |
| 16 | Капитан         | 2016                   | 8               | Ценный                    |
| 17 | Капризуля       | 2016                   | 6, 8            | Ценный                    |
| 18 | Лилит           | 2016                   | 6, 8            | Ценный                    |
| 19 | Краса Дона      | 2018                   | 6, 8            | Сильный                   |
| 20 | Вольница        | 2020                   | 6               | Сильный                   |
| 21 | Вольный Дон     | 2020                   | 6               | Ценный                    |
| 22 | Жаворонок       | 2020                   | 6, 8            | Ценный                    |

\*5 – Центрально-Черноземный; 6 – Северо-Кавказский; 8 – Нижневолжский.

В качестве стандарта в лаборатории, как и на сортоучастках Ростовской области, используется сорт озимой мягкой пшеницы Дон 107, включенный в Государственный

реестр селекционных достижений в 2010 г. Средняя его урожайность за последние пять лет (2015–2019 гг.) составила 7,29 т/га (рис. 1).



**Рис. 1.** Урожайность сортов озимой мягкой пшеницы по предшественнику кукуруза на зерно,  $HCP_{05} = \pm 0,12$  т/га (2015–2019 гг.)

**Fig. 1.** Productivity of the winter bread wheat varieties sown after maize,  $HCP_{05} = \pm 0,12$  t/ha (2015–2019)

В последние годы лидером по занимаемым площадям в Ростовской области является сорт озимой мягкой пшеницы Ермак, включенный в Государственный реестр селекционных достижений РФ с 2001 г. по Северо-Кавказскому, Центрально-Черноземному и Нижневолжскому регионам. Средняя урожайность сорта за 2015–2019 гг. составила

7,38 т/га при содержании белка в зерне 12,58% (табл. 2). Это высокопродуктивный сорт с повышенным уровнем засухоустойчивости и морозостойкости, обладающий широкой экологической пластичностью. С участием данного сорта были получены новые сорта озимой мягкой пшеницы Лидия и Краса Дона, которые унаследовали от Ермака высокую продуктивность.

## 2. Хозяйственно-биологическая характеристика сортов озимой мягкой пшеницы по предшественнику кукуруза на зерно (2015–2019 гг.)

### 2. Economic and biological characteristics of the winter bread wheat varieties sown after maize for grain (2015–2019)

| Сорт         | Дата<br>колошения, май | Масса<br>1000 зерен, г | Высота<br>растений, см | Содержание в зерне, % |            | ИДК, е. п. |
|--------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------|------------|
|              |                        |                        |                        | белка                 | клейковины |            |
| Дон 107, ст. | 15                     | 40,2                   | 86                     | 12,55                 | 23,1       | 62         |
| Ермак        | 16                     | 43,2                   | 85                     | 12,58                 | 23,5       | 65         |
| Станичная    | 12                     | 43,7                   | 90                     | 12,91                 | 26,2       | 66         |
| Аскет        | 15                     | 40,6                   | 95                     | 13,40                 | 27,6       | 71         |
| Изюминка     | 16                     | 40,4                   | 101                    | 12,65                 | 24,8       | 71         |
| Лидия        | 15                     | 44,1                   | 87                     | 12,96                 | 25,9       | 70         |
| Капризуля    | 15                     | 42,7                   | 86                     | 12,43                 | 23,9       | 73         |
| Лилит        | 15                     | 40,5                   | 84                     | 12,57                 | 24,8       | 68         |
| Краса Дона   | 17                     | 42,0                   | 83                     | 12,89                 | 25,7       | 68         |
| Вольница     | 15                     | 46,2                   | 84                     | 13,85                 | 28,2       | 62         |
| Вольный Дон  | 16                     | 40,4                   | 87                     | 12,60                 | 25,0       | 66         |
| Жаворонок    | 12                     | 44,7                   | 91                     | 13,47                 | 27,6       | 68         |

Большие посевные площади в Ростовской области занимает сорт озимой мягкой пшеницы Станичная. Допущен к использованию в Северо-Кавказском и Нижневолжском регионах РФ с 2002 г. Урожайность в конкурсном испытании составила 7,59 т/га, содержание белка – в среднем 12,91%. Это скороспелый, высокоадаптивный сорт для высокого и среднего агрофона. Обладает высокой морозостойкостью и устойчивостью к засухе на протяжении всей вегетации.

По жестким поздно убираемым предшественникам, а также в засушливых регионах нашей страны рекомендуются для применения в производстве такие сорта озимой мягкой пшеницы, как Аскет и Изюминка. Средняя их урожайность в 2015–2019 гг. по предшественнику кукуруза на зерно составила 7,40 т/га и 7,42 т/га соответственно. Сорт Аскет обладает высокой экологической пластичностью. Стабильно формирует хорошее качество зерна, в засушливые годы дает высокие прибавки урожайности. Изюминка имеет высокий потенциал зерновой продуктивности, характеризуется высокой устойчивостью к основным стресс-факторам Северо-Кавказского региона, хорошо зарекомендовала себя по предшественникам подсолнечник и озимая пшеница.

Лидия – универсальный сорт озимой мягкой пшеницы. Как и отцовский сорт Ермак, обладает высокой экологической пластичностью, однако превосходит его по содержанию в зерне белка и клейковины.

Содержание белка в зерне – 12,96%, клейковины – 25,9%. Обладает высокой устойчивостью к пыльной головне и бурой ржавчине. Средняя урожайность в конкурсных испытаниях по предшественнику кукуруза на зерно за 5 лет составила 7,76 т/га, превышение над Дон 107 – 0,47 т/га ( $НСР_{05} = \pm 0,12$  т/га). Сорт внесен в реестр селекционных достижений РФ с 2014 г. и рекомендуется к использованию по Северо-Кавказскому и Нижневолжскому регионам РФ для посева на высоком и среднем агрофоне,

хорошо зарекомендовал себя по колосовым предшественникам.

В 2016 г. в Государственный реестр селекционных достижений РФ внесено два сорта озимой мягкой пшеницы, созданных в лаборатории полуинтенсивного типа, – Капризуля и Лилит. Средняя их урожайность в 2015–2019 гг. находилась на уровне 7,79 т/га, превышение над стандартом – 0,50 т/га. Капризуля – это высокопродуктивный сорт озимой мягкой пшеницы с высокой адаптивностью и пластичностью на сроки сева. Лилит обладает высоким потенциалом зерновой продуктивности и засухоустойчивостью, по качеству зерна соответствуют требованиям, предъявляемым к ценным пшеницам.

С 2018 г. по Северо-Кавказскому и Нижневолжскому регионам для посева на высоком и среднем агрофоне допущен новый универсальный сорт сильной озимой мягкой пшеницы Краса Дона. В его родословной присутствуют такие сорта, как Ермак, Донская юбилейная и Дарунок. Краса Дона несет в себе комплекс положительных хозяйственно ценных признаков и свойств. Это прежде всего высокая зерновая продуктивность, которая формируется за счет продуктивной кустистости и крупного зерна. Средняя урожайность в конкурсных испытаниях по кукурузе на зерно составила 7,83 т/га, что выше стандартного сорта Дон 107 на 0,54 т/га.

Краса Дона обладает высокой засухоустойчивостью и жаростойкостью, что подтверждается данными лаборатории физиологической оценки селекционного материала. Сорт устойчив к поражению бурой ржавчиной. За годы изучения на инфекционном фоне поражение данным патогеном не превышало 5%, когда стандарт Дон 107 поражался на 60–80%. Морозостойкость высокая, на уровне стандартного сорта.

Важное достоинство нового сорта Краса Дона – высокие мукомольно-хлебопекарные свойства зерна. Сорт включен в список сильных пшениц. Посевная площадь сорта Краса

Дона под урожай 2020 г. в Ростовской области составила 8,5 тыс. га, в Волгоградской области – более 4,0 тыс. га.



**Рис. 2.** Сорт озимой мягкой пшеницы Краса Дона  
**Fig. 2.** The winter bread wheat variety 'Krasa Dona'

С 2020 г. внесены в Государственный реестр селекционных достижений РФ сорта озимой мягкой пшеницы Вольница, Вольный Дон и Жаворонок.

Вольница – крупнозерный сорт универсального типа, сочетает высокую морозостойкость, засухоустойчивость и устойчивость

к основным болезням с высоким качеством зерна. Средняя урожайность по предшественнику кукуруза на зерно составила 7,61 т/га, значение содержания белка – 13,15%. По качеству зерна соответствует сильной пшенице.

Сорт Вольный Дон сочетает высокую зерновую продуктивность, экологическую пластичность и устойчивость к основным болезням с хорошим качеством зерна. Урожайность в конкурсном испытании в годы исследования была на уровне 7,75 т/га, превышение над стандартом – 0,46 т/га. Допущен к использованию по Северо-Кавказскому региону на высоком, среднем и низком агрофоне.

Жаворонок – раннеспелый, высокопродуктивный сорт, обладающий высокой устойчивостью к засухе на протяжении всей вегетации. Создан методом межсортной гибридизации, в качестве исходных форм использовались сорта Станичная и Куяльник. Содержание белка в зерне в 2015–2019 гг. составило 12,77%, урожайность – 7,74 т/га. Допущен к использованию по Северо-Кавказскому и Нижневолжскому регионам РФ на высоком и среднем агрофоне.

На текущий момент проходят государственное сортоиспытание 5 сортов, созданных в лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой полуинтенсивного типа: Полина, Амбар, Нива Дона, Подарок Крыму и Премьера (табл. 3).

### 3. Список сортов озимой мягкой пшеницы лаборатории полуинтенсивного типа, проходящих государственное сортоиспытание

### 3. The list of the winter bread wheat varieties of the laboratory of semi-intensive type, currently undergoing the State Variety Testing

| Сорт          | Год начала испытания | Качество зерна (по данным оригинатора) |
|---------------|----------------------|----------------------------------------|
| Полина        | 2018                 | Ценный                                 |
| Амбар         | 2019                 | Ценный                                 |
| Нива Дона     | 2019                 | Ценный                                 |
| Подарок Крыму | 2020                 | Сильный                                |
| Премьера      | 2020                 | Ценный                                 |

Полина – сорт универсального типа, сочетает высокую зерновую продуктивность с высоким уровнем засухоустойчивости и морозостойкости. Средняя за 3 года урожайность

по предшественнику кукуруза на зерно составила 8,24 т/га, прибавка над стандартом – 0,39 т/га. Сорт выколашивается и созревает на 2 дня позже Дон 107 (табл. 4).

### 4. Характеристика сортов озимой мягкой пшеницы, проходящих испытание на государственных сортоучастках РФ (2017–2019 гг.)

### 4. Characteristics of the winter bread wheat varieties undergoing testing at the State variety plots of the Russian Federation (2017–2019)

| Сорт              | Дата колошения, май | Урожайность, т/га | + к стандарту, т/га | Содержание белка, % | Содержание клейковины, % |
|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| Дон 107, ст.      | 15                  | 7,85              | –                   | 11,39               | 22,6                     |
| Полина            | 17                  | 8,24              | 0,39                | 12,06               | 23,3                     |
| Амбар             | 20                  | 8,29              | 0,44                | 12,19               | 23,7                     |
| Нива Дона         | 16                  | 8,28              | 0,43                | 12,11               | 23,5                     |
| Подарок Крыму     | 11                  | 8,28              | 0,43                | 12,67               | 26,2                     |
| Премьера          | 16                  | 8,87              | 1,02                | 12,12               | 23,1                     |
| НСР <sub>05</sub> | –                   | 0,33              | –                   | –                   | –                        |

Амбар – высокопродуктивный сорт с высокой адаптивностью и экологической пластичностью. Относится к среднеспелой группе созревания, выколашивается в среднем на 5 дней

позже стандарта Дон 107. Урожайность в 2017–2019 гг. составила 8,29 т/га, прибавка к стандартному сорту – 0,44 т/га. Формирует ценное по качеству зерно.



Рис. 3. Сорт озимой мягкой пшеницы Амбар

Fig. 3. The winter bread wheat variety 'Ambar'

Нива Дона – универсальный сорт озимой мягкой пшеницы, сочетающий высокую продуктивность и морозостойкость с устойчивостью к основным болезням. Выколашивается и созревает одновременно со стандартом Дон 107. В конкурсном испытании средняя урожайность составила 8,28 т/га, что на 0,43 т/га выше стандарта.

Подарок Крыму – скороспелый, высокоадаптивный сорт, обладающий повышенной морозостойкостью и устойчивостью к засухе на протяжении всей вегетации. Передан совместно с ФГБНУ НИИСХ Крыма. Новый сорт в среднем выколашивается и созревает на 4 дня раньше стандарта. По урожайности прибавка над Дон 107 составила 0,43 т/га. По качеству зерна соответствует сильной пшенице.

Премьера – сорт универсального типа, сочетает высокую зерновую продуктивность с повышенным уровнем засухоустойчивости

и морозозимостойкости. Относится к среднеранней группе созревания, выколашивается в одно время со стандартным сортом. Урожайность в среднем за 3 года изучения (2017–2019 гг.) по предшественнику кукуруза на зерно составила 8,87 т/га, что выше Дон 107 на 1,02 т/га.

Осенью 2020 г. по результатам трехлетнего изучения в КСИ на государственное сортоиспытание лабораторией селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа было передано 2 новых сорта – Аюта и Золотой колос.

**Выводы.** За последние годы сотрудниками лаборатории проведена плодотворная работа по созданию новых генотипов озимой мягкой пшеницы универсального и полуинтенсивного типа. Только за последние 5 лет в Государственный реестр селекционных достижений включено 7 сортов данного подразделения. Они созданы на основе хорошо зарекомендовавших себя в производстве сортов озимой мягкой пшеницы, таких как Ермак, Донской сюрприз, Станичная, Ростовчанка 5. Унаследовав лучшие качества от родительских форм, поколение новых сортов уже находит свою нишу на полях сельхозтоваропроизводителей Северо-Кавказского и Нижневолжского регионов Российской Федерации.

В настоящее время продолжается работа по созданию новых сортов озимой мягкой пшеницы, отвечающих современным требованиям производства, обладающих широкой экологической пластичностью, стабильностью урожайности и качества зерна и муки. Выделен ряд перспективных образцов озимой пшеницы, характеризующихся высокой продуктивностью и другими хозяйственно ценными признаками и свойствами.

### Библиографические ссылки

1. Громова С. Н., Скрипка О. В., Самофалов А. П., Подгорный С. В. Урожайность и качество сортов и линий озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «ВНИИЗК им. И. Г. Калиненко» по различным предшественникам // Зерновое хозяйство России. 2017. № 3(51). С. 46–51.
2. Марченко Д. М., Скрипка О. В., Самофалова Н. Е., Самофалов А. П., Иличкина Н. П., Гричанникова Т. А., Подгорный С. В., Рыбась И. А., Романюкина И. В., Дубинина О. А., Некрасов Е. И., Некрасова О. А., Иванисов М. М., Дерова Т. Г., Ионова Е. В., Кравченко Н. С., Попов А. С. Сорта озимой мягкой и твердой пшеницы: каталог. Ростов н/Д., 2018. 56 с.
3. Некрасова О. А., Подгорный С. В., Самофалов А. П., Скрипка О. В. Изучение линий озимой мягкой пшеницы в конкурсном сортоиспытании по хозяйственно ценным признакам // Зерновое хозяйство России. 2018. № 3(57). С. 36–39.
4. Самофалова Н. Е., Скрипка О. В., Марченко Д. М., Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Краснова Е. В., Кривошеев Г. Я., Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В., Игнатьев С. А. Характеристика сортов и гибридов ФГБНУ «АНЦ «Донской». Каталог. Воронеж, 2019. 132 с.
5. Филенко Г. А., Фирсова Т. И., Скворцова Ю. Г. Потери зерна при уборке озимой пшеницы (обзор) // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 28–32.

### References

1. Gromova S. N., Skripka O. V., Samofalov A. P., Podgorniy S. V. Urozhajnost' i kachestvo sortov i linij ozimoy myagkoj pshenicy selekcii FGBNU "VNIIZK im. I. G. Kalinenko" po razlichnym predshestvennikam [Productivity and quality of winter bread wheat varieties and lines developed at the FSBSI "ARRIGC named after I. G. Kalinenko" according to various forecrops] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 3(51). S. 46–51.
2. Marchenko D. M., Skripka O. V., Samofalova N. E., Samofalov A. P., Ilichkina N. P., Grichanikova T. A., Podgorniy S. V., Rybas' I. A., Romanyukina I. V., Dubinina O. A., Nekrasov E. I., Nekrasova O. A., Ivanisov M. M., Derova T. G., Ionova E. V., Kravchenko N. S., Popov A. S. Sorta ozimoy myagkoj i tverdoj pshenicy: katalog [Winter bread and durum wheat varieties]. Rostov n/D., 2018. 56 s.

3. Nekrasova O. A., Podgorniy S. V., Samofalov A. P., Skripka O. V. Izuchenie linij ozimoy myagkoj pshenicy v konkursnom sortoispytanii po hozyajstvenno-cennym priznakam [Study of winter bread wheat lines in the Competitive variety testing for economically valuable traits] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2018. № 3(57). S. 36–39.

4. Samofalova N. E., Skripka O. V., Marchenko D. M., Filippov E. G., Doncova A. A., Krasnova E. V., Krivosheev G. Ya., Kovtunova N. A., Kovtunov V. V., Ignat'ev S. A. Harakteristika sortov i gibridov FGBNU "ANC "Donskoj" [Characteristics of varieties and hybrids of the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"]. Katalog. Voronezh, 2019. 132 s.

5. Filenko G. A., Firsova T. I., Skvorcova Yu. G. Poteri zerna pri uborke ozimoy pshenicy (obzor) [Loss of grain during winter wheat harvesting (review)] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2018. № 1(55). С. 28–32.

Поступила: 1.09.20; принята к публикации: 24.09.20.

**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.** Марченко Д. М. – общее научное руководство, концептуализация исследований, критический анализ текста; Иванисов М. М. – концептуализация исследований, подготовка рукописи, финальная доработка текста; Рыбась И. А. – анализ данных и их интерпретация; Некрасов Е. И. – сбор данных и доказательств; Романюкина И. В., Чухненко Ю. Ю. – выполнение полевых опытов и сбор данных; Кравченко Н. С. – выполнение лабораторных опытов.

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

## ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СЕЛЕКЦИОННЫХ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ: ИТОГИ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

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

**Н. П. Иличкина**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства пшеницы твердой озимой, ORCID ID: 0000-0003-4041-0322;

**О. А. Дубинина**, агроном лаборатории селекции и семеноводства пшеницы твердой озимой, ORCID ID: 0000-0003-2768-4935;

**Т. С. Макарова**, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства пшеницы твердой озимой, mts0304@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2286-637x;

**О. А. Костыленко**, агроном лаборатории селекции и семеноводства пшеницы твердой озимой, ORCID ID: 0000-0002-5060-0034;

**А. С. Каменева**, агроном лаборатории селекции и семеноводства пшеницы твердой озимой, ORCID ID: 0000-0003-1466-250x;

**Т. Г. Дерова**, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, derova06@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-7969-054X;

**Н. С. Кравченко**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548

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

Рассмотрены итоги шестидесятилетней селекционной работы по созданию озимой твердой пшеницы, новой культуры для степных засушливых условий Дона. Этот период селекции представлен пятью этапами, где в каждом из них решались определенные задачи, разрабатывались методы получения и использования исходного материала и на его основе выводились сорта, отвечающие данному времени. За всю историю селекционной деятельности было создано 32 сорта озимой тургидной и твердой пшеницы, из которых 21 сорт районирован или включен в Госреестр, 16 – защищены патентами, 6 – изучаются на ГСИ. Представлены результаты изучения сортов всех этапов по основным хозяйственно ценным признакам и свойствам, полученные в опыте «История селекции» по предшественнику сидеральный пар в 2015–2019 гг. Выявлены их положительные достоинства и недостатки в процессе селекции. Существенный прогресс достигнут по изменению архитектуры растений за счет снижения длины соломины на 39,3–45,2 см, повышения устойчивости к полеганию на 1,3–1,4 балла, уплотнения агроценоза на 300–400 колосьев/м<sup>2</sup>, роста уборочного индекса с 26,1 до 41,1%. Урожайность за счет продуктивной селекции за 60 лет выросла на 3,37 т/га, или 66,3%, а потенциал продуктивности современных короткостебельных сортов достиг 10 т/га и выше. Установлено, что с ростом урожайности в ходе селекции улучшались или оставались на прежнем уровне адаптивные свойства (зимостойкость, засухоустойчивость, устойчивость к бурой и желтой ржавчинам, мучнистой росе) и показатели качества зерна и макарон. Обозначены проблемные места, по которым необходимо дальнейшее усиление работ не только в селекции, но и в более широком распространении сортов озимой твердой пшеницы в сельскохозяйственном производстве.

**Ключевые слова:** твердая пшеница, сорт, адаптивность, устойчивость, урожайность.

**Для цитирования:** Самофалова Н. Е., Иличкина Н. П., Дубинина О. А., Макарова Т. С., Костыленко О. А., Каменева А. С., Дерова Т. Г., Кравченко Н. С. История развития селекционных работ по созданию озимой твердой пшеницы: итоги, проблемы, перспективы // Зерновое хозяйство России. 2020. № 6(72). С. 10–18. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-10-18.



## THE HISTORY OF THE BREEDING WORK ON WINTER DURUM WHEAT DEVELOPMENT: RESULTS, PROBLEMS, PROSPECTS

**N. E. Samofalova**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for winter durum wheat breeding and seed production, samofalova.1986@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2216-3164;

**N. P. Ilichkina**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for winter durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-4041-0322;

**O. A. Dubinina**, agronomist of the laboratory for winter durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-2768-4935;

**T. S. Makarova**, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory for winter durum wheat breeding and seed production, mts0304@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2286-637x;

**O. A. Kostylenko**, agronomist of the laboratory for winter durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-5060-0034;

**A. S. Kameneva**, agronomist of the laboratory for winter durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-1466-250x;

**T. G. Deroва**, leading researcher of the laboratory of plant immunity and protection, derova06@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-7969-054X;

**N. S. Kravchenko**, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and grain quality, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548  
*Agricultural Research Center "Donskoy", 347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru*

The current paper has considered the results of sixty years of breeding work on winter durum wheat development, a new grain crop for the steppe arid conditions of the Don area. This breeding period was represented by five stages, each of them was characterized by the solution of various problems, by the development of methods for obtaining and using the initial material and, on its basis, varieties being urgent for the definite period. Throughout the history of breeding work there were developed 32 winter turgid and durum wheat varieties, 21 of which were zoned or included into the State List, 16 were protected by patents, 6 were studied at the SVT. There have been presented the study results of the varieties of different breeding stages according to their main economically valuable traits and properties, obtained in the trial 'History of the breeding work' with green manure fallow in 2015–2019. There have been identified their positive advantages and disadvantages in the breeding process. Significant progress has been achieved in changing plant architectonics by reducing straw length on 39.3–45.2 cm, increasing the resistance to lodging on 1.3–1.4 points, improving the agrocnosis on 300–400 heads per m<sup>2</sup>, and increasing the harvesting index from 26.1 to 41.1%. Productivity due to productive breeding for 60 years increased on 3.37 t/ha or 66.3%, and the productivity potential of the modern short-stemmed varieties reached 10 t/ha and more. There has been found out that productivity improvement during breeding positively affected on adaptive properties (winter resistance, drought resistance, resistance to brown and yellow rust, powdery mildew) and the indices grain and pasta quality. There have also been indicated the problematic areas which require further intensive work not only in breeding, but also in a wider distribution of the winter durum wheat varieties in agricultural production.

**Keywords:** durum wheat, variety, adaptability, resistance, productivity/yield.

**Введение.** В 2020 г. исполняется 90 лет со дня основания ФГБНУ «АНЦ «Донской», 100 лет со дня рождения выдающегося ученого, талантливого селекционера, академика, доктора сельскохозяйственных наук И. Г. Калиненко и 60 лет селекционной работы по созданию озимой твердой пшеницы для юга России.

Проблеме выведения сортов новой для условий Дона культуры, улучшению ее И. Г. Калиненко посвятил около 40 лет своей жизни.

Необходимость данного направления селекции была продиктована резким сокращением посевных площадей под яровой твердой пшеницей, создавшимся дефицитом твердого зерна, связанных с прогрессом в селекции мягкой озимой, созданием высокопродуктивных сортов, таких как Безостая 1, Мироновская 808, Мироновская 264, Ростовчанка и др. Если посевы яровой пшеницы, в основном твердой, занимали в Ростовской области в 1913 г. 1,609 млн га, в 1940 г. – 800 тыс. га, в 1973 г. – 55,2 тыс. га, в 1993 г. – около 20 тыс. га (Калиненко, 1995), то в настоящее время не более 10–15 тыс. га (0,5–0,8% от посева озимой мягкой). Такая же ситуация произошла и в других озимопшеничных регионах юга РФ (Петров и Безгин, 1993).

Основная причина сокращения посевов твердой пшеницы – низкая урожайность в сравнении с озимой мягкой и даже яровым ячменем. Учитывая, что озимый тип развития обеспечивает более высокий уровень урожая, в биоклиматический потенциал юга России, в том числе и Ростовской области, позволяет получать здесь и качественное зерно твердой пшеницы, селекционеры И. Г. Калиненко, П. П. Лукьяненко, Ф. Г. Кириченко, А. Ф. Шулындин в раз-

ные годы приступили к созданию сортов озимой твердой пшеницы (Мудрова, 2004; Щипак и др., 2012).

В ФГБНУ «АНЦ «Донской» (бывшая Зерноградская селекционная станция) селекционная работа по созданию озимой твердой пшеницы была начата в 1961 г. Сложность в селекции этой культуры заключалась в полном отсутствии эффективного исходного материала, который имелся по мягкой озимой пшенице. Выведенные к тому времени первые сорта озимой твердой пшеницы инорайонной селекции – Мичуринка, Новомичуринка, Рубеж и др. в наших условиях оказались низкопродуктивными, недостаточно зимостойкими, неустойчивыми к бурой ржавчине и полеганию. Поэтому необходимо было получить собственный исходный материал, приспособленный к сложным почвенно-климатическим условиям Ростовской области и на его основе создать сорта твердой озимой пшеницы, по урожайности приближающиеся к мягкой озимой, а по качеству – к яровой твердой. За 60-летний период селекционной работы не только был создан разнообразный исходный материал, но на его основе выведено 32 сорта озимой тургидной и твердой пшеницы, из которых 21 сорт районирован или включен в Госреестр, 16 – защищены патентами, 6 – изучаются на ГСИ.

Цель исследований – на основе ретроспективного анализа установить изменения основных хозяйственно-биологических признаков и свойств озимой твердой пшеницы в процессе селекции, выявить проблемные места в селекции и организации внедрения новой культуры в сельскохозяйственное производство, определить дальнейшую ее перспективность.

**Материалы и методы исследований.**

Полевые исследования выполнены в лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы в опыте «История селекции» в 2015–2019 гг. Объектом для исследования послужили 24 сорта озимой твердой пшеницы: Новинка, Новинка 2, Новинка 3, Новинка 4, Новинка 5, Донской янтарь, Дончанка, Топаз, Жемчужина Дона, Гелиос, Терра, Аксинит, Курант, Амазонка, Агат донской, Кристелла, Лазурит, Оникс, Диона, Киприда, Эйрена, Яхонт, Юбиларка, Янтарина.

Посев проводили по предшественнику сидеральный пар, учетная площадь делянки – 10 м<sup>2</sup>, повторность опыта – трехкратная. Все анализы, учеты и наблюдения выполнены по методикам ГСИ. Полевые и лабораторные оценки дополнялись изучением сортов на провокационных и искусственно создаваемых инфекционных фонах. Данные сортов по урожайности и другим признакам приведены в среднем по этапам.

Метеоусловия в годы проведения опытов по влагообеспеченности и температурному ре-

жиму различались. 2015 и 2016 гг. – влажные, количество осадков за сельскохозяйственный год составило 600,4 и 659 мм, за период активной вегетации – 266,8 и 414 мм соответственно, среднемноголетние данные – 583,5 мм и 165,4 мм. 2017 г. – благоприятный по влагообеспеченности, количество осадков на уровне среднемноголетних данных. 2018 г. – засушливый, за сельскохозяйственный год и период активной вегетации выпало 77,7 и 15,7% к норме. 2019 г. – умеренно влажный, за сельскохозяйственный год количество осадков составило 527,9 мм, за период весенне-летней вегетации – 100,6 мм.

**Результаты и их обсуждение.** 60-летняя работа по селекции озимой твердой пшеницы условно разбита на несколько этапов (по десятилетиям), каждый из которых характеризовался созданием нового исходного материала и сортов, полученных на его основе. От этапа к этапу изменялись основные признаки и свойства изучаемого и анализируемого материала, росла урожайность (табл. 1).

**1. Урожайность сортов озимой твердой пшеницы разных этапов селекции, т/га (2015–2019 гг.)**

**1. Productivity of the winter durum wheat varieties of different breeding stages, t/ha (2015–2019)**

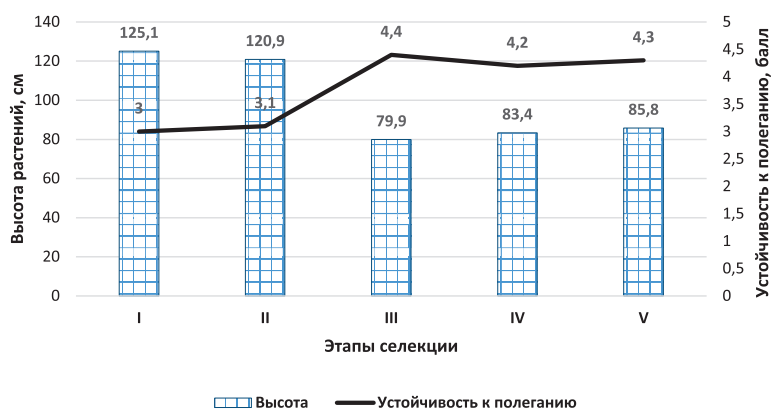
| Этап селекции | Сорт                                                                                                         | Период работы | Год включения в Госреестр                                                    | Урожайность      |           |             |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------|-------------|
|               |                                                                                                              |               |                                                                              | средняя по этапу | ± к этапу |             |
|               |                                                                                                              |               |                                                                              |                  | первому   | предыдущему |
| I             | Новинка*                                                                                                     | 1961–1970 гг. | –                                                                            | 5,08             | –         | –           |
| II            | Новинка 2<br>Новинка 3                                                                                       | 1971–1980 гг. | 1982–1988                                                                    | 5,55             | +0,47     | +0,47       |
| III           | Новинка 4<br>Новинка 5*<br>Донской янтарь                                                                    | 1981–2000 гг. | 1993–2000                                                                    | 7,45             | +2,37     | +1,90       |
| IV            | Дончанка<br>Топаз*<br>Жемчужина Дона<br>Гелиос<br>Терра<br>Аксинит<br>Курант<br>Амазонка                     | 2001–2010 гг. | 2001–2003<br>2005<br>2006<br>2007<br>2008<br>2009                            | 8,03             | +2,95     | +0,58       |
| V             | Агат донской<br>Кристелла<br>Лазурит<br>Оникс<br>Диона<br>Эйрена<br>Киприда<br>Яхонт<br>Юбиларка<br>Янтарина | 2011–2020 гг. | 2012<br>2013<br>2014<br>2015<br>2016<br>2017<br>2018<br>2018<br>2019<br>2020 | 8,45             | +3,37     | +0,42       |

\*сорта, не включенные в Госреестр.

За счет продуктивной селекции сорта каждого периода неизменно превышали по урожайности сорта предыдущего. Средняя урожайность сортов второго этапа была выше первого на 0,47 т/га; третьего над вторым – на 1,90 т/га; четвертого над третьим – на 0,58 т/га и пятого над четвертым – на 0,42 т/га. По сравнению с первым периодом средняя прибавка сортов последних трех

этапов составляла 2,37; 2,95; 3,37 т/га, или 46,6; 58,1; 66,3% соответственно. Потенциал современных сортов озимой твердой пшеницы – 10 т/га и выше. Наиболее существенный прогресс в результате селекционной деятельности был достигнут по изменению архитектоники растений, в частности по снижению длины соломины, повышению устойчивости к полеганию, уплотнению продуктивного стеблестоя.

В целом за пять этапов высота растений снизилась относительно первого на 45,2 см (третий этап) – 39,3 см (пятый этап), устойчивость к полеганию соответственно повысилась на 1,4 и 1,3 балла (рис. 1).



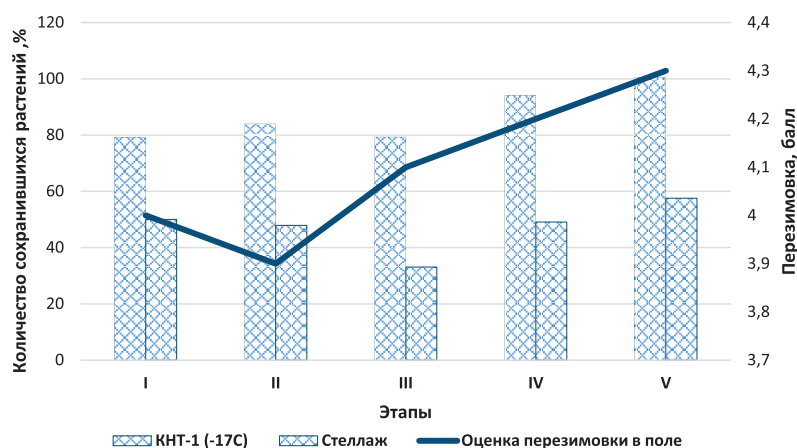
**Рис. 1.** Зависимость устойчивости к полеганию от высоты растений  
**Fig. 1.** Correlation between resistance to lodging and plant height

Снижение высоты растений и повышение устойчивости к полеганию осуществлялись за счет введения в генотип твердой озимой пшеницы генов карликовости *rht1* и *rht2* от сорта яровой твердой пшеницы Овиачик 65 и *rht11* – сорта мягкой озимой пшеницы Краснодарский карлик.

Создание короткостебельного исходного материала и сортов повлекло за собой перераспределение пластических веществ в процессе онтогенеза между генеративной и веге-

тативной частями растений. Уборочный индекс вырос с 26,1% (I этап) до 41,1% (IV–V этапы), продуктивный стеблестой (кустистость) увеличился от 400–450 колосьев на 1 м<sup>2</sup> до 600–800 (Самофалова и др., 2016).

Результаты исследований показали, что одновременно с ростом продуктивности в процессе селекции изменялись и адаптивные признаки, главным из которых для озимой твердой пшеницы является зимостойкость (рис. 2).



**Рис. 2.** Морозостойкость сортов озимой твердой пшеницы разных этапов (2015–2019 гг.)  
**Fig. 2.** Frost resistance of the winter durum wheat varieties of different stages (2015–2019)

Данные рисунка 2 свидетельствуют о том, что селекционный материал первых двух периодов обладал неплохим уровнем морозостойкости как в полевых условиях, так и при промораживании в КНТ-1 (камерах низких температур), стеллажах. Некоторое снижение морозостойкости отмечено у первых полукарликовых сортов: Новинка 4, Новинка 5, Донской янтарь (III этап). А затем с использованием повторных ступенчатых скрещиваний полукарликовых сортов и форм с зимостойкими сортами и линиями второго этапа у сортов

четвертого и пятого этапов повысилась морозостойкость одновременно с ростом урожайности. Хотя следует признать, что уровень этих значений по сортам различался. Высокой морозостойкостью обладают современные сорта озимой твердой пшеницы последнего этапа: Эйрена, Лазурит, Диона, Янтарина. Они превышают стандарт – эталон по морозостойкости Дончанку на 5,6–28,1%, несколько ниже она у других сортов, но уровень ее достаточен для зон допуска их к использованию в 6-м, 8-м регионах.

Касаясь такого важного свойства адаптивности, как засухоустойчивость, следует подчеркнуть, что особых изменений в результате селекционной деятельности не произошло в связи с тем, что в силу генетических особенностей вид *durum* отличается от других своей

высокой жаростойкостью, особенно в период налива и созревания зерна. В засушливые годы (при наличии почвенной влаги) урожайность и крупность зерна у сортов озимой твердой пшеницы выше, чем во влажные (табл. 2).

## 2. Урожайность и крупность зерна сортов озимой твердой пшеницы в контрастные по влагообеспеченности годы

### 2. Productivity and grain size of the winter durum wheat varieties in years contrasting in moisture supply

| Сорт          | Засушливый (2018 г.) |                     |                                           | Влажный (2016 г.) |                     |                                           |
|---------------|----------------------|---------------------|-------------------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------------------------|
|               | урожайность, т/га    | масса 1000 зерен, г | индекс комплексной устойчивости, отн. ед. | урожайность, т/га | масса 1000 зерен, г | индекс комплексной устойчивости, отн. ед. |
| Дончанка, ст. | 12,42                | 40,0                | 254,94                                    | 6,13              | 39,0                | 204,8                                     |
| Амазонка      | 11,56                | 44,4                | 250,4                                     | 6,76              | 38,0                | 239,6                                     |
| Кристелла     | 11,82                | 43,2                | 252,2                                     | 8,12              | 43,8                | 186,5                                     |
| Киприда       | 12,32                | 38,5                | 234,0                                     | 6,63              | 33,8                | 172,8                                     |
| Диона         | 11,71                | 42,5                | 246,7                                     | 6,95              | 36,7                | 148,9                                     |
| Эйрена        | 11,86                | 49,6                | 245,7                                     | 6,70              | 36,7                | 260,5                                     |
| Яхонт         | 12,02                | 46,2                | 224,2                                     | 7,36              | 40,0                | 146,1                                     |
| Юбиларка      | 12,67                | 47,3                | 218,6                                     | 6,29              | 40,6                | 164,4                                     |
| Янтарина      | 11,84                | 53,0                | 237,7                                     | 7,15              | 41,4                | 139,1                                     |

Высокая засухоустойчивость сортов озимой твердой пшеницы в полевых условиях подтверждается и лабораторными методами ее оценки в разные фазы онтогенеза. Индекс комплексной устойчивости, определяющий засухоустойчивость и жаростойкость в начальные стадии развития и роста растений, был также выше в засушливом 2018 г., что связано с формированием более высоких посевных качеств семян.

Оценивая результативность работы по устойчивости к болезням, необходимо отметить, что сорта тургидной и твердой озимой пшеницы первых этапов исходя из продолжительности их жизни стали более восприимчивы к бурой ржавчине и мучнистой росе. А в целом, анализируя сорта всех этапов, видно, что в каждом из них есть генотипы с разной степенью устойчивости к тому или другому возбудителю (табл. 3).

## 3. Характеристика сортов озимой твердой пшеницы по устойчивости к болезням при искусственном заражении

### 3. Characteristics of the winter durum wheat varieties according to disease resistance during artificial infection

| Этап селекции | Сорт           | Устойчивость к болезням |        |           |                |           |
|---------------|----------------|-------------------------|--------|-----------|----------------|-----------|
|               |                | Ржавчина                |        |           | мучнистая роса | септориоз |
|               |                | бурая                   | желтая | стеблевая |                |           |
| I             | Новинка        | СВ                      | У      | СУ        | В              | СУ        |
| II            | Новинка 2      | СВ                      | У      | СУ        | В              | СУ        |
|               | Новинка 3      | СВ                      | У      | СУ        | СВ             | СУ        |
| III           | Новинка 4      | СУ                      | У      | У         | СВ             | СУ        |
|               | Новинка 5*     | У                       | У      | У         | СВ             | СУ        |
|               | Донской янтарь | СУ                      | СУ     | СУ        | СУ             | СВ        |
| IV            | Дончанка       | В                       | СВ     | СУ        | У              | СВ        |
|               | Жемчужина Дона | У                       | У      | У         | В              | СВ        |
|               | Топаз          | СУ                      | СУ     | У         | СВ             | СВ        |
|               | Гелиос         | СВ                      | У      | СУ        | СУ             | СУ        |
|               | Терра          | У                       | У      | У         | У              | СУ        |
|               | Аксинит        | СУ                      | У      | У         | СУ             | СВ        |
|               | Курант         | У                       | У      | У         | СУ             | СВ        |
|               | Амазонка       | СУ                      | У      | СУ        | СУ             | СВ        |
| V             | Агат донской   | У                       | У      | СУ        | У              | СУ        |
|               | Кристелла      | У                       | У      | СУ        | СУ             | СВ        |
|               | Лазурит        | У                       | У      | СУ        | У              | СВ        |
|               | Оникс          | У                       | У      | У         | У              | СУ        |
|               | Киприда        | У                       | У      | У         | СУ             | СВ        |
|               | Диона          | У                       | СУ     | СВ        | У              | СУ        |
|               | Эйрена         | У                       | У      | СУ        | У              | СВ        |
|               | Яхонт          | У                       | У      | СУ        | СУ             | СУ        |
|               | Юбиларка       | У                       | У      | В         | СУ             | СУ        |
|               | Янтарина       | СУ                      | У      | В         | СУ             | СУ        |

Исключение составляют болезни, которые появились и нарастают в изменяющихся условиях климата последних лет (длительные теплые осени, мягкие зимы) – различного рода пятнистости, бактериозы и фузариозы колоса и зерна, корневые гнили, к которым большин-

ство сортов нашей селекции, в том числе и пятого этапа, оказались восприимчивы.

Изменения в процессе селекции коснулись и некоторых признаков качества зерна, макарон (табл. 4–6).

**4. Качество зерна сортов озимой твердой пшеницы разных этапов (2015–2019 гг.)**  
**4. Grain quality of the winter durum wheat varieties of different breeding stages (2015–2019)**

| Период селекции   | масса 1000 зерен, г | стекловидность, % | натура, г/л | белок, % | клейковина, % | SDS-седиментация, мл | число падения, сек |
|-------------------|---------------------|-------------------|-------------|----------|---------------|----------------------|--------------------|
| I                 | 35,6                | 84                | 803         | 16,16    | 28,1          | 40                   | 400                |
| II                | 37,6                | 91                | 805         | 16,28    | 28,3          | 39                   | 417                |
| III               | 39,1                | 97                | 812         | 16,36    | 26,0          | 35                   | 435                |
| IV                | 39,4                | 95                | 800         | 15,00    | 25,6          | 35                   | 404                |
| V                 | 41,5                | 95                | 803         | 14,91    | 25,7          | 36                   | 414                |
| НСР <sub>05</sub> | 2,5                 | 3,3               | 7,9         | 0,38     | 0,45          | 3,0                  | 3,03               |

**5. Качество макарон сортов озимой твердой пшеницы разных этапов (2015–2019 гг.)**  
**5. Pasta quality of the winter durum wheat varieties of different breeding stages (2015–2019)**

| Период селекции   | Каротиноиды, мкг/% | Цвет макарон, балл | Прочность, г | Коэффициент разваримости | Сухой остаток, % |
|-------------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------------------|------------------|
| I                 | 470                | 3,4                | 831          | 3,4                      | 5,8              |
| II                | 483                | 3,5                | 809          | 3,5                      | 6,2              |
| III               | 598                | 4,0                | 802          | 3,5                      | 6,1              |
| IV                | 569                | 4,3                | 800          | 3,5                      | 6,3              |
| V                 | 579                | 4,5                | 775          | 3,5                      | 6,4              |
| НСР <sub>05</sub> | 16,1               | 0,4                | 28,1         | 0,05                     | 0,3              |

**6. Реологические свойства теста сортов озимой твердой пшеницы разных этапов (2015–2019 гг.)**

**6. Rheological dough properties of the winter durum wheat varieties of different breeding stages (2015–2019)**

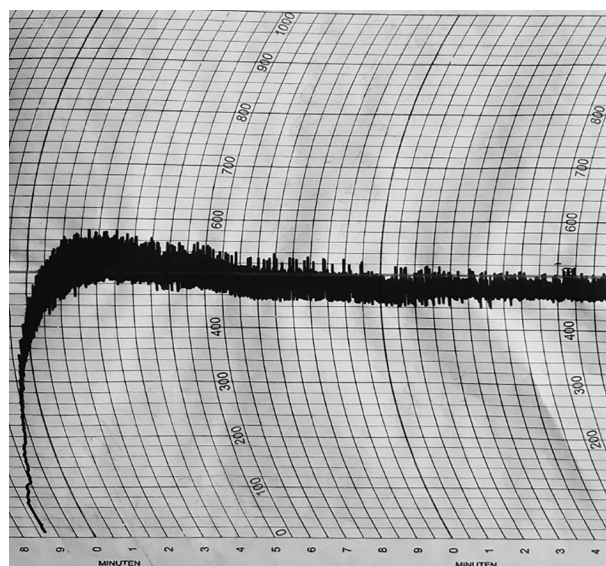
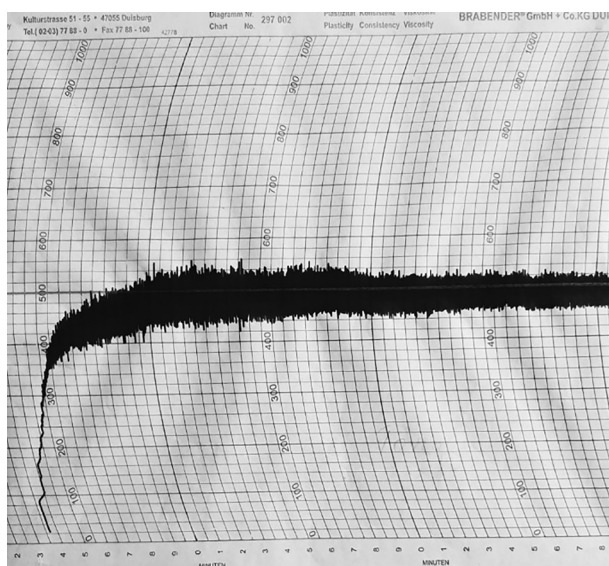
| Период селекции   | Водопоглотительная способность, % | Время образования теста, мин | Эластичность, см | Стабильность, мин | Разжижение, е. ф. | Валориметрическая оценка, е. в. | Общая оценка фаринограммы, балл |
|-------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| I                 | 60,4                              | 5,5                          | 17,5             | 1,7               | 37,5              | 67                              | 8                               |
| II                | 59,5                              | 3,4                          | 18,8             | 1,1               | 45                | 59,8                            | 7,6                             |
| III               | 59,5                              | 2,7                          | 16,6             | 0,7               | 60,8              | 53,5                            | 7,3                             |
| IV                | 57,8                              | 2,5                          | 17,6             | 0,9               | 83,7              | 48,7                            | 6,3                             |
| V                 | 58,0                              | 2,7                          | 18,8             | 0,9               | 68,8              | 53,1                            | 7,2                             |
| НСР <sub>05</sub> | 1,33                              | 0,12                         | 0,5              | 0,11              | 15,4              | 1,45                            | 0,09                            |

Как видно из данных таблиц 4–6, прогресс в первую очередь был достигнут по таким признакам, как крупность зерна – масса 1000 зерен выросла с 35,6 (первый этап) до 41,5 (пятый этап); содержание каротиноидов в зерне, обуславливающих цвет макаронных изделий, – с 470 до 579 мкг/%; цвет макарон – с 3,4 балла до 4,5 балла соответственно. Лучшие сорта в среднем за 5 лет по крупности зерна: Амазонка (43,3 г), Агат донской (42,3 г), Лазурит (43,5 г), Диона (41,6 г), Эйрена (42,5 г), Яхонт (41,7 г), Юбилярка (45,6 г), Янтарина (42 г), то есть сорта последних 10 лет. По содержанию каротиноидов в зерне: Дончанка (569 мкг/%), Жемчужина Дона (586 мкг/%), Гелиос (594 мкг/%), Агат донской (581 мкг/%), Лазурит (585 мкг/%), Оникс (591 мкг/%), Киприда (629 мкг/%), Яхонт (546 мкг/%). У этих же сортов и цвет макарон желтый, лимонно-желтый (4,7–5 баллов).

Однако по мере роста урожайности наблюдалась тенденция снижения содержания белка в зерне с 16,16% (первый этап) до 14,91% (пятый этап), клейковины – с 28,1 до 25,7%, качества клейковины (показатель SDS-седиментации) – с 40 до 35–36 мл. Из-за снижения этих показателей качества произошло ухудшение и реологических свойств теста: времени образования, стабильности, разжижения, валориметрической оценки, общей конфигурации фаринограммы. Причем больше всего это отмечено у сортов Дончанка, Жемчужина Дона, Гелиос (четвертый этап), Киприда (пятый этап). Ухудшились и макаронные свойства: прочность – с 831 г (первый этап) до 775 г (пятый этап), сухой остаток – с 5,8 до 6,4%. По остальным признакам качества – стекловидности, натуре, числу падения существенных изменений в процессе многолетней работы не произошло, что связано с генетической обусловленностью

этих признаков у вида *durum*. Из сортов последних этапов с хорошими показателями качества зерна и макарон характеризовались сорта Терра, Аксинит, Курант, Агат донской, Кристелла, Диона, Оникс, Эйрена, Яхонт,

Янтарина, которые не только соответствуют требованиям ГОСТа РФ I-II класса, но и требованиям мирового рынка. Для них характерно стабильно высокое качество клейковины и реологических свойств теста (рис. 3).



**Рис. 3.** Фаринограмма сортов Диона (9 баллов) и Яхонт (8 баллов)  
**Fig. 3.** Farinogram curve of the varieties 'Diona' (9 points) and 'Yakhont' (8 points)

На каждом этапе ставились определенные задачи, методы и технологии работы, исходный материал, его использование, разрабатывались селекционные программы, что обеспечивало дальнейший прогресс в селекции озимой твердой пшеницы.

Успешной в достижении высокой результативности следует признать и разработанную И. Г. Калиненко оригинальную схему селекции, в основу которой положено сочетание методов отдаленной и внутривидовой гибридизации с использованием провокационных и инфекционных фонов на тот или другой признак.

Селекция любой сельскохозяйственной культуры, в том числе и озимой твердой пшеницы, – процесс непрерывный. Поэтому в ближайшие годы, исходя из ретроспективного анализа нашей многолетней работы, предстоит решить целый ряд проблем как в селекционном плане, так и организационном, направленном на более быстрое и широкое внедрение сортов этой культуры в сельскохозяйственное производство.

В селекционном плане (в изменяющихся условиях климата) основные задачи следующие: выведение сортов, стабильных по урожайности при достигнутом потенциале продуктивности; повышение стрессоустойчивости в начальные периоды роста и развития растений в осенне-засушливый период; способность расти и куститься при пониженных температурах в связи с переносом сроков сева на более поздние; создание устойчивых или выносливых сортов и форм к таким болезням, как пятнистости листьев, снежная плесень, фузариоз колоса и зерна, черный зародыш и т. д.; устойчивость к прорастанию зерна на корню в период нали-

ва и созревания зерна во влажные годы; более высокая отзывчивость на средства интенсификации.

Особо следует остановиться на проблеме повышения качества зерна. Современные сорта озимой твердой пшеницы нашей селекции полностью соответствуют требованиям I-III классов отечественного ГОСТ РФ 9353-2016 при соблюдении рекомендуемых агротехнологий. Однако с учетом растущего спроса на высококачественное сырье внутри страны и на экспорт, разработок новых технологий производства макаронных изделий к качеству зерна твердой пшеницы предъявляются все более высокие требования. Оно должно быть янтарного цвета, крупное, высоконатурное, с упругой и эластичной клейковиной, повышенным содержанием каротиноидов и белка, низким содержанием золы (Васильчук, 2001). Поэтому селекционная программа по озимой твердой пшенице в ФГБНУ «АНЦ «Донской» предусматривает в первую очередь улучшение качества клейковины (повышение индекса глютена) и цветности зерна, крупки, макарон по индексу желтизны. По остальным признакам качества дальнейшая работа будет сосредоточена на повышении их стабильности в различных условиях среды.

Сложнее оказались проблемы по внедрению культуры в сельскохозяйственное производство и более широкому ее распространению, хотя интерес к ней со стороны сельхозтоваропроизводителей постоянно растет.

Для удовлетворения растущего спроса на твердое зерно внутри страны необходим рост посевных площадей яровой твердой пшеницы в зонах, где расположены перераба-

тывающие предприятия, а экспортный спрос в страны ЕС, Турции, Северной Африки может обеспечиваться расширением посевов сортов озимой твердой пшеницы на юге России, где близость зерновых порталов на Азовском и Черном морях делают этот регион основной экспортно ориентированной зоной.

Но для этого, на наш взгляд, требуются: целевая Государственная программа по твердой пшенице, предусматривающая объемы производства зерна для внутреннего потребления и экспортного; бюджетное финансирование селекции и семеноводства; доступность финансов; гибкость механизмов субсидирования, льготных кредитных ставок и т. д. для АПК. Ограничивающим фактором мотивации сельхозтоваропроизводителей на расширенное производство твердого зерна служит также отсутствие контрактации, ценовой политики, Госзаказа (Гончаров и Курашов, 2018).

Только южные регионы РФ (Ростовская, Волгоградская области, Краснодарский и Ставропольский края), высевая сорта озимой твердой пшеницы на площади 250–300 тыс. га, могли бы производить более 1 млн т зерна. Для этого имеются все предпосылки: высокоурожайные, качественные и адаптивные сорта озимой твердой пшеницы, разработанные агротехнологии и успешно продолжающиеся селекционные работы по созданию новых, еще более совершенных сортов – то, о чем мечтали

наши учителя И. Г. Калинин, П. П. Лукьяненко, Ф. Г. Кириченко, начиная селекцию этой культуры в прошлом веке.

**Выводы.** Ретроспективный анализ работ по созданию селекционного материала и сортов озимой тургидной и твердой пшеницы за 60-летний период позволил выявить изменения основных признаков и свойств, произошедших в процессе селекции, прогресс по одним и проблемы по другим, наметить пути дальнейшего совершенствования культуры.

На ближайшую перспективу (с учетом изменяющегося климата, ростом аридности в период вегетации) селекция озимой твердой пшеницы должна быть направлена на решение следующих задач: выведение сортов, стабильных по урожайности при достигнутом потенциале продуктивности; стрессоустойчивых, особенно в начальные периоды роста и развития растений; устойчивых или выносливых к таким болезням, как пятнистости листьев, фузариозы и бактериозы колоса и зерна, черный зародыш и др.; устойчивых к прорастанию зерна в период созревания во влажную погоду; с повышенной отзывчивостью на средства интенсификации.

По качеству зерна селекционная программа по озимой твердой пшенице предусматривает улучшение качества клейковины (повышение индекса глютена) и цветности зерна, крупки, макарон (индекс желтизны).

#### Библиографические ссылки

1. Вавилов Н. И. Научные основы селекции пшеницы. М.: Л.: Сельхозгиз, 1935. 244 с.
2. Васильчук Н. С. Селекция яровой твердой пшеницы. Саратов, 2001. 124 с.
3. Гончаров С. В., Курашов М. Ю. Перспективы развития российского рынка твердой пшеницы // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2018. № 2. С. 66–75. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.2.66.
4. Жуковский П. М. Культурные растения и их сородичи. Л.: Колос, 1971. 752 с.
5. Калинин И. Г. Селекция озимой пшеницы. М.: ИК «Родник», 1995. 220 с.
6. Мудрова А. А. Селекция твердой озимой пшеницы на Кубани. Краснодар: Агропромиздат, 2004. 190 с.
7. Петров Г. И. Твердые пшеницы в степи Ставрополя. ОНО ПОСС. Буденновск, 1993. 24 с.
8. Самофалова Н. Е., Иличкина Н. П., Лещенко М. А., Дубинина О. А., Кравченко Н. С., Дерова Т. Г. Состояние и задачи селекции твердой озимой пшеницы в изменяющихся условиях климата // Аграрный вестник Урала. 2015. № 12(142). С. 18–23.
9. Щипак Г. В., Недоступов Р. А., Щипак В. Г. Селекция озимой твердой пшеницы на повышение адаптивного потенциала и урожайность // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. Т. 16, № 2. С. 455–463.

#### References

1. Vavilov N. I. Nauchnye osnovy selekcii pshenicy [Scientific basis of wheat breeding]. M.: L.: Sel'hozgiz, 1935. 244 s.
2. Vasil'chuk N. S. Selekcija yarovoj tverdoj pshenicy [Breeding of spring durum wheat]. Saratov, 2001. 124 s.
3. Goncharov S. V., Kurashov M. Yu. Perspektivy razvitiya rossijskogo rynka tverdoj pshenicy [Prospects for the development of the Russian durum wheat market] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. № 2. S. 66–75. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.2.66.
4. Zhukovskij P. M. Kul'turnye rasteniya i ih sorodichi [Cultivated plants and their progeny]. L.: Kolos, 1971. 752 s.
5. Kalinenko I. G. Selekcija ozimoi pshenicy [Winter wheat breeding]. M.: IK "Rodnik", 1995. 220 s.
6. Mudrova A. A. Selekcija tverdoj ozimoi pshenicy na Kubani [Winter durum wheat breeding in the Kuban]. Krasnodar: Agropromizdat, 2004. 190 s.
7. Petrov G. I. Tverdye pshenicy v stepi Stavropol'ya [Durum wheat in the Stavropol steppe]. ONO POSS. Budennovsk, 1993. 24 s.
8. Samofalova N. E., Ilichkina N. P., Leshchenko M. A., Dubinina O. A., Kravchenko N. S., Derova T. G. Sostoyanie i zadachi selekcii tverdoj ozimoi pshenicy v izmenyayushchihsiya usloviyah klimata [The state and tasks of winter durum wheat breeding in the changing climate conditions] // Agrarnyj vestnik Urala. 2015. № 12(142). S. 18–23.

9. Shchipak G. V., Nedostupov R. A., Shchipak V. G. Selekcija ozimoj tvrdoj pšenicy na povyšenje adaptivnogo potencijala i urozhajnost' [Winter durum wheat breeding to increase the adaptive potential and productivity] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2012. T. 16, № 2. S. 455–463.

Поступила: 26.03.20; принята к публикации: 18.05.20.

**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.** Самофалова Н. Е. – концептуализации исследований, подготовка рукописи; Иличкина Н. П., Макарова Т. С., Дубинина О. А., Костыленко О. А., Каменева А. С., Дерова Т. Г., Игнатьева Н. Г. – подготовка и проведение опыта в 2015–2019 гг., выполнение полевых опытов, анализ данных и их интерпретация; Самофалова Н. Е., Макарова Т. С. – финальная доработка, подготовка рукописи к печати.

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

## СЕЛЕКЦИЯ СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ИНТЕНСИВНОГО ТИПА В ФГБНУ «АНЦ «ДОНСКОЙ»

**О. В. Скрипка**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, ORCID ID: 0000-0002-6183-8312;

**С. В. Подгорный**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, podgorny128@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-8438-1327;

**А. П. Самофалов**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, ORCID ID: 0000-0002-1709-2808;

**В. Л. Чернова**, агроном лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, ORCID ID: 0000-0002-0451-2711

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

Планомерные исследования по селекции озимой пшеницы на бывшей Зерноградской селекционно-опытной станции, а ныне ФГБНУ «АНЦ «Донской» были начаты с 1955 г. В этих условиях создание наиболее пригодных к местным условиям сортов интенсивного типа с повышенной морозостойкостью определяло основное направление селекции озимой пшеницы в эти годы. В начале 1980-х гг. в области увеличиваются площади черных паров, большое внимание уделялось орошаемому земледелию. Предусматривалось доведение площади посевов на орошении на Северном Кавказе до 1 млн га. Поэтому была поставлена задача создания высокопродуктивных, низкостебельных, устойчивых к полеганию сортов, отзывчивых на внесение минеральных удобрений, с комплексным иммунитетом к болезням. Результатом работы лаборатории озимой мягкой пшеницы за последние сорок лет стало создание 22 сортов интенсивного типа с хорошей адаптацией к условиям Ростовской области. На 2020 г. в Государственный реестр селекционных достижений внесено 17 сортов мягкой озимой пшеницы интенсивного типа, пять из них проходят государственное сортоиспытание на ГСУ РФ: Юбилей Дона, Зодиак, Универ, Раздолье, Рубин Дона. Стабильный рост урожайности возможен лишь при акценте селекции на создание сортов с широкими адаптивными свойствами, обеспечивающими получение достаточно высокой урожайности в варьирующих условиях возделывания. Из селективируемых признаков, влияющих на стабильность урожайности, наиболее значимыми в условиях Дона остаются зимоморозостойкость, устойчивость к болезням, засухоустойчивость, скороспелость, качество зерна. Поэтому поиск путей решения этих проблем, повышение адаптивного потенциала – важнейшая задача будущего. Для решения этой задачи основным методом селекции озимой мягкой пшеницы интенсивного типа по-прежнему остается внутривидовая, межвидовая гибридизация с последующим целенаправленным отбором.

**Ключевые слова:** озимая мягкая пшеница, селекция, сорт, урожайность, качество зерна, морозостойкость.

**Для цитирования:** Скрипка О. В., Подгорный С. В., Самофалов А. П., Чернова В. Л. Селекция сортов озимой мягкой пшеницы интенсивного типа в ФГБНУ «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2020. № 6(72). С. 19–25. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-19-25.



## THE BREEDING WORK ON THE WINTER BREAD WHEAT VARIETIES OF INTENSIVE TYPE IN THE FSBSI "AGRICULTURAL RESEARCH CENTER "DONSKOY"

**O. V. Skripka**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for the breeding and seed production of winter bread wheat of an intensive type, ORCID ID: 0000-0002-4409-4542;

**S. V. Podgorny**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for the breeding and seed production of winter bread wheat of an intensive type, podgorny128@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-8438-1327;

**A. P. Samofalov**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for the breeding and seed production of winter bread wheat of an intensive type, ORCID ID: 0000-0002-1709-2808;

**V. L. Chernova**, agronomist of the laboratory for the breeding and seed production of winter bread wheat of an intensive type, ORCID ID: 0000-0002-0451-2711

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

The systematic study on winter wheat breeding began in 1955 in the former Zernograd experimental station, and now the Federal State Budgetary Scientific Institution "ARC "Donskoy". Under these conditions, the development of the most suitable for local conditions varieties of intensive type with increased frost resistance determined the main direction of winter wheat breeding in those years. In the early 1980s, the area of black fallow increased in the Rostov region, much attention was paid to irrigated agriculture. There was planned to increase the area under irrigation in

the North Caucasus to 1 million hectares. Therefore, there was set a goal to develop highly productive, low-stemmed, resistant to lodging varieties, responsive to mineral fertilizing with complex immunity to diseases. The breeding work of the laboratory for the breeding and seed production of winter bread wheat of an intensive type over the past forty years resulted in the development of 22 varieties of intensive type with good adaptability to the conditions of the Rostov region. In 2020, 17 winter bread wheat varieties of an intensive type were included into the State List of Breeding Achievements, five varieties 'Yubiley Dona', 'Zodiak', 'Univer', 'Razdolnye', 'Rubin Dona' are currently undergoing the State Variety Testing at the SVTs of the Russian Federation. A stable productivity improvement is possible only with the emphasis on the development of varieties with broad adaptive properties, providing sufficiently high yields under various cultivation conditions. Among the breeding traits that affect productivity stability, the most significant in the conditions of the Don are winter and frost resistance, disease resistance, drought resistance, early ripeness, and grain quality. Therefore, the adaptive potential increase is the most important task for the future breeding. In order to solve this problem, intraspecific and interspecific hybridization, followed by targeted selection, remains the main breeding method of winter bread wheat of an intensive type.

**Keywords:** winter bread wheat, breeding, variety, productivity/yield, grain quality, frost resistance.

**Введение.** Для успешного выполнения задач по увеличению и стабилизации производства зерна, а также для повышения его качества важнейшее значение имеют ускорение и модернизация селекционного процесса, создание и внедрение новых сортов в производство. Современное производство нуждается в высокопродуктивных сортах, обладающих высоким качеством зерна и высокой адаптивностью (морозостойкость, засухоустойчивость, устойчивость к болезням и др.) (Иванисов, 2019).

Среди различных агроприемов на долю сорта приходится 20–25% прироста урожайности, а что касается озимой пшеницы, то в экстремальных условиях (суровые зимы, засухи, эпифитотии бурой ржавчины и других болезней) устойчивым сортам нередко принадлежит решающая роль.

Увеличение урожайности является наиболее важным критерием при возделывании любой сельскохозяйственной культуры, в том числе и озимой пшеницы (Сандухадзе, 2010).

Существует два основных направления решения этой задачи:

1. Создание сортов с высоким потенциалом продуктивности, имеющих максимально высокую степень ее реализации независимо от складывающихся лимитов среды.

2. Увеличение реализации потенциала продуктивности сортов за счет совершенствования технологий возделывания.

Роль сорта в формировании урожайности определяется уровнем его генетического потенциала продуктивности, который является первичным и ведущим фактором при формировании урожайности. Технология возделывания лишь способствует в большей или меньшей степени реализации генетического потенциала продуктивности сорта (Алабушев, 2010; Зюкин 2018).

За последние 50 лет урожайность озимой пшеницы удвоилась и даже утроилась. Это произошло за счет сортосмены, когда сорта заменяются другими, более продуктивными и лучше приспособленными к местным условиям.

Рост урожайности озимой пшеницы на Дону связан с селекционной работой, проводимой в ФГБНУ «АНЦ «Донской», которая ведется с учетом усиления засушливости климата, наличием разных предшественников и почвенно-климатических зон.

Основной задачей селекции при создании новых сортов является создание сортов озимой пшеницы интенсивного типа, в максимальной степени использующих почвенное плодородие лучших предшественников. По ним в Ростовской области размещается около половины всех посевов озимой пшеницы (от 800 тыс. га до 1,2 млн га).

Для решения этих задач основным методом остается внутривидовая ступенчатая гибридизация с последующим целенаправленным отбором.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводились в 2015–2020 гг. на опытных полях ФГБНУ «АНЦ «Донской». В качестве стандарта использовался сорт озимой мягкой пшеницы Ермак. Предшественник – сидеральный пар. Объектом исследования послужили внесенные в Государственный реестр селекционных достижений и проходящие испытание сорта озимой мягкой пшеницы, созданные в лаборатории интенсивного типа. Закладку опытов, фенологические наблюдения, полевые учеты проводили согласно методике государственного испытания и методике полевого опыта. Статистическая обработка данных проводилась с помощью компьютерных программ.

**Результаты и их обсуждение.** Первый сорт, который был создан в лаборатории, был Зерноградка. В Государственном реестре этот сорт находился до конца 1950-х гг.

Второй сорт озимой пшеницы интенсивного типа Донская остистая поступил на государственное сортоиспытание в 1968 г. Он был получен при скрещивании местной линии 272/59 (Одесская 16 х Одесская 3) х Безостая 1.

В 1978 г. на государственное сортоиспытание была передана озимая мягкая пшеница Донская безостая. Процесс создания его длился 23 года и включал 6 ступеней скрещивания. В создании сорта принимали участие 7 сортов мягкой озимой пшеницы различного эколого-географического происхождения (Безостая 1, Безостая 4, Краснодарская 6, Аврора, Мироновская 808, Мироновская 264, Одесская 16), а также 5 линий Зерноградской селекции (209/72, 259/72, 261/67, 297/72, 1173/69) (Кудряшов, 2001).

Донская безостая – это озимая пшеница интенсивного типа, предназначенная

для возделывания по парам и лучшим непаровым предшественникам, обладающая высоким качеством зерна и высокой морозостойкостью. Благодаря этим свойствам сорт нашел мировое применение в производстве и был ускоренно внедрен в производство (1985 г. – 485 тыс. га; 1986 г. – 1 млн 241 тыс. га; 1989 г. – 1 млн 880 тыс. га). Это один из лучших по качеству зерна сортов озимой пшеницы Зерноградской селекции (Ковтун, 2004).

С созданием сорта Донская безостая открылся новый этап в селекции сортов озимой пшеницы Зерноградской селекции. По своему значению Донская безостая сыграла такую же роль, как и появление сорта Безостая 1 для Краснодарской селекции. От скрещивания Донской безостой с Донской полукарликовой были созданы новые, более совершенные, чем сами родители, сорта интенсивного типа, которые занесены в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 1992–1994 гг. Это такие сорта, как Донщина, Зерноградка 6, Зерноградка 8, Ростовчанка 2, Донская юбилейная.

Используя метод ступенчатых скрещиваний с участием сорта озимой пшеницы Донская безостая или ее сестринских линий, была создана серия новых сортов интенсивного и полунинтенсивного типа, которые обладали высокой экологической пластичностью и стабильной по годам урожайностью. Это сорта: Зерноградка 9, Зерноградка 10,

Дон-95, Донской маяк, Ермак, Зерноградка 11, Ростовчанка 3, Ростовчанка 5 и ряд других.

Всего с участием Донской безостой и ее сестринских линий (560/76, 463/76, 943/76) начиная с 1977 г. в ФГБНУ «АНЦ «Донской» создано и передано на государственное сортоиспытание 30 сортов озимой мягкой пшеницы, 24 сорта (80%) занесены в Государственный реестр селекционных достижений, 4 сорта изучаются на государственном сортоиспытании (Ковтун, 2010).

Подводя итоги работы за 40-летний период (1980–2020 гг.), следует отметить, что в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в производстве в разных регионах России и за ее пределами, внесено 22 сорта мягкой озимой пшеницы, которые созданы в лаборатории селекции озимой мягкой пшеницы интенсивного типа: Донская безостая, Донская полукарликовая, Донщина, Зерноградка 6, Зерноградка 8, Ростовчанка 2, Донская юбилейная, Подарок Дону, Зерноградка 9, Зерноградка 10, Зерноградка 11, Конкурент, Ростовчанка 3, Ростовчанка 5 (Алабушев, 2010), Ростовчанка 7, Марафон, Танаис, Аксинья, Находка, Шеф, Этюд и Донская степь.

На сегодня в Государственном реестре селекционных достижений РФ находится 17 сортов озимой мягкой пшеницы, которые были созданы в лаборатории мягкой озимой пшеницы интенсивного типа (табл. 1).

**1. Список сортов озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, внесенных в Государственный реестр селекционных достижений РФ**  
**1. The list of the winter bread wheat varieties of intensive type included in the State List of Breeding Achievements of the Russian Federation**

| №  | Сорт              | Год включения в реестр | Регион допуска* | Качество зерна по реестру |
|----|-------------------|------------------------|-----------------|---------------------------|
| 1  | Донская безостая  | 1983                   | 5, 6, 8         | Сильный                   |
| 2  | Донщина           | 1992                   | 8               | Сильный                   |
| 3  | Донская юбилейная | 1994                   | 6               | Сильный                   |
| 4  | Зерноградка 9     | 1998                   | 6               | Ценный                    |
| 5  | Подарок Дону      | 1999                   | 6               | Сильный                   |
| 6  | Зерноградка 11    | 2003                   | 6, 8            | Ценный                    |
| 7  | Конкурент         | 2004                   | 6               | Ценный                    |
| 8  | Ростовчанка 3     | 2004                   | 6, 8            | Сильный                   |
| 9  | Танаис            | 2006                   | 6, 8            | Сильный                   |
| 10 | Ростовчанка 5     | 2008                   | 6, 8            | Ценный                    |
| 11 | Марафон           | 2009                   | 7, 8            | Ценный                    |
| 12 | Ростовчанка 7     | 2008                   | 6, 8            | Ценный                    |
| 13 | Аксинья           | 2014                   | 6               | Сильный                   |
| 14 | Находка           | 2015                   | 6               | Ценный                    |
| 15 | Шеф               | 2019                   | 6               | Сильный                   |
| 16 | Этюд              | 2019                   | 6, 8            | Ценный                    |
| 17 | Донская степь     | 2020                   | 6, 8            | Ценный                    |

\*регионы РФ: 5 – Центрально-Черноземный; 6 – Северо-Кавказский; 7 – Средневолжский; 8 – Нижневолжский.

С 2014 по 2020 г. (то есть за 6 лет) к использованию в производстве допущено пять сортов озимой пшеницы интенсивного типа: Аксинья, Находка, Шеф, Этюд, Донская степь.

В 2014 г. в Государственный реестр селекционных достижений РФ внесен сорт озимой

мягкой пшеницы Аксинья (рис. 1). Сорт создан методом внутривидовой сложной ступенчатой гибридизации при скрещивании линии 1106/97 (Подарок Дону x 1312/88) и сорта Зарница. Это низкостебельный, сильный по качеству зерна сорт, обладающий высокой продуктивностью,

экологической пластичностью, высоким уровнем морозостойкости. Средняя урожайность по сидеральному пару в конкурсном сортоиспытании за 2015–2019 гг. изучения составила 9,21 т/га, превышение над стандартом составило 0,41 т/га. Максимальная урожайность полу-

чена в 2018 г. – 10,74 т/га. Сорт допущен к использованию в Северо-Кавказском (6) регионе для посева на высоком и среднем агрофоне. Занесен в список сильных пшениц РФ. Среднее содержание белка за 2015–2019 гг. – 15,1%, клейковины – 29,1%, первой группы качества.



**Рис. 1.** Зерно и колос сортов озимой мягкой пшеницы Аксинья (слева), Находка (справа)  
**Fig. 1.** Grain and head of the winter bread wheat varieties 'Aksiniya' (left), 'Nakhodka' (right)

В 2015 г. в Госреестр внесена озимая мягкая пшеница интенсивного типа Находка (рис. 1). Это низкостебельный, высокопродуктивный сорт. Средняя урожайность в конкурсном сортоиспытании по предшественнику сидеральный пар за 2015–2019 гг. изучения составила 9,30 т/га, превысив стандарт на 0,50 т/га. Максимальная урожайность получена в 2018 г. – 10,94 т/га. Находка допущена к использованию в Северо-Кавказском (6) регионе для посева на высоком и среднем агрофоне. Сорт занесен в список ценных сортов РФ. Среднее содержание белка за 2015–2019 гг. – 14,7%, клейковины – 31,0%, первой группы качества.

В 2019 г. в Государственный реестр селекционных достижений РФ внесены два сорта озимой мягкой пшеницы, созданные в лаборатории интенсивного типа, – Шеф и Этюд,

в родословной которых в качестве отцовской формы использовался всем известный сорт Ростовчанка 5.

Этюд – раннеспелый, низкостебельный, морозостойкий сорт, обладающий высокой продуктивностью и качеством зерна. Средняя урожайность по предшественнику сидеральный пар в конкурсном сортоиспытании составила за 2015–2019 гг. изучения 9,14 т/га, превышение над стандартом Ермак – 0,34 т/га. Максимальная урожайность получена в 2018 г. – 10,70 т/га. Сорт внесен в Госреестр по 6-му и 8-му регионам РФ. Предназначен для возделывания на высоком и повышенном агрофоне. По качеству зерна – ценная пшеница (рис. 2). Среднее содержание белка за 2015–2019 гг. – 14,2%, клейковины – 27,9%, первой группы качества.



**Рис. 2.** Сорта озимой мягкой пшеницы интенсивного типа Этюд (слева), Шеф (справа)  
**Fig. 2.** The winter bread wheat varieties of intensive type 'Etyud' (left), 'Shef' (right)

Шеф – низкостебельный, высокопродуктивный сорт. Средняя урожайность за 2015–2019 гг. изучения в конкурсном сортоиспытании по предшественнику сидеральный пар составила 9,35 т/га, превысив стандарт Ермак на 0,55 т/га; по кукурузе на зерно урожайность составила 8,53 т/га; по гороху – 8,60 т/га. Максимальная урожайность получена по предшественнику черный пар в 2018 г. – 10,99 т/га. Занесен в список сильных пшениц РФ. Содержание белка – от 14,5 до 15,1%, клейковины – от 28,5 до 30,1%, первой группы качества.

На 2020 г. внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ сорт озимой мягкой пшеницы Донская степь, созданный в лаборатории озимой пшеницы интенсивного типа и переданный на изучение в ГСИ в 2016 г. Сорт Донская степь допущен по 6-му и 8-му регионам РФ как ценная пшеница. Она

рекомендуется для возделывания на высоком и среднем агрофоне, формирует стабильно высокую урожайность по разным предшественникам. При изучении в конкурсном сортоиспытании средняя урожайность за 2015–2019 гг. изучения составила по предшественнику сидеральный пар 9,72 т/га, превышение над стандартом Ермак – 0,92 т/га; по кукурузе на зерно – 8,63 т/га; по гороху – 8,71 т/га. Максимальная урожайность (11,83 т/га) получена в 2017 г. по предшественнику черный пар. Содержание белка в зерне – от 13,5 до 15,2%, клейковины – от 27,5 до 28,5%, первой и второй группы качества.

С 2017 по 2019 г. для изучения в государственном сортоиспытании переданы пять сортов мягкой озимой пшеницы интенсивного типа: Юбилей Дона, Универ, Зодиак, Раздолье и Рубин Дона (табл. 2).

## 2. Список сортов озимой пшеницы интенсивного типа, изучающихся на ГСУ РФ 2. The list of the winter bread wheat varieties of intensive type studied at the State Variety Testing

| № | Название сорта | Год передачи | Год начала испытания | Качество зерна |
|---|----------------|--------------|----------------------|----------------|
| 1 | Юбилей Дона    | 2017         | 2018                 | Сильный        |
| 2 | Универ         | 2018         | 2019                 | Ценный         |
| 3 | Зодиак         | 2018         | 2019                 | Ценный         |
| 4 | Раздолье       | 2019         | 2020                 | Ценный         |
| 5 | Рубин Дона     | 2019         | 2020                 | Сильный        |

Юбилей Дона – низкостебельный, морозостойкий сорт, обладающий высокой продуктивностью и качеством зерна. Средняя урожайность за 2017–2019 гг. изучения по сидеральному пару составила 9,81 т/га, превысив стандарт Ермак на 0,71 т/га. Содержание

белка – 15,1%, клейковины – 29,4% (рис. 3). Максимальная урожайность получена в 2017 г. по предшественнику черный пар – 11,5 т/га. Сорт рекомендуется для возделывания на высоком и среднем уровне плодородия.



**Рис. 3.** Урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы, проходящих государственное сортоиспытание (2017–2019 гг.)

**Fig. 3.** Productivity and grain quality of the winter bread wheat varieties studied at the State Variety Testing (2017–2019)

Универ – высокопродуктивный среднепоздний сорт. Средняя урожайность в конкурсном сортоиспытании за 2017–2019 гг. изучения по сидеральному пару составила 10,1 т/га, прибавка к стандарту Ермак – 1,00 т/га. По ку-

курузе на зерно средняя урожайность за 2017–2019 гг. изучения составила 8,97 т/га, прибавка к стандарту Ермак – 1,31 т/га. Максимальную урожайность сорт сформировал в 2017 г. по предшественнику черный пар – 12,36 т/га.

По качеству зерна соответствует ценным пшеницам. Содержание белка – 13,7%, клейковины – 27,2%, второй группы качества.

**Зодиак** – низкостебельный, высокопродуктивный, среднеранний, устойчивый к бурой и желтой ржавчинам, средне устойчив к мучнистой росе и септориозу. Средняя урожайность по сидеральному пару за 2017-2019 годы изучения в конкурсном сортоиспытании составила 9,60 т/га, прибавка к стандарту Ермак составила 0,50 т/га. По кукурузе на зерно 8,10 т/га, превысив стандарт Ермак на 0,44 т/га. Качество зерна соответствует ценным по качеству зерна пшеницам. Содержание белка – 14,3%, клейковины – 28,1%, первой группы качества.

**Раздолье** – короткостебельный, высокопродуктивный, среднепоздний (колосится и созревает на 4–5 дней позже стандарта). Характеризуется высокой устойчивостью к основным листовым болезням пшеницы (бурой и желтой ржавчинам, мучнистой росе), средневосприимчив к септориозу. Средняя урожайность по сидеральному пару за 2017–2019 гг. изучения в конкурсном сортоиспытании составила 10,94 т/га, превысив стандарт Ермак на 1,84 т/га. По кукурузе на зерно – 8,82 т/га, прибавка к стандарту – 1,16 т/га; по гороху – 6,15 т/га, превысив стандарт на 0,97 т/га. Максимальная урожайность получена в 2017 г. по предшественнику черный пар – 13,06 т/га. Формирует зерно, соответствующее ценным пшеницам. Содержание белка – 13,6%, клейковины – 27,0%, ИДК – I группы качества.

**Рубин Дона** – низкостебельный, среднеранний, высокопродуктивный сорт, характеризующийся высоким качеством зерна и муки. Средняя урожайность у сорта по предшественнику сидеральный пар за 2017–2019 гг. изучения составила 9,81 т/га, превышение над стандартом Ермак – 0,71 т/га; по кукурузе на зерно – 8,13 т/га, превысив стандарт на 0,47 т/га; по подсолнечнику – 5,77 т/га, превышение – на 0,69 т/га. Содержание белка составило 14,8%, клейковины – 28,9%, первой группы качества, что соответствует сильным пшеницам. Сорт Рубин Дона характеризуется высокой устойчивостью к бурой и желтой ржавчинам, среднеустойчив к мучнистой росе и септориозу.

**Выводы.** В настоящее время созданы новые высокопродуктивные сорта, обладающие высокой продуктивностью, широкой экологической пластичностью и высоким качеством зерна и муки.

В задачи наших исследований на ближайшие годы входит создание новых, более совершенных сортов озимой пшеницы, которые наряду с высокой продуктивностью и качеством зерна были низкостебельными, обладали экологической пластичностью, адаптивностью к криогенным нагрузкам на разных этапах онтогенеза.

Для решения этих задач основным методом на ближайшие годы остается внутривидовая и межвидовая ступенчатая гибридизация с последующим целенаправленным отбором.

#### Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Гуреева А. В., Раева С. А. Состояние и перспективы развития семеноводства зерновых культур России // Зерновое хозяйство России. 2010. № 6(12). С. 13–17.
2. Алабушев А. В. Итоги и приоритетные направления по селекции, семеноводству, технологии возделывания во ВНИИЗК им. И. Г. Калиненко // Зерновое хозяйство России. 2010. № 5(11). С. 5–9.
3. Зюкин Д. А. Стратегия развития зернопродуктового полкомплекса АПК как важное направление обеспечения продовольственной безопасности страны // Вопросы экономики и права. 2018. № 124. С. 84–88.
4. Иванисов М. М., Марченко Д. М., Некрасов Е. И., Рыбась И. А., Романюкина И. В., Кравченко Н. С. Результаты изучения сортов озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения в условиях юга Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 12–17.
5. Ковтун В. И., Скрипка О. В. Урожайность и элементы ее структуры у сортообразцов озимой мягкой пшеницы в условиях Ростовской области // Сб. научн. трудов в честь 90-летия КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко. 2004. Т. 1. С. 185–189.
6. Кудряшов И. Н., Беспалова А. А., Гусев В. А. Сорт как основополагающий фактор интенсификации производства зерна озимой пшеницы // Пшеница и тритикале. Зеленая революция П. П. Лукьяненко: мат. науч.-практ. конференции. 2001. С. 464–469.
7. Сандухадзе Б. И. Селекция озимой пшеницы – важнейший фактор повышения урожайности и качества // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 11. С. 4–6.

#### References

1. Alabushev A. V., Gureeva A. V., Raeva S. A. Sostoyanie i perspektivy razvitiya semenovodstva zernovykh kul'tur Rossii [The state and prospects of development of seed production of grain crops in Russia] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2010. № 6(12). S. 13–17.
2. Alabushev A. V. Itogi i prioritetye napravleniya po selekcii, semenovodstvu, tekhnologii vozdelevaniya vo VNIIZK im. I. G. Kalinenko [Results and priority areas for breeding, seed production, cultivation technology at the ARRIGC named after I. G. Kalinenko] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2010. № 5(11). S. 5–9.
3. Zyukin D. A. Strategiya razvitiya zernoproduktovogo polkompleksa APK kak vazhnoe napravlenie obespecheniya prodovol'stvennoj bezopasnosti strany [The development strategy of the grain production complex of the AIC as an important direction of ensuring the country's food security] // Voprosy ekonomiki i prava. 2018. № 124. S. 84–88.
4. Ivanisov M. M., Marchenko D. M., Nekrasov E. I., Rybas' I. A., Romanyukina I. V., Kravchenko N. S. Rezul'taty izucheniya sortov ozimoy myagkoj pshenicy razlichnogo ekologo-geograficheskogo

proiskhozhdeniya v usloviyah yuga Rostovskoj oblasti [The study results of the winter bread wheat varieties of various ecological and geographical origin in the south of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 6(66). S. 12–17.

5. Kovtun V. I., Skripka O. V. Urozhajnost' i elementy ee struktury u sortootbrazcov ozimoj myagkoj pshenicy v usloviyah Rostovskoj oblasti [Productivity and its structure elements of the winter bread wheat varieties in the conditions of the Rostov region] // Sb. nauchn. trudov v chest' 90-letiya KNIISKH im. P. P. Luk'yanenko. 2004. T. 1. S. 185–189.

6. Kudryashov I. N., Bespalova A. A., Gusev V. A. Sort kak osnovopolagayushchij faktor intensivizatsii proizvodstva zerna ozimoj pshenicy [A variety as a fundamental factor in the intensification of winter wheat grain production] // Pshenica i triticales. Zelenaya revolyuciya P. P. Luk'yanenko: mat. nauch.-prakt. konferencii. 2001. S. 464–469.

7. Sanduhadze B. I. Selekcija ozimoj pshenicy – vazhnejshij faktor povysheniya urozhajnosti i kachestva [Winter wheat breeding is the most important factor in increasing yields and quality] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2010. № 11. S. 4–6.

Поступила: 03.02.20; принята к публикации: 15.06.20.

**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.** Скрипка О. В., Подгорный С. В., Самофалов А. П., Чернова В. Л. – концептуализация исследования, подготовка опыта, выполнение полевых и лабораторных опытов, анализ данных и их интерпретация; Скрипка О. В., Подгорный С. В. – сбор данных, подготовка рукописи.

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

## ОСНОВНЫЕ ИТОГИ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА ДОНУ ЗА 2010–2020 ГОДЫ

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

**А. А. Регидин**, младший научный сотрудник лаборатории многолетних трав, ORCID ID: 0000-0002-3246-1501;

**Т. В. Грязева**, кандидат сельскохозяйственных наук, агроном лаборатории многолетних трав, ORCID ID: 0000-0002-6846-1108;

**К. Н. Горюнов**, агроном лаборатории многолетних трав, ORCID ID: 0000-0002-5685-6508  
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,  
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: [vniizk30@mail.ru](mailto:vniizk30@mail.ru)

В статье представлен обзор работы лаборатории селекции и семеноводства многолетних трав ФГБНУ «АНЦ «Донской» за десятилетний период. Представлена краткая история развития лаборатории с момента ее формирования по наши дни. Основной целью работы в данный период были выведение, размножение, внедрение в производство новых сортов люцерны и эспарцета, отличающихся широким спектром устойчивости к различным стрессовым факторам, а также с высокой урожайностью кормовой массы и семян. В коллекционных питомниках люцерны за это время прошли агробиологическую оценку более 600 сортообразцов из мировой коллекции ВИР, других научно-исследовательских учреждений и гибридов местной селекции. На основе этой работы методами гибридизации и отбора создан исходный материал с широкой изменчивостью хозяйственно-биологических полезных признаков. Лучшие линии и гибриды вошли в состав сложного гибридных популяций, которые стали основой новых сортов люцерны – Селянка (2013) и Голубка (2019). На протяжении всей истории лаборатории уделялось большое внимание созданию новых сортов эспарцета, в результате было районировано несколько его сортов: Северокавказский двуукосный (1947), Зерноградский 2 (1998), Зерноградский 3 (2001), Атаманский (2004), Велес (2010). За последние десять лет созданы, прошли государственное сортоиспытание и были включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по нескольким регионам РФ, сорта эспарцета Сударь (2013) и Шурави (2019), которые охраняются патентом. Приведено краткое описание актуальных проблем селекции и первичного семеноводства многолетних трав, а также направлений работы лаборатории для их решения. Освещена публикационная активность лаборатории.

**Ключевые слова:** многолетние травы, люцерна, эспарцет, сорт, селекция, первичное семеноводство.

**Для цитирования:** Игнатъев С. А., Регидин А. А., Грязева Т. В., Горюнов К. Н. Основные итоги селекции и семеноводства многолетних трав на Дону за 2010–2020 годы // Зерновое хозяйство России. 2020. № 6(72). С. 26–31. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-26-31.



## THE MAIN RESULTS OF BREEDING AND SEED PRODUCTION OF PERENNIAL GRASSES ON THE DON AREA IN 2010-2020

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

**A. A. Regidin**, junior researcher of the laboratory for perennial grasses, ORCID ID: 0000-0002-3246-1501;

**T. V. Gryazeva**, Candidate of Agricultural Sciences, agronomist of the laboratory for perennial grasses, ORCID ID: 0000-0002-6846-1108;

**K. N. Goryunov**, agronomist of the laboratory for perennial grasses, ORCID ID: 0000-0002-5685-6508  
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 an overview of the work of the laboratory for breeding and seed production of perennial grasses of the ARC "Donskoy" over a ten-year period. There has been presented a brief history of the development of the laboratory from the moment of its establishment to the present day. The main purpose of the work in this period was the breeding, reproduction, introduction into production of the new alfalfa and sainfoin varieties with a wide range of resistance to various stress factors with high productivity of forage and seeds. In the collection farms of alfalfa there have been tested and agro biologically estimated more than 600 varieties from the world collection of VIR, other research institutions and local hybrids. Based on this work there have been developed an initial material with a wide variability of economically-biological useful characters using the methods of hybridization and selection. The best lines and hybrids were included in the complex hybrid populations, which became the basis for the development of the new alfalfa varieties 'Selyanka' (2013) and 'Golubka' (2019). Throughout the history of the laboratory, great attention was paid to the development of the new sainfoin varieties, as a result of which there were zoned such varieties as 'Severokavkazsky dvukosny' (1947), 'Zernogradsky 2' (1998), 'Zernogradsky 3' (2001), 'Atamansky' (2004), 'Veles' (2010). Over the past ten years, there were developed the sainfoin varieties 'Sudar' (2013) and 'Shuravi' (2019) protected by a patent, the varieties undergone the State Variety Testing, were included into the State List of Breeding Achievements approved for use in several regions of the Russian Federation. There has been given a brief description of the current

problems of breeding and primary seed production of perennial grasses, as well as the directions of the laboratory's work to solve them. There has been presented the publication activity of the researchers of the laboratory.

**Keywords:** *perennial grasses, alfalfa, sainfoin, variety, breeding, primary seed production.*

**Введение.** Многолетним травам принадлежит важная роль в создании продуктивного и устойчивого функционирования растениеводства и земледелия. Они являются главнейшими производителями полноценных кормов для сельскохозяйственных животных, выполняют почвоохранные и ресурсосберегающие функции и этим связывают в единое целое растениеводство, земледелие и животноводство.

В выполнении этих задач, необходимых для эффективного ведения сельскохозяйственного производства, сорту принадлежит ведущая роль, так как он является самым доступным средством, способным обеспечить животных полноценными кормами, растениеводству дать рациональный предшественник, земледелию – экономию средств на применении минеральных удобрений и предотвращение водной и ветровой эрозии.

Лаборатория селекции и семеноводства многолетних трав под руководством Д. И. Возного организована в середине 30-х гг. прошедшего века. Ее создание явилось следствием больших перемен в сельскохозяйственной науке и производстве, большой потребности растениеводства не только в новых урожайных сортах зерновых культур и трав, но и их интродукции, во введении в культуру в различных зонах страны.

На протяжении всех последующих лет на юге страны лаборатория стала заметной в выведении, размножении, внедрении в производство новых урожайных сортов и технологий возделывания люцерны, эспарцета, костреца, пырея, житняка. В это время приходилось не только создавать сорта кормовых трав, но и выполнять большую работу по пропаганде использования новых для производства кормовых культур – пырея, костреца и эспарцета. Культуры выращивания житняка, пырея, костреца и эспарцета практически не было.

В послевоенные 50-е и 60-е гг. семена злаковых кормовых трав ежегодно поставлялись во многие области СССР.

Последние 10 лет из почти 90-летней истории лаборатория селекции и первичного семеноводства многолетних трав продолжала плодотворно работать.

Цель исследований – выведение, размножение, внедрение в производство новых сортов люцерны и эспарцета, отличающихся широким спектром устойчивости к различным стрессовым факторам, а также с высокой урожайностью кормовой массы и семян.

#### **Материалы и методы исследований.**

Селекционная работа проводилась в южной зоне Ростовской области на землях ФГБНУ «АНЦ «Донской». В качестве объекта исследо-

ваний служили образцы, линии и сорта люцерны и эспарцета разного эколого-географического происхождения.

Основные методы работы – межвидовая и межсортная гибридизация, формирование синтетических популяций люцерны и эспарцета на основе широкого поликросса биотипов, свободно-ограниченное межсортное переопыление специально подобранных образцов этих культур в условиях изоляции.

Полевые исследования проводились согласно «Методическим рекомендациям по селекции многолетних трав» (1985).

Для погодно-климатических условий последнего десятилетия характерен острый недостаток влаги в период активной вегетации (Попов и др., 2012; Кривошеев и др., 2014; Донцова и Филиппов, 2014) на фоне повышения среднесуточных температур воздуха и напоянный в 65–70% лет гидротермический коэффициент (Самофалова и др., 2019).

Особенно острый недостаток влаги отмечался в позднелетний и осенний периоды, что затягивало начало осенней вегетации многолетних бобовых трав и ухудшало их подготовку к зимним условиям.

**Результаты и их обсуждение.** В Северо-Кавказском регионе наиболее перспективной и эффективной кормовой многолетней бобовой культурой является люцерна. При широком ареале ее возделывания для повышения эффективности ее использования необходимы выведение и внедрение в производство новых сортов люцерны с широким спектром устойчивости к абиотическим и биотическим стрессовым факторам, со стабильной и высокой урожайностью кормовой массы и семян. В коллекционных питомниках люцерны за это время прошли агробиологическую оценку более 600 сортообразцов из мировой коллекции ВИР, других научно-исследовательских учреждений и гибридов местной селекции. На основе этой работы методами гибридизации и отбора создан исходный материал с широкой изменчивостью хозяйственно-биологических полезных признаков. Лучшие линии и гибриды вошли в состав сложногогибридных популяций, которые стали основой новых сортов люцерны – Селянка (2013) и Голубка (2019). Опубликован каталог источников ценных хозяйственно-биологических признаков люцерны (2018).

Сорт Селянка – сложногогибридная популяция, созданная методом поликросса из простых гибридов и сортов (Семиреченская местная х Краснокутская пестрогибридная), (Краснодарская ранняя х Манычская), Orca (K-39174), Манычская (рис. 1).



а) б)  
**Рис. 1.** Сорт люцерны Селянка:  
растение (а) и семена (б)

**Fig. 1.** The alfalfa variety 'Selyanka':  
plant (a) and seeds (b)

Сорт люцерны изменчивой Селянка внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ с 2013 г., защищен патентом и допущен к использованию в наиболее засушливых регионах – Северо-Кавказском и Нижневолжском.

Высота растений в фазу начала цветения составляла 95–110 см, облиственность – 50–52%. Характеризуется ранним и дружным отрастанием весной и после укосов. В первом укосе средняя урожайность зеленой массы составляла 32,2 т/га, сухого вещества – 8,6 т/га, семян – 0,29 т/га.

В 2019 г. в Государственный реестр селекционных достижений РФ внесен новый сорт люцерны изменчивой – Голубка, защищенный патентом и допущенный к использованию в Нижневолжском регионе (рис. 2).



а) б)  
**Рис. 2.** Сорт люцерны Голубка:  
растение (а) и семена (б)

**Fig. 2.** The alfalfa variety 'Golubka':  
plant (a) and seeds (b)

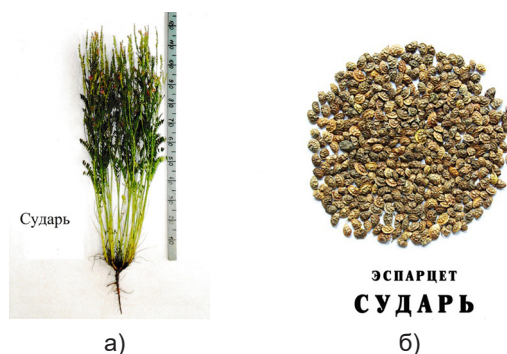
Сорт создан методом поликросса индивидуально-семейственных отборов в сортах Манычская и Донская 2. Высота растений в фазу начала цветения составляла 100–112 см, облиственность растений – 50–52%. Продолжительность периода от начала весеннего отрастания до первого укоса равнялась 70–76 дням. В первом укосе средняя урожайность зеленой массы составляла 33,6 т/га, сухого вещества – 9,1 т/га, семян – 0,31 т/га, что выше, чем у стандарта, соответственно на 13,6; 14,9 и 17,3%.

Важной кормовой культурой, зона возделывания которой в большей степени совпадает с зоной возделывания люцерны, является другая многолетняя бобовая трава – эспарцет. Он обладает рядом морфологических и хозяйственных признаков и свойств, которые делают его не менее важной, чем люцерна, кормовой культурой. Используемые сорта эспарцета обладают высокой урожайностью зеленой массы, засухоустойчивостью, морозостойкостью, скороспелостью. Преимущество его перед люцерной в значительной степени проявляется в остро засушливых условиях. Эспарцет не испытывает недостатка влаги благодаря хорошо развитой, глубоко проникающей в почву корневой системе, поэтому формирует стабильный и высокий урожай зеленой массы и семян. Зеленая масса достигает технической спелости на 12–15 дней раньше, чем у люцерны. В отличие от люцерны, у которой получение семян связано с применением инсектицидов, у эспарцета получение семян практически исключает использование инсектицидов. Эспарцет не требователен к почвенному плодородию и хорошо произрастает на смытых, каменистых и на малопродуктивных почвах в целом.

Люцерна и эспарцет в производстве кормов взаимодополняют друг друга и позволяют повысить эффективность растениеводства.

На протяжении всей истории лаборатории уделялось большое внимание созданию новых сортов эспарцета, в результате было районировано несколько его сортов: Северокавказский двуукосный (1947), Зерноградский 2 (1998), Зерноградский 3 (2001), Атаманский (2004), Велес (2010). За последние десять лет создан, прошел государственное сортоиспытание и был включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Северо-Кавказскому региону РФ, сорт эспарцета Сударь, охраняется патентом.

Сорт эспарцета Сударь – искусственная синтетическая популяция, созданная на основе индивидуально-семейственного отбора и поликросса в исходных формах К-17155, К-16423, К-13081, К-17395, К-30075, К-28632, К-30889, К-29625, К-37028, Северокавказский двуукосный, Зерноградский 2, Зерноградский 3 (рис. 3).



а) б)  
**Рис. 3.** Сорт эспарцета Сударь:  
растение (а) и семена (б)

**Fig. 3.** The sainfoin variety 'Sudar':  
plant (a) and seeds (b)

По большинству морфологических признаков отнесен к эспарцету закавказского вида (*Onobrychis transcaucasica*). Растения сорта образуют куст полупрямостоячей и прямостоячей формы высотой в фазу начала цветения 100–110 см. Стебли ребристые, средней грубости, в основной массе полые, редко встречаются с выполненной сердцевинкой. Облиственность растений – 40–45%. Vegetационный период от начала весеннего отрастания до полной спелости семян составляет 85–100 дней, укосная спелость зеленой массы наступает через 45–60 дней. Средняя урожайность зеленой массы составляла 32,7 т/га, сена – 9,5 т/га, семян – 0,91 т/га. В сухом веществе содержится 18–19% сырого протеина, 28–30% клетчатки.

С 2019 г. в Госреестр селекционных достижений внесен и допущен к использованию в Северо-Кавказском, Нижневолжском и Средневолжском регионах новый сорт эспарцета Шурави (рис. 4).



**Рис. 4.** Сорт эспарцета Шурави: растение (а) и семена (б)  
**Fig. 4.** The sainfoin variety 'Shuravi': plant (a) and seeds (b)

Сорт создан индивидуально-семейственным отбором в Северокавказском двуукосном, отборах № 9261 и № 9775, Зерноградском 2 и эспарцете дикорастущем К-44757 (Дагестан) с последующим поликроссом и массовым негативным отбором. По большинству признаков сорт эспарцета Шурави отнесен к эспарцету закавказского вида (*Onobrychis transcaucasica*).

Растения сорта образуют прямостоячий (40%), полупрямостоячий (40%) и полуразвалистый (20%) куст высотой в фазу начала цветения 98–110 см. Стебель ребристый, толстый, слабо опушен, мягкий, большей частью полый, хотя встречается и выполненный. Облиственность растений – 40–45%. Vegetационный период от начала весеннего отрастания до первого укоса составляет 47–62 дня, до полной спелости семян – 87–95 дней.

Средняя урожайность зеленой массы за время его испытаний была 34,3 т/га, сухого вещества – 9,3 т/га, семян – 1,15 т/га. В сухом веществе среднее содержание сырого протеина составляло 18,59%, клетчатки – 31,2%.

В лаборатории проводится необходимая работа по ведению первичного семеноводства многолетних трав селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» как внесенных в реестр, так и перспективных сортов люцерны и эспарцета. Производятся оригинальные семена 6 сортов люцерны, 4 сортов эспарцета и 3 сортов многолетних кормовых злаков. В зависимости от складывающихся погодных-климатических и организационно-хозяйственных условий выращивается 1300–2000 кг семян люцерны, 3500–8100 кг семян эспарцета и 1100–2200 кг семян житняка, костреца и пырея. Оригинальные семена поступают на опытные станции института или их приобретают другие хозяйства региона, способные вести дальнейшее семеноводство многолетних трав (рис. 5).



**Рис. 5.** Питомники размножения (слева направо): эспарцет Сударь, люцерна Селянка, житняк Зерноградский 1, кострец Безостый 2, пырей Ростовский 31

**Fig. 5.** Breeding farms (from left to right): the sainfoin variety 'Sudar', the alfalfa variety 'Selyanka', the wheatgrass variety 'Zernogradsky 1', the brome 'Bezosty 2', the bluegrass variety 'Rostovsky 31'

Определенные трудности вызывает определение времени скашивания зеленой массы для ее наиболее рационального использования. В связи с этим было показано изменение основных хозяйственных признаков по фазам развития – бутонизация, стеблевание, начало и конец цветения. Также определено изменение качественного состава сухого вещества по первому и второму укосам. Установлен на этой основе оптимальный срок скашивания зеленой массы люцерны на сено, сенаж, травяную муку, гранулы – начало цветения. При более раннем скашивании зеленая масса имеет высокое кормовое качество, но меньшую урожайность, при позднем – высокую урожайность, но качество ее существенно хуже (Игнатьев и др., 2016).

В серии статей освещались вопросы продуктивности люцерны и эспарцета, новых и допущенных к использованию сортов, качества их кормовой продукции и биоэнергетическая эффективность возделывания (Игнатьев и Грязева, 2018; Игнатьев и др., 2018; Игнатьев и Регидин, 2018; Игнатьев и др., 2018). Показано, что сорта люцерны селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» дают в среднем урожайность зеленой массы в первом укосе 30–35 т/га, сухого вещества – 8,0–8,5 т/га; во втором укосе – 18–20 т/га зеленой массы и 4,0–4,9 т/га сухого вещества. Сбор кормовых единиц составлял при этом 5100–5500 с 1 га, сырого протеина – 2,5–2,7 т/га. В 1 кг сухого вещества содержание обменной энергии составляло 9,8–10,2 МДж. У сортов эспарцета средняя урожайность зеленой массы достигала 28–30 т/га, сухого вещества – 7,5–8,0 т/га, сбор кормовых единиц – 4,8–5,5 тыс./га, сырого протеина – 1260–1345 кг/га, а в 1 кг сухого вещества было 9,5–10,0 МДж обменной энергии.

Изученные сорта люцерны и эспарцета имеют высокую биоэнергетическую эффективность.

В ряде работ представлена роль сортов эспарцета местной селекции как предшественников для озимых культур, используемых на сидеральное удобрение.

Во многих регионах страны имеется большое количество хозяйств, не имеющих животноводства и испытывающих затруднения в приобретении минеральных удобрений. Такие предприятия могут существенно экономить средства на приобретение удобрений, используя эспарцет как сидерат. Нами показано, что с 1 т сухого вещества различных сортов эспарцета в почву поступает в среднем макроэлементов: 20–30 кг/га азота, 6,5–7,2 кг/га фосфора и 16–19 кг/га калия, что в 2–4 раза превышает содержание этих элементов в 1 т навоза хорошего качества (Игнатьев и др., 2013; Игнатьев и др., 2017; Игнатьев и Регидин, 2019).

Сотрудники лаборатории откликнулись на текущие проблемы выращивания многолетних трав. Издавали и неоднократно переиздавали рекомендации по возделыванию люцерны, эспарцета, костреца, житняка на семена и сено. Ежегодно принимали участие в научно-практических конференциях и совещаниях разного уровня.

**Выводы.** Представленный обзор проводимой селекционной работы с многолетними травами показывает ее научную эффективность и необходимость дальнейшего продолжения работ как одного из важных подразделений на юге России, обеспечивающего растениеводство огромного региона высокопродуктивными сортами многолетних бобовых трав, качественными их семенами высоких репродукций.

#### Библиографические ссылки

1. Донцова А. А., Филиппов Е. Г. Создание новых сортов ячменя, адаптированных к усилению аридности климата // Зерновое хозяйство России. 2014. № 6(36). С. 43–49.
2. Игнатьев С. А., Грязева Т. В., Игнатьева Н. Г. Влияние сроков скашивания зеленой массы люцерны на продуктивность и ее кормовую ценность // Зерновое хозяйство России. 2016. № 5(47). С. 54–58.
3. Игнатьев С. А., Грязева Т. В., Игнатьева Н. Г., Регидин А. А. Изучение динамики продуктивности и качества корма разных сортов люцерны и эспарцета // Зерновое хозяйство России. 2018. № 5(59). С. 10–14.
4. Игнатьев С. А., Регидин А. А. Кормовая продуктивность и ценность как предшественника нового сорта эспарцета Шурави // Зерновое хозяйство России. 2019. № 4(64). С. 27–30.
5. Игнатьев С. А., Грязева Т. В., Метлина Г. В., Игнатьева Н. Г. Перспективный сорт люцерны изменчивой Голубка // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 20–23.
6. Игнатьев С. А., Чесноков И. М., Грязева Т. В., Игнатьева Н. Г. Продуктивность и использование современных сортов эспарцета // Земледелие. 2013. № 8. С. 36–37.
7. Игнатьев С. А., Метлина Г. В., Грязева Т. В., Игнатьева Н. Г. Продуктивность и энергетическая эффективность возделывания сортов люцерны // Зерновое хозяйство России. 2017. № 5(53). С. 61–65.
8. Игнатьев С. А., Регидин А. А. Результативность селекции эспарцета на кормовую и семенную продуктивность // Зерновое хозяйство России. 2018. № 3(57). С. 49–52.
9. Игнатьев С. А., Грязева Т. В. Результаты селекции люцерны на продуктивность // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4(58). С. 62–67.
10. Кривошеев Г. Я., Игнатьев А. С., Буин Н. П. Изменение климатических условий в южной зоне Ростовской области в период вегетации кукурузы // Зерновое хозяйство России. 2014. № 1(31). С. 44–50.
11. Попов А. С., Янковский Н. Г., Овсянникова Г. В., Сухарев А. А., Кравченко М. Е. Особенности погодных условий в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2012. № 3(21). С. 56–59.

12. Самофалова Н. Е., Дубинина О. А., Самофалов А. П., Иличина Н. П. Роль метеофакторов в формировании продуктивности озимой твердой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2019. № 5(65). С. 18–23.

### References

1. Doncova A. A., Filippov E. G. Sozdanie novykh sortov yachmenya, adaptirovannykh k usileniyu aridnosti klimata [Development of new barley varieties adapted to the increasing aridity of the climate] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 6(36). S. 43–49.
2. Ignat'ev S. A., Gryazeva T. V., Ignat'eva N. G. Vliyaniye srokov skashivaniya zelenoy massy lyucerny na produktivnost' i ee kormovuyu cennost' [Influence of mowing time of alfalfa green mass on productivity and its feed value] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 5(47). S. 54–58.
3. Ignat'ev S. A., Gryazeva T. V., Ignat'eva N. G., Regidin A. A. Izuchenie dinamiki produktivnosti i kachestva korma raznykh sortov lyucerny i esparceta [Productivity of various alfalfa varieties in the south of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 5(59). S. 10–14.
4. Ignat'ev S. A., Regidin A. A. Kormovaya produktivnost' i cennost' kak predshestvennika novogo sorta esparceta Shuravi [Forage productivity and value as a forecrop of the new sainfoin variety 'Shuravi'] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 4(64). S. 27–30.
5. Ignat'ev S. A., Gryazeva T. V., Metlina G. V., Ignat'eva N. G. Perspektivnyy sort lyucerny izmenchivoj Golubka [A promising variety of alfalfa 'Golubka'] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(55). S. 20–23.
6. Ignat'ev S. A., Chesnokov I. M., Gryazeva T. V., Ignat'eva N. G. Produktivnost' i ispol'zovanie sovremennykh sortov esparceta [Productivity and use of modern sainfoin varieties] // Zemledelie. 2013. № 8. S. 36–37.
7. Ignat'ev S. A., Metlina G. V., Gryazeva T. V., Ignat'eva N. G. Produktivnost' i energeticheskaya effektivnost' vozdel'yvaniya sortov lyucerny [Productivity and energy efficiency of alfalfa cultivation] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 5(53). S. 61–65.
8. Ignat'ev S. A., Regidin A. A. Rezul'tativnost' selekcii esparceta na kormovuyu i semennuyu produktivnost' [The effectiveness of sainfoin breeding for fodder and seed productivity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 3(57). S. 49–52.
9. Ignat'ev S. A., Gryazeva T. V. Rezul'taty selekcii lyucerny na produktivnost' [Results of breeding alfalfa for productivity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). S. 62–67.
10. Krivosheev G. Ya., Ignat'ev A. S., Buin N. P. Izmeneniye klimaticheskikh uslovij v yuzhnoy zone Rostovskoy oblasti v period vegetatsii kukuruzy [Changes of climatic conditions in the southern zone of the Rostov region during maize growing season] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 1(31). S. 44–50.
11. Popov A. S., Yankovskiy N. G., Ovsyannikova G. V., Suharev A. A., Kravchenko M. E. Osobennosti pogodnykh uslovij v yuzhnoy zone Rostovskoy oblasti [Features of weather conditions in the southern zone of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2012. № 3(21). S. 56–59.
12. Samofalova N. E., Dubinina O. A., Samofalov A. P., Ilichkina N. P. Rol' meteofaktorov v formirovaniy produktivnosti ozimoy tverdoj pshenicy [The role of weather factors in the formation of winter durum wheat productivity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 5(65). S. 18–23.

Поступила: 09.01.20; принята к публикации: 05.02.20.

**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.** Игнатьев С. А., Регидин А. А., Грязева Т. В., Горюнов К. Н. – концептуализация исследования, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

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

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ СЕЛЕКЦИИ КУКУРУЗЫ В АГРАРНОМ НАУЧНОМ ЦЕНТРЕ «ДОНСКОЙ»

**Г. Я. Кривошеев**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства кукурузы, genadiy.krivosheev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5876-7672;  
**Н. А. Шевченко**, техник-исследователь лаборатории селекции и семеноводства кукурузы, kcck-bass@inbox.ru, ORCID ID: 0000-0001-5869-367X;  
**А. С. Игнатъев**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства кукурузы, ignatev1983@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-0319-4600  
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», 347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Представлены результаты селекционной работы по кукурузе в ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской». С 2006 по 2020 г. созданы и внесены в Госреестр селекционных достижений трехлинейные и двойные межлинейные гибриды кукурузы среднеранней и среднеспелой групп различного направления хозяйственного использования: Зерноградский 242 МВ, Зерноградский 282 МВ, Зерноградский 288 МВ, Зерноградский 299 МВ, Зерноградский 330 МВ, Зерноградский 354 МВ, Степняк МВ. В конкурсном сортоиспытании выделен новый высокогетерозисный простой гибрид Зерноградский 352 МВ и новые раннеспелые гибриды Круча М × KB 215, Круча М × СП 56/57 с низкой уборочной влажностью зерна. Основным методом, применяемый для создания гибридов кукурузы, – межлинейная гибридизация с использованием гетерозиса в первом поколении ( $F_1$ ). Определены приоритетные направления селекции на перспективу: раннеспелость, интенсивность влагоотдачи зерна при созревании, засухоустойчивость, высокое содержание крахмала в зерне. Создан и выделен новый исходный материал по каждому направлению селекции. Подобраны интродуцированные тестеры (Альфа М, Алмаз М, Аврора С, Милена М, Исток С) для создания раннеспелых гибридов. Выделены раннеспелые и среднеранние самоопыленные линии (С 207, RD 12, TVA 308, PLS 61, KB 215 и др.) с высокой интенсивностью влагоотдачи зерна при созревании (0,95–1,30% в сутки), низкой уборочной влажностью зерна (10,8–13,8%). Созданы новые самоопыленные линии восковидной кукурузы (24/29/5, 25/64/10, 26/8, 26/4, 26/80, 24/28) с содержанием амилопектинового крахмала в зерне 68,1–69,8%. Выделены новые самоопыленные линии, устойчивые к водному стрессу: ДС 498/217-3, ДС 257/85-5, ДС 498/203, KB 262 и др., перспективные для селекции засухоустойчивых гибридов кукурузы.

**Ключевые слова:** самоопыленные линии, гибриды, гетерозис, раннеспелость, засухоустойчивость, интенсивность влагоотдачи.

**Для цитирования:** Кривошеев Г. Я., Шевченко Н. А., Игнатъев А. С. Результаты и перспективы селекции кукурузы в Аграрном научном центре «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2020. № 6(72). С. 32–38. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-32-38.



## THE RESULTS AND PROSPECTS OF MAIZE BREEDING IN THE AGRICULTURAL RESEARCH CENTER “DONSKOY”

**G. Ya. Krivosheev**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for maize breeding and seed production, genadiy.krivosheev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5876-7672;  
**N. A. Shevchenko**, research technician of the laboratory for maize breeding and seed production, kcck-bass@inbox.ru, ORCID ID: 0000-0001-5869-367X;  
**A. S. Ignatiev**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for maize breeding and seed production, ignatev1983@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-0319-4600  
Agricultural Research Center “Donskoy”, 347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current paper has presented the results of breeding work on maize in the Agricultural Research Center “Donskoy”. The three-line and double interlinear middle early and middle ripening maize hybrids of various economic use ‘Zernogradsky 242 MV’, ‘Zernogradsky 282 MV’, ‘Zernogradsky 288 MV’, ‘Zernogradsky 299 MV’, ‘Zernogradsky 354 MV’, ‘Zernogradsky MV’, ‘Stepnyak MV’ were developed and included into the State List of Breeding Achievements from 2006 to 2020. The Competitive Variety Testing has identified a new high-heterosis simple hybrid ‘Zernogradsky 352 MB’ and the new early ripening hybrids ‘Krusha M × KB 215’, ‘Krusha M × SP 56/57’ with low harvesting grain moisture. The main method used to develop maize hybrids was an interline hybridization using heterosis in the first generation ( $F_1$ ). There have been determined the priority directions of further breeding, namely early ripeness, grain humidity-transfer intensity during ripening, drought resistance, high starch content in grain. There has been developed new initial material for each direction of breeding. There have been selected the introduced testers (‘Alpha M’, ‘Almaz M’, ‘Aurora S’, ‘Milena M’, ‘Istok S’) to develop early-ripening hybrids. There have been identified the early and middle-early ripening self-pollinated lines ‘C 207’, ‘RD 12’, ‘TVA 308’, ‘PLS 61’, ‘KB 215’, etc., with a high grain humidity-transfer intensity during ripening (0.95–1.30% per day), low harvest moisture content of grain (10.8–13.8%). There have been developed the new self-pollinated waxy maize lines (24/29/5, 25/64/10, 26/8, 26/4, 26/80, 24/28) with 68.1–69.8% of amylopectin starch in grain. There have been identified the new self-pollinated maize lines resistant to water stress (DS 498/217-3, DS 257/85-5, DS 498/203, KB 262, etc.) promising for breeding drought-resistant maize hybrids.

**Keywords:** self-pollinated lines, hybrids, heterosis, early ripeness, drought resistance, humidity-transfer intensity.

**Введение.** Селекционерами создано большое количество гибридов кукурузы, которые возделывают в производстве, однако долгое использование гибрида часто приводит к утрате иммунитета к болезням и вредителям, кроме того, изменение климата и возрастающие запросы производственников требуют непрерывного селекционного улучшения кукурузы. Условием стабильного повышения урожайности кукурузы является внедрение новых высокопродуктивных гибридов (Сотченко, 2009).

В России значительная часть посевов кукурузы расположена в зонах с неустойчивым и недостаточным увлажнением, поэтому выведение засухоустойчивых гибридов – одна из важнейших задач, решаемых отечественными селекционерами. Работа может быть успешной только при использовании нового засухоустойчивого материала (Хатефов и др., 2011).

Увеличивается спрос у сельхозпроизводителей на гибриды кукурузы с пониженной уборочной влажностью зерна, для которых необходим интенсивно высыхающий исходный материал (Кривошеев и др., 2016).

В настоящее время в Российской Федерации нет высококрахмалистых гибридов кукурузы, так как не ведется селекция в этом направлении. Содержание крахмала у большинства отечественных гибридов составляет 65–68%, они являются гибридами фуражного использования. Вместе с тем увеличение содержания крахмала в спелом зерне кукурузы существенно увеличит выход продукции (Шмараев, 1999).

Кроме того, для использования в пивоваренной промышленности, для производства биоэтанола зерно кукурузы должно отличаться повышенным содержанием крахмала (Горпиниченко и др., 2009).

Особую ценность представляет амилопектиновый крахмал как сырье для диетического питания и изготовления некоторых материалов (пластмасс, клея и др.) (Югенхеймер, 1978). Отсутствие отечественных гибридов кукурузы, крахмал которых полностью состоит из амилопектина, обуславливает необходимость создания исходного материала для селекции таких гибридов.

Возрастает спрос на раннеспелые гибриды кукурузы на юге России как предшественники озимых культур и на севере в связи с расширением северной границы кукурузосеяния. Раннеспелые гибриды, несмотря на меньший потенциал урожая зерна в сравнении с более поздними группами спелости, востребованы в производстве благодаря низкой уборочной влажности зерна, экономии средств, необходимых на сушку зерна.

Значительно повысить конкурентоспособность отечественных гибридов в сравнении с зарубежными возможно только благодаря

внедрению в производство отечественных простых гибридов кукурузы. Они, как правило, более урожайны, чем гибриды другой структуры (трехлинейные, двойные межлинейные), и более выровненные по высоте растений, прикрепления початка, созреванию.

Цель исследований – создание исходного материала и новых высокоурожайных гибридов кукурузы различных групп спелости и направления хозяйственного использования.

#### **Материалы и методы исследований.**

Исследования проведены на опытном поле лаборатории селекции и семеноводства кукурузы ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» (ФГБНУ «АНЦ «Донской»).

Климат континентальный, среднегодовое количество осадков составляет 582,4 мм, сумма активных температур – 3200–3300 °С (Гриценко, 2005).

Почвенный покров опытного участка представлен обыкновенным карбонатным черноземом с содержанием гумуса в пахотном слое 3,6% (Алабушев и др., 2011).

В качестве объекта исследования служили самоопыленные линии, межлинейные гибриды кукурузы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» трех групп спелости: раннеспелой (ФАО 150), среднеранней (ФАО 200), среднеспелой (ФАО 300).

Закладка опытов, наблюдения и учеты проводили согласно методическим рекомендациям по проведению полевых опытов с кукурузой (1980). Основной метод, применяемый для создания гибридов кукурузы, – межлинейная гибридизация с использованием гетерозиса в первом поколении ( $F_1$ ). Метод размещения гибридов в полевых условиях – систематический со смещением, учетная площадь делянки – 10 м<sup>2</sup>, повторность – трех- и четырехкратная. Статистическую обработку выполняли по Б. А. Доспехову (1985).

Результаты и их обсуждение. В ФГБНУ «АНЦ «Донской» созданы гибриды кукурузы различных групп спелости и направления хозяйственного использования, которые внесены в Государственный реестр селекционных достижений (табл. 1).

Среди них низкой уборочной влажностью зерна отличается двойной межлинейный среднеранний гибрид кукурузы Зерноградский 242 МВ, влажность зерна при уборке 20 сентября составляет 14–16%.

Один из основных коммерческих гибридов – Зерноградский 282 МВ, среднеранний (ФАО 280), созревает за 100–105 дней, зернового использования, средняя урожайность зерна – 4,5 т/га, потенциальная – 10,0 т/га, основное достоинство гибрида – высокая засухоустойчивость. К наиболее засухоустойчивым следует отнести и трехлинейный среднеранний гибрид Зерноградский 288 МВ (ФАО 250).

# 1. Гибриды кукурузы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» 1. The maize hybrids of the "ARC "Donskoy"

| Гибрид               | Год районирования | Регионы допуска | Группа спелости        | Средняя урожайность зерна, т/га | Потенциальная урожайность зерна, т/га | Достоинства гибрида                                                               |
|----------------------|-------------------|-----------------|------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Зерноградский 242 МВ | 2008              | 5               | среднеранний (ФАО 220) | 4,0                             | 9,0                                   | Низкая уборочная влажность зерна                                                  |
| Зерноградский 282 МВ | 2006              | 5, 6            | среднеранний (ФАО 280) | 4,5                             | 10,0                                  | Высокая засухоустойчивость                                                        |
| Зерноградский 288 МВ | 2016              | 5               | среднеранний (ФАО 250) | 4,5                             | 11,0                                  | Высокая засухоустойчивость                                                        |
| Зерноградский 299 МВ | 2019              | 5, 8            | среднеранний (ФАО 290) | 5,0                             | 11,5                                  | Универсальность использования                                                     |
| Зерноградский 330 МВ | 2007              | 6               | среднеранний (ФАО 330) | 4,5                             | 11,0                                  | Устойчивость к болезням кукурузы                                                  |
| Зерноградский 354 МВ | 2010              | 6               | среднеранний (ФАО 350) | 5,0                             | 12,0                                  | Высокое содержание крахмала в зерне, высокая урожайность и качество зеленой массы |
| Степняк МВ           | 2020              | 8               | среднеранний (ФАО 360) | 5,0                             | 12,0                                  | Высокая урожайность и качество зеленой массы                                      |

Универсальностью использования (на зерно и силос) отличается новый трехлинейный гибрид кукурузы Зерноградский 299 МВ, средняя урожайность зерна – 5,0 т/га, зеленой массы – 30,0 т/га. Зерно гибрида может быть использовано не только на фуражные цели, но и как сырье в крахмало-паточной промышленности (содержание крахмала в спелом зерне – 70% и выше). Разновидность – зубовидная (*Zea mays indentata*) (рис. 1).

В среднеспелой группе универсальностью использования (на зерно и силос) отличается трехлинейный гибрид кукурузы Зерноградский 354 МВ. Среднеспелый трехлинейный гибрид Зерноградский 330 МВ имеет зерновое направление использования, а новый трехлинейный среднеспелый гибрид Степняк МВ – силосное.

Гибриды кукурузы, созданные в ФГБНУ «АНЦ «Донской» преимущественно трехлинейные и двойные межлинейные. Они удобны в семеноводстве благодаря высокой семенной продуктивности материнских форм. Однако в связи с тем, что более высоким гетерозисом по урожаю зерна отличаются простые гибриды, состоящие из двух самоопыленных линий, признано перспективным создание гибридов простой структуры.



Рис. 1. Среднеранний трехлинейный гибрид кукурузы универсального использования Зерноградский 299 МВ

Fig. 1. The middle-early three-line maize hybrid for universal use 'Zernogradskiy 299 MB'

В ФГБНУ «АНЦ «Донской» созданы новые простые гибриды кукурузы. Наибольший интерес представляет новый простой среднеспелый гибрид Зерноградский 352 МВ (табл. 2).

## 2. Хозяйственно-биологическая характеристика простого среднеспелого гибрида кукурузы Зерноградский 352 МВ (2018–2019 гг.)

### 2. Economic and biological characteristics of the simple middle ripening maize hybrid 'Zernogradsky 352 MB' (2018–2019)

| Признак                                                             | Единицы измерения | Зерноградский 352 МВ | Зерноградский 354 МВ, ст. | ± к стандарту |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|---------------------------|---------------|
| Урожайность зерна при 14% влажности                                 | т/га              | 5,02                 | 4,23                      | 0,79          |
| Влажность зерна                                                     | %                 | 14,0                 | 14,1                      | –0,1          |
| Продолжительность вегетационного периода «всходы – полная спелость» | дней              | 112                  | 112                       | 0             |
| Полегание                                                           | %                 | 0                    | 0,3                       | –0,3          |
| Поражение пузырчатой головней                                       | %                 | 1,3                  | 4,8                       | –3,5          |
| Содержание крахмала в спелом зерне                                  | %                 | 70,7                 | 70,1                      | +0,6          |
| Высота растений                                                     | см                | 180                  | 186                       | –6            |
| Высота прикрепления початка                                         | см                | 69                   | 62                        | +7            |
| Количество початков на 1 растении                                   | шт.               | 1,08                 | 0,88                      | +0,20         |

Благодаря более высокому гетерозису новый гибрид сформировал высокую урожайность зерна (5,02 т/га), что существенно выше (на 0,79 т/га), чем у стандарта Зерноградский 354 МВ. Простой гибрид характеризуется высокой устойчивостью к полеганию (полегших растений – 0%), устойчивостью к поражению пузырчатой головней на естественном фоне (пораженных растений – 1,3%) и высоким содержанием крахмала в зерне (70,7%).

До недавнего времени основными группами спелости для Ростовской области считались среднеранняя и среднеспелая, поэтому усилия были сосредоточены в первую очередь

на создании гибридов этих групп спелости. Однако для использования в качестве предшественника под озимые культуры требуются раннеспелые гибриды. В связи с этим наиболее перспективным направлением признана селекция на раннеспелость. По результатам конкурсного испытания выделились новые раннеспелые гибриды кукурузы Кроча М × KB 215 (3,93 т/га) и Кроча М × СП 56/57 (3,88 т/га), существенно превысившие по урожайности зерна (на 0,48–0,53 т/га) раннеспелый стандарт Краснодарский 194 МВ. Новые гибриды к моменту уборки (10 сентября) имели влажность зерна соответственно 13,5 и 12,8% (табл. 3).

### 3. Хозяйственно-биологическая характеристика раннеспелых гибридов кукурузы, ФАО 150 (2018–2019 гг.)

#### 3. Economic and biological characteristics of the early maturing maize hybrids, FAO 150 (2018–2019)

| Гибрид                    | Урожайность зерна при 14% влажности, т/га | ± к стандарту |      | Уборочная влажность зерна, % | Период «всходы – полная спелость», дней | Полегание, % | Поражение пузырчатой головней, % | Высота, см |                      |
|---------------------------|-------------------------------------------|---------------|------|------------------------------|-----------------------------------------|--------------|----------------------------------|------------|----------------------|
|                           |                                           | т/га          | %    |                              |                                         |              |                                  | растений   | прикрепления початка |
| Краснодарский 194 МВ, ст. | 3,40                                      | -             | -    | 14,1                         | 96                                      | 2,0          | 5,6                              | 176,7      | 58,4                 |
| Кроча М × KB 215          | 3,93                                      | +0,53         | 15,6 | 13,5                         | 95                                      | 0,9          | 2,8                              | 176,5      | 58,5                 |
| Кроча М × СП 56/57        | 3,88                                      | +0,48         | 0,48 | 12,8                         | 95                                      | 1,3          | 2,5                              | 170,0      | 60,0                 |
| НСР <sub>05</sub>         | 0,30                                      | -             | -    | -                            | -                                       | -            | -                                | -          | -                    |

Для повышения результативности селекции раннеспелых гибридов кукурузы в ФГБНУ «АНЦ «Донской» усилены работы по созданию нового раннеспелого исходного материала и интродукция его из других научно-исследовательских учреждений. Выделены интродуцированные из Всероссийского НИИ кукурузы

раннеспелые тестеры: Альфа М, Алмаз М, Аврора С, Милена М, Исток С с урожайностью зерна 1,8–3,2 т/га, низкой уборочной влажностью (10,0–14,0%), высокой устойчивостью к полеганию (0–2,5% полегших растений), слабым поражением пузырчатой головней на естественном фоне (2,2–9,1%) (табл. 4).

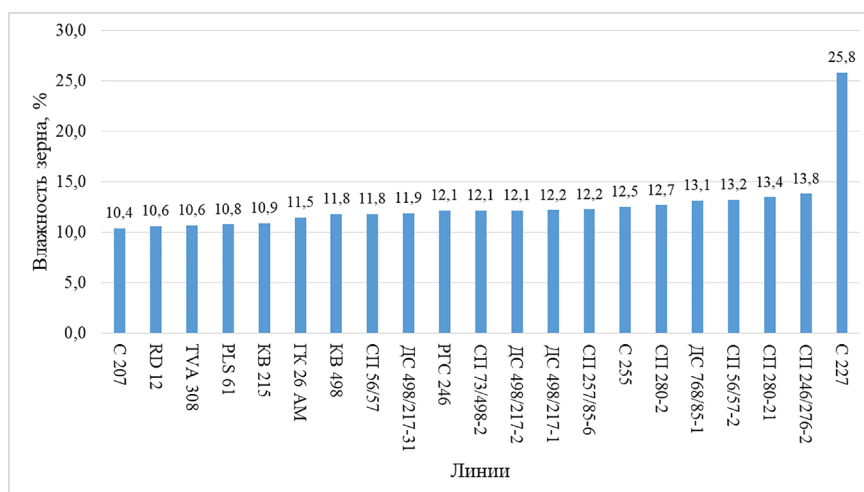
### 4. Основные хозяйственно ценные показатели раннеспелых тестеров – простых гибридов кукурузы, Зерноград (2018–2019 гг.)

#### 4. The main economically valuable traits of the early ripening testers – simple maize hybrid, Zernograd (2018–2019)

| Название          | Урожайность зерна при 14% влажности, т/га | Уборочная влажность зерна, % | Кол-во дней от всходов до цветения початков | Пузырчатая головня, % | Полегание растений, % |
|-------------------|-------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Машук 170 МВ, ст. | 1,90                                      | 14,0                         | 52,0                                        | 6,3                   | 1,0                   |
| Альфа М           | 3,20                                      | 14,0                         | 51,0                                        | 4,1                   | 0                     |
| Алмаз М           | 1,98                                      | 10,3                         | 55,0                                        | 5,1                   | 0                     |
| Аврора С          | 1,80                                      | 10,1                         | 51,0                                        | 2,2                   | 0                     |
| Милена М          | 2,35                                      | 10,0                         | 53,5                                        | 6,3                   | 2,5                   |
| Исток С           | 2,97                                      | 10,5                         | 51,0                                        | 9,1                   | 0                     |
| НСР <sub>05</sub> | 0,27                                      | -                            | -                                           | -                     | -                     |
| S                 | -                                         | 0,5                          | 1,5                                         | 2,3                   | 1,1                   |

Изучена динамика высыхания зерна у 25 новых и интродуцированных раннеспелых и среднеранних линий кукурузы. Высокой влагоотдачей зерна при созревании (0,95–1,30% за сутки) и низкой уборочной влажностью зерна (10,8–13,8%) характеризовались зубовид-

ные линии (*Zea mays indentata*): С 207, RD 12, TVA 308, PLS 61, KB 215 и др. Они имеют практическую ценность для селекции гибридов кукурузы с высокой интенсивностью высыхания зерна при созревании (рис. 2).



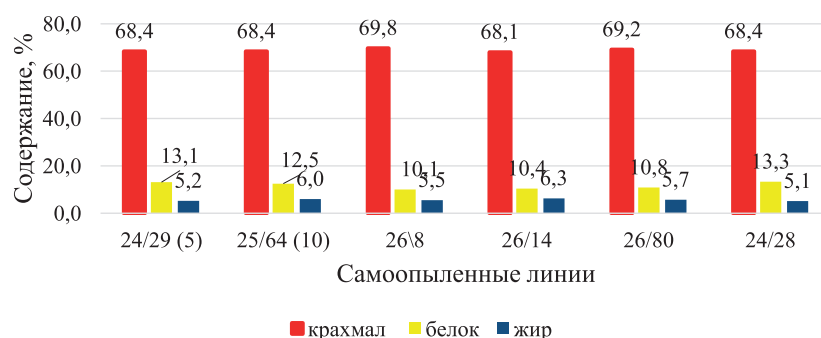
**Рис. 2.** Уборочная влажность зерна зубовидных самоопыленных линий кукурузы (2018–2019 гг.)  
**Fig. 2.** Harvesting seed moisture content of the self-pollinated dent maize lines (2018–2019)

Создание высококрахмалистых гибридов кукурузы для крахмало-маточной и технической промышленности – одно из перспективных направлений селекции кукурузы, которое планируется развивать в ФГБНУ «АНЦ «Донской». Наиболее ценным считается амилопектиновый крахмал. Зерно восковидной кукурузы (*Zea mays ceratina*) полностью состоит из амилопектинового крахмала (рис. 3).

Выделены самоопыленные линии восковидной кукурузы, которые характеризуются как лучшие по содержанию крахмала: 24/95 (5) (68,4%), 24/64 (10) (68,4%), 26/8 (69,8%), 26/14 (68,1%), 26/80 (69,2%), 24/28 (68,4%) (рис. 4).



**Рис. 3.** Зерно самоопыленных линий восковидной кукурузы (*Zea mays ceratina*)  
**Fig. 3.** Seed of self-pollinated waxy maize lines (*Zea mays ceratina*)



**Рис. 4.** Результаты биохимического анализа зерна восковидных самоопыленных линий кукурузы (2018–2019 гг.)  
**Fig. 4.** Results of biochemical analysis of seed of waxy self-pollinated maize lines (2018–2019)

Они перспективны для селекции высококрахмалистых гибридов кукурузы, зерно которых представляет ценность для детского, диетического питания и изготовления полимеров.

Другое важнейшее направление, по которому планируется вести работу в ФГБНУ «АНЦ

«Донской» – селекция на засухоустойчивость. В этом плане особое внимание уделяется оценке засухоустойчивости исходного материала различными методами, в том числе физиологическими (рис. 5).

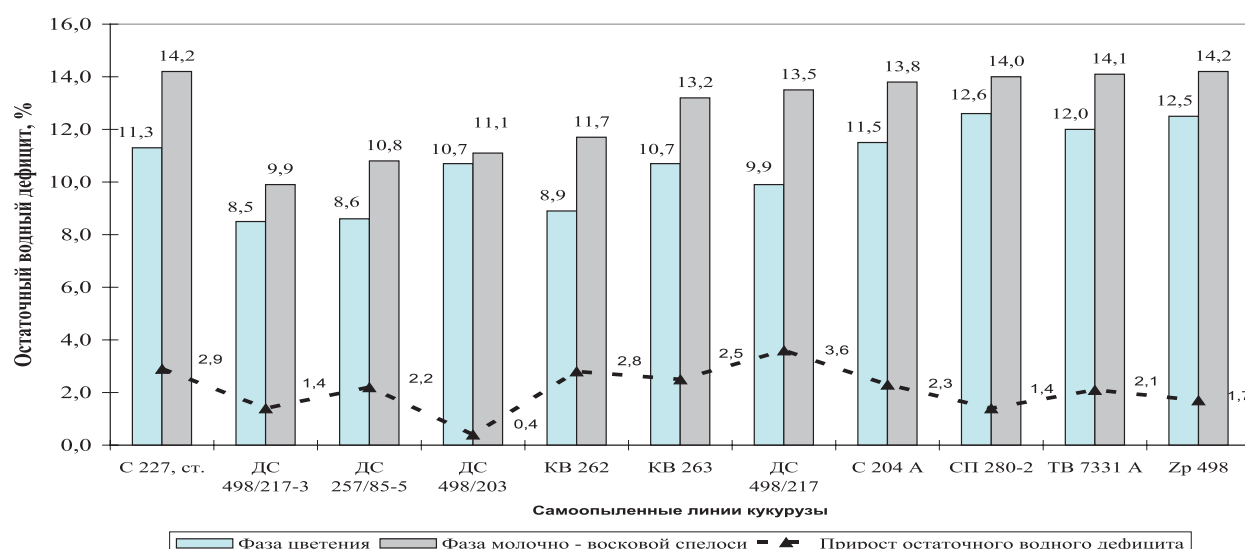


Рис. 5. Остаточный водный дефицит и его прирост у инбредных линий кукурузы (2015–2017 гг.)  
Fig. 5. Residual water deficit and its increase in the inbred maize lines (2015–2017)

Выделены линии ДС 498/217-3, ДС 257/85-5, ДС 498/203, КВ 262 с низкой величиной остаточного водного дефицита в фазе цветения (8,5–10,7%), незначительным ее увеличением в процессе усиления засухи к фазе молочно-восковой спелости на 0,4–2,8%. Эти инбредные линии следует отметить как наиболее перспективные для программ скрещиваний при создании засухоустойчивых гибридов кукурузы.

**Выводы.** В ФГБНУ «АНЦ «Донской» созданы трехлинейные и двойные межлинейные среднеранние и среднеспелые гибриды кукурузы – Зерноградский 242 МВ, Зерноградский 282 МВ, Зерноградский 288 МВ, Зерноградский 299 МВ, Зерноградский 330 МВ, Зерноградский 354 МВ, Степняк МВ – различного направления хозяйственного использования, которые включе-

ны в Госреестр. В конкурсном сортоиспытании выделен новый простой среднеспелый гибрид Зерноградский 352 МВ и новые раннеспелые гибриды (Круча М × КВ 215, Круча М × СП 56/57).

Создан и выделен новый исходный материал для перспективных направлений селекции кукурузы:

- раннеспелые тестеры (Альфа М, Алмаз М, Аврора С, Милена М, Исток С);
- интенсивно высыхающие среднеранние и среднеспелые зубовидные самоопыленные линии (С 207, RD 12, TVA 308, PLS 61, КВ 215 и др.);
- новые высококрахмалистые линии восковидной кукурузы (24/29 (5), 25/64 (10), 26/8, 26/14, 26/80, 24/28);
- новые засухоустойчивые линии (ДС 498/217-3, ДС 257/85-5, ДС 498/203, КВ 262 и др.).

#### Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Метлина Г. В., Васильченко С. А. Влияние удобрений на продуктивность сорго зернового в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2011. № 6(24). С. 49–52.
2. Горпиниченко С. И., Ковтунов В. В. Перспективы производства биоэтанола из сорго // Зерновое хозяйство России. 2009. № 4(10). С. 26–31.
3. Гриценко А. А. Агрометеорологические условия в Зерноградском районе Ростовской области (1930–2002 годы). Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2005. 78 с.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М., 1985. 416 с.
5. Кривошеев Г. Я., Игнатьев А. С., Шевченко Н. А. Основные направления селекции кукурузы во ВНИИЗК им. И. Г. Калиненко // Зерновое хозяйство России. 2016. № 2(50). С. 30–34.
6. Сотченко В. С. Кукуруза. Современная технология возделывания. М.: РосАгроХим, 2009. 127 с.
7. Хатефов Э. Б., Кегермазов А. М. Селекция генетических источников признака засухоустойчивости для создания новых гибридов кукурузы // Аграрный вестник Урала. 2011. № 8(87). С. 8–11.
8. Шмараев Г. Е. Генофонд и селекция кукурузы. СПб.: ВИР, 1999. Т. 4. 390 с.
9. Юенхеймер Р. У. Кукуруза: улучшение сортов, производство семян, использование. М.: Колос, 1978. 519 с.

#### References

1. Alabushev A. V., Metlina G. V., Vasil'chenko S. A. Vliyanie udobrenij na produktivnost' sorgo zernovogo v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti [The effect of fertilizers on the grain sorghum productivity in the southern zone of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2011. № 6(24). S. 49–52.
2. Gorpichenko S. I., Kovtunov V. V. Perspektivy proizvodstva bioetanol iz sorgo [Prospects for bioethanol production from sorghum] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2009. № 4(10). S. 26–31.
3. Gricenko A. A. Agrometeorologicheskie usloviya v Zernogradskom rajone Rostovskoj oblasti (1930–2002 gody) [Agrometeorological conditions in the Zernograd district of the Rostov region (1930–2002)]. Rostov n/D., ZAO "Kniga", 2005. 78 s.
4. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M., 1985. 416 s.

5. Krivosheev G. Ya., Ignat'ev A. S., Shevchenko N. A. Osnovnye napravleniya selekcii kukuruzy vo VNIIZK im. I. G. Kalinenko [The main directions of maize breeding in the ARIGC named after I. G. Kalinenko] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 2(50). S. 30–34.

6. Sotchenko V. S. Kukuruza. Sovremennaya tekhnologiya vozdel'yvaniya [Maize. Modern cultivation technology]. M.: RosAgroHim, 2009. 127 s.

7. Hatefov E. B., Kegermazov A. M. Selekcija geneticheskikh istochnikov priznaka zasuhoustojchivosti dlya sozdaniya novykh gibridov kukuruzy [Selection of genetic sources of the drought tolerance trait to develop the new maize hybrids] // Agrarnyj vestnik Urala. 2011. № 8(87). S. 8–11.

8. Shmaraev G. E. Genofond i selekcija kukuruzy [Gene pool and maize breeding]. Spb.: VIR, 1999. T. 4. 390 s.

9. Yugenhejmer R. U. Kukuruza: uluchshenie sortov, proizvodstvo semyan, ispol'zovanie [Maize: improvement of the varieties, seed production, use]. M.: Kolos, 1978. 519 s.

Поступила: 09.01.20; принята к публикации: 04.02.20.

**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.** Кривошеев Г. Я. – концептуализация исследования, анализ данных и их интерпретация, выполнение полевых опытов, подготовка рукописи; Шевченко Н. А. – выполнение полевых опытов, сбор и математическая обработка данных, подготовка рукописи; Игнатьев А. С. – выполнение полевых опытов, сбор и математическая обработка экспериментальных данных.

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

## ИЗУЧЕНИЕ ОБРАЗЦОВ СОРГО ЗЕРНОВОГО ИЗ ВОСТОЧНОЙ АФРИКИ В УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**В. В. Ковтунов**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго зернового, kowtunow85@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7510-7705;  
**Н. А. Ковтунова**, кандидат сельскохозяйственных наук; ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового, n-beseda@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0409-5855;  
**О. А. Лушпина**, агроном лаборатории селекции и семеноводства сорго зернового, ORCID ID: 0000-0002-0325-1521;  
**Н. Н. Сухенко**, агроном лаборатории селекции и семеноводства сорго зернового, ORCID ID: 000-0002-0856-6661;  
**Е. А. Шишова**, аспирант, техник-исследователь лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового, hischovae@yandex.ru, ORCID ID: 000-0002-7406-6622;  
**Н. С. Кравченко**, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548  
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,  
347740, г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Сорго является одной из основных продовольственных и зернофуражных культур во всем мире. Быстрый рост населения в Африке вызывает растущий спрос на местные продукты питания, такие как сорго. Поэтому селекционная работа, направленная на создание высокопродуктивных сортов и гибридов сорго, приспособленных к почвенно-климатическим условиям Африки и засушливым условиям юга России, является актуальной задачей. Для этого необходимо выделить адаптированные образцы, обладающие ценными хозяйственными признаками. Исследования проведены на опытном поле лаборатории селекции и семеноводства сорго зернового Федерального государственного научного учреждения «Аграрный научный центр «Донской» (ФГБНУ «АНЦ «Донской»). В качестве объекта исследований использованы сорта сорго зернового селекции Национального научно-исследовательского института полусушливых ресурсов (NaSARRI) Республики Уганда: Seso 1, Seso 3, Narosorg 1, Narosorg 2, Narosorg 3, Narosorg 4, Epuripur, а также сорт Зерноградское 88, высеванный в качестве стандарта. Исследования проведены в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и методикой полевого опыта Б. А. Доспехова. Цель исследований заключается в комплексной оценке сортов сорго зернового селекции научно-исследовательских учреждений Уганды в условиях Ростовской области для последующего использования выделенных образцов в селекционной работе в качестве источников хозяйственно ценных признаков. В условиях Ростовской области сорта из Уганды относятся к среднеспелой и позднеспелым группам созревания. Высота растений у изученных сортов варьировала от 155 до 210 см. По признаку «количество зерен в метелке» сорта имели высокую озерненность (1829–2530 шт.). Основная доля сортов селекции NaSARRI обладает высоким содержанием сырого белка в зерне (13,6–14,9%). Низкое содержание танина отмечено у сортов Seso 1 (0,54%), Epuripur (0,66%) и Narosorg 1 (0,71%).

**Ключевые слова:** сорго, высота растений, масса 1000 зерен, белок, крахмал, танин.

**Для цитирования:** Ковтунов В. В., Ковтунова Н. А., Лушпина О. А., Сухенко Н. Н., Шишова Е. А., Кравченко Н. С. Изучение образцов сорго зернового из Восточной Африки в условиях Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2020. № 6(72). С. 39–44. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-39-44.



## THE STUDY OF EAST AFRICAN GRAIN SORGHUM SAMPLES IN THE CONDITIONS OF THE ROSTOV REGION

**V. V. Kovtunov**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for grain sorghum breeding and seed production, kowtunow85@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7510-7705;  
**N. A. Kovtunova**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for feed sorghum breeding and seed production, n-beseda@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0409-5855;  
**O. A. Lushpina**, agronomist of the laboratory for grain sorghum breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-0325-1521;  
**N. N. Sukhenko**, agronomist of the laboratory for grain sorghum breeding and seed production, ORCID ID: 000-0002-0856-6661;  
**E. A. Shishova**, post graduate, research technician of the laboratory for grain sorghum breeding and seed production, hischovae@yandex.ru, ORCID ID: 000-0002-7406-6622;  
**N. S. Kravchenko**, Candidate of Biological Sciences, researcher of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and seed quality, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548  
Agricultural Research Center "Donskoy",  
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Sorghum is one of the main food and feed crops in the world. Rapid population growth in Africa requires a growing amount of local foods such as sorghum. Therefore, breeding work aimed at developing highly productive sorghum varieties and hybrids adapted to the soil and climatic conditions of Africa and the arid conditions of southern Russia is of great urgency. Therefore, it was necessary to identify the adapted samples with valuable economically valuable traits. The current study has been carried out on the experimental plots of the laboratory for grain sorghum breeding and seed production of the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy". As objects of the study there have been used the grain sorghum varieties of the National Research Institute of Semi-Arid Resources (NaSARRI) of the Republic of Uganda 'Seso 1', 'Seso 3', 'Narosorg 1', 'Narosorg 2', 'Narosorg 3', 'Narosorg 4', 'Epuripur', as well as the variety 'Zernogradskoe 88' sown as the standard variety. The study was conducted in accordance with the Methodology of State Variety Testing of Agricultural Crops and B. A. Dospekhov's Methodology of a field trial. The purpose of the current study was a comprehensive estimation of grain sorghum varieties developed in the research institutions in Uganda under the conditions of the Rostov region to use the selected samples in further breeding work as sources of economically valuable traits. In the conditions of the Rostov region the Ugandan varieties belonged to the group of middle ripening and late ripening varieties. The plant height in the studied varieties varied from 155 to 210 cm. According to the trait "number of grains per panicle" the varieties had a large number of grains (1829–2530 pcs.). The main share of the NaSARRI varieties had a high percentage of raw protein in grain (13.6–14.9%). A low tannin content was established in the varieties 'Seso 1' (0.54%), 'Epuripur' (0.66%) and 'Narosorg 1' (0.71%).

**Keywords:** sorghum, plant height, 1000 grain weight, protein, starch, tannin.

**Введение.** Сорго является третьей по важности среди основных продовольственных культур в Уганде, занимающей 400 тыс. га пахотных земель. Оно выращивается во всех частях страны, но в основном сосредоточено на юго-западных нагорьях и в низменных районах восточной и северной частей Уганды. Основная цель выращивания сорго – зерно, которое служит пищей для человека, обеспечивая более 65% потребностей в углеводах и 30% ежедневного потребления калорий. Зерно сорго является источником железа, магния, цинка, меди и марганца. Кроме того, в нем не содержится глютен, что делает его незаменимым при специальных диетах для диабетиков и людей, чувствительных к глютену. Благодаря этим свойствам сорго используется в качестве продовольственной и питательной культуры в засушливых районах Восточной и Южной Африки.

Основная часть посевных площадей высевается мелкими фермерскими хозяйствами. Значительная доля урожая, производимого этими фермерами, потребляется на месте, а реализуется только незначительная часть. Увеличение производства этой культуры может привести к улучшению питания населения. Несмотря на то, что сорго в значительной степени выращивается в качестве продовольственной культуры, оно быстро завоевало рынок как промышленное сырье, особенно в производстве пива. Такие сорта, как Epuripur, Seso 1, Seso 2 и Narosorg 1, были созданы для этой рыночной ниши.

Быстрый рост населения в Уганде и по всей Африке, в том числе в засушливых районах, вызывает растущий спрос на местные продукты питания, такие как сорго. Кроме того, посевы сорго глубоко укоренились в сельскохозяйственных и пищевых системах населения Уганды благодаря высокой засухоустойчивости и относительно низким производственным затратам по сравнению с другими зерновыми культурами, что делает производство сорго более рентабельным.

Во все время по мере роста доходов в регионе и по всей Африке рацион питания населения меняется, а спрос на продукты животновод-

ства (мясо, молоко) увеличивается. Зерно сорго с низким содержанием танина является источником высококачественного корма для крупного рогатого скота и птицы. Таким образом, сорго может быть использовано в коммерческой деятельности фермеров для дальнейшего снижения уровня бедности в засушливых и полупустынных районах Уганды.

В России сорго зерновое возделывается на кормовые цели для сельскохозяйственных животных, домашней птицы и прудовой рыбы, а также может использоваться как сырье в перерабатывающей промышленности для производства спирта, крахмала и других продуктов переработки (Алабушев, 2007). Посевная площадь сорго в отдельные годы достигает 220 тыс. га (Ковтунов и др., 2019).

Созданные в условиях Восточной Африки сорта могут обладать отдельными хозяйственно ценными признаками. Интродукция и использование отдаленных образцов в селекции позволяют создать новые ценные высокоурожайные сорта и гибриды.

Поэтому селекционная работа, направленная на создание высокопродуктивных сортов и гибридов сорго, приспособленных к почвенно-климатическим условиям Африки и засушливым условиям юга России, является актуальной задачей.

Цель исследований заключается в комплексной оценке сортов сорго зернового селекции научно-исследовательских учреждений Уганды в условиях Ростовской области для последующего использования выделенных образцов в селекционной работе в качестве источников хозяйственно ценных признаков.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проведены на опытном поле лаборатории селекции и семеноводства сорго зернового Федерального государственного научного учреждения «Аграрный научный центр «Донской» (ФГБНУ «АНЦ «Донской»).

Климат в зоне проведения исследований континентальный, лето сухое, среднегодовое количество осадков составляет 450 мм, сумма активных температур составляет 3200–3300 °С, ГТК – 08 (Гриценко, 2005).

Почвенный покров опытного участка пред-

ставлен обыкновенным карбонатным черноземом с содержанием гумуса в пахотном слое 3,6% (Алабушев и др., 2011).

В качестве объекта исследований использованы сорта сорго зернового селекции Национального научно-исследовательского института полусухих ресурсов (NaSARRI) Республики Уганда: Seso 1, Seso 3, Narosorg 1, Narosorg 2, Narosorg 3, Narosorg 4, Epuripur, а также сорт Зерноградское 88, высеянный в качестве стандарта.

Предшественник – горох. Посев проводился в I декаде мая широкоягодным способом с междурядьем 70 см и нормой высева 15 зерен на 1 п. м. Делянки – однорядковые, площадь 4,9 м<sup>2</sup>.

Исследования проведены в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989) и методикой полевого опыта Б. А. Доспехова (2014).

Содержание основных питательных веществ определено в лаборатории биохимической оценки растений ФГБНУ «АНЦ «Донской» по общепринятым методикам: сырой белок – методом Кьельдаля; сырой жир –

по количеству обезжиренного остатка методом С. В. Рушковского; крахмал – поляриметрическим методом по Эверсу; сырая зола – методом озоления; сырая клетчатка – по Генненбергу и Штомману. Содержания танина в зерне сорго определяли методом, основанным на реакции полифенолов с ванилином в присутствии HCl. Расчет овсяных кормовых единиц и обменной энергии проводился согласно методическим указаниям по проведению полевых опытов с кормовыми культурами (1983).

**Результаты и их обсуждение.** В рамках научного сотрудничества между Россией и Восточной Африкой в ФГБНУ «АНЦ «Донской» проводится изучение образцов сорго зернового из Республики Уганда.

Продолжительность вегетационного периода – один из важнейших показателей в характеристике сортов и гибридов сельскохозяйственных культур. В условиях Ростовской области сорта Seso 1 и Narosorg 1 имеют период вегетации «всходы – полная спелость зерна» 114 дней и относятся к среднеспелой группе созревания, а остальные сорта (Seso 3, Narosorg 2, Narosorg 3, Narosorg 4, Epuripur) являются позднеспелыми (созревают за 130–133 дня) (табл. 1).

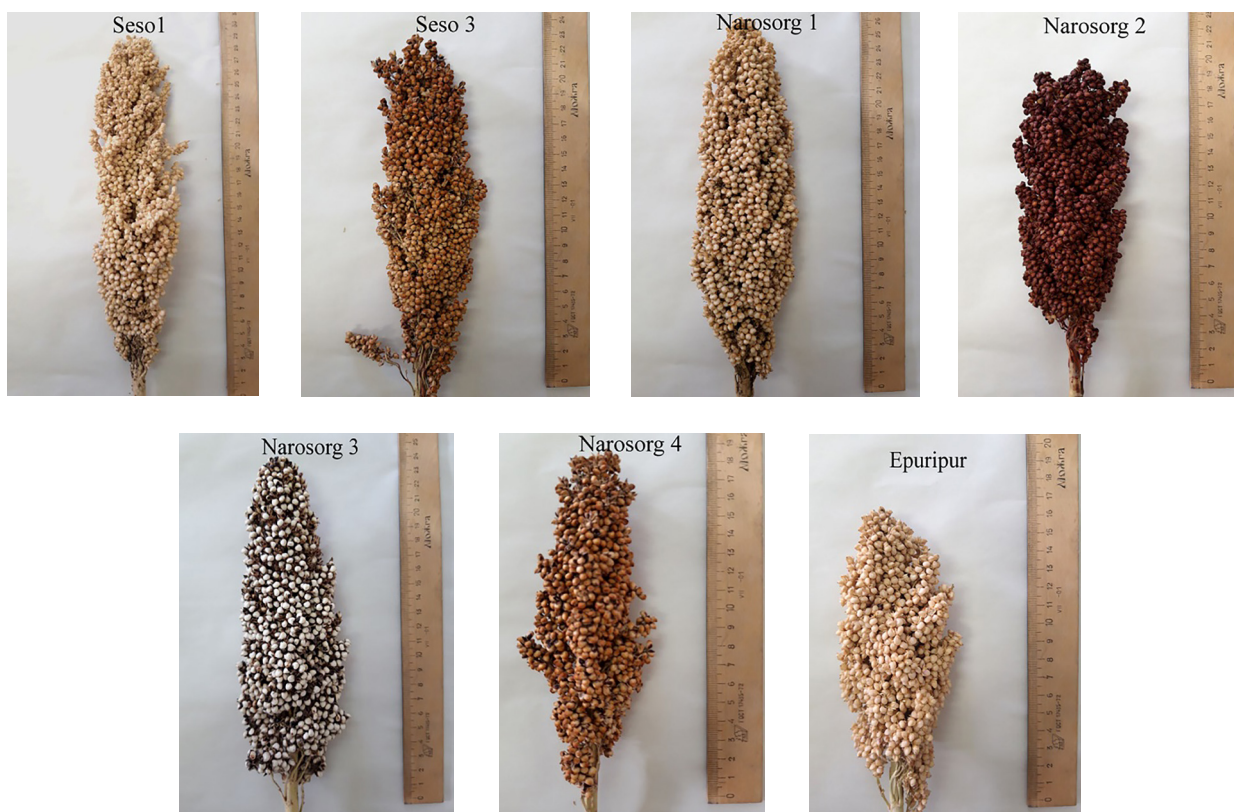
### 1. Характеристика образцов сорго зернового селекции NaSARRI 1. Characteristics of the grain sorghum samples developed in the NaSARRI

| Сорт                   | Вегетационный период, дней | Высота растений, см | Выдвинутость ножки метелки, см | Количество зерен в метелке, шт. | Масса 1000 зерен, г |
|------------------------|----------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| Зерноградское 88, ст.  | 87                         | 100                 | 14                             | 1335                            | 29,9                |
| Seso 1                 | 114                        | 165                 | 12                             | 2199                            | 27,7                |
| Seso 3                 | 130                        | 200                 | 1                              | 2500                            | 21,4                |
| Narosorg 1             | 114                        | 155                 | 5                              | 2087                            | 28,8                |
| Narosorg 2             | 133                        | 190                 | 1                              | 2530                            | 21,5                |
| Narosorg 3             | 130                        | 210                 | 1                              | 1907                            | 35,6                |
| Narosorg 4             | 130                        | 160                 | 1                              | 1847                            | 21,2                |
| Epuripur               | 133                        | 200                 | 2                              | 1829                            | 26,7                |
| Среднее значение       | 121                        | 173                 | 4                              | 2100                            | 26,1                |
| Стандартное отклонение | 16                         | 34                  | 5                              | 336                             | 5,4                 |

Высота растений и выдвинутость ножки метелки являются основными признаками, определяющими приспособленность сорта или гибрида к механизированной уборке. Высота растений у изученных сортов варьировала от 155 до 210 см, что превышает стандартный сорт Зерноградское 88 на 55–110 см. По признаку «выдвинутость ножки метелки» сорта имеют слабую выдвинутость (<10 см). Исключение составляет сорт Seso 1, который характеризуется средней выдвинутостью ножки метелки (12 см).

Создание высокоурожайных сортов и гибридов является главной целью в селекции сельскохозяйственных культур (Громова и др., 2019; Некрасова и др., 2019). Урожайность сорго зернового прежде всего зависит

от количества зерен в метелке ( $r = 0,51$ ) и массы 1000 зерен ( $r = 0,41$ ) (Беседа, 2010). Масса 1000 зерен у угандийских образцов составляет 21,2–35,6 г. Согласно классификатору рода *Sorghum* Moench сорта Narosorg 4, Seso 3, Narosorg 2, Epuripur, Seso 1, Narosorg 1 характеризуются средней массой 1000 зерен (21,2–28,8 г), а сорт Narosorg 3 – большой (35,6 г). Изученные образцы имеют высокую озерненность метелки (1829–2530 шт.). По данному признаку образцы селекции NaSARRI превысили стандарт Зерноградское 88 (1335 шт.) на 494–1195 зерен. Метелки у сортов из Республики Уганда сжатые, имеют различные формы (цилиндрическая, эллипсоидная, ланцетовидная, овальная) и формируют зерновку белого, желтого, коричневого и бурого цвета (рис. 1).



**Рис. 1.** Форма метелки и окраска зерновки сортов сорго зернового селекции NaSARRI  
**Fig. 1.** The shape of the panicle and seed color of the grain sorghum varieties developed in the NaSARRI

Сорта из Уганды обладают высоким содержанием сырого белка в зерне (13,6–14,9%). Исключение составляет сорт Narosorg 2, который содержит 10,6% сырого белка. По содержанию крахмала находящиеся в изучении со-

рта характеризуются средними значениями (66,0–70,1%) и не превышают по данному показателю стандарт Зерноградское 88 (72,2%) (табл. 2).

## 2. Биохимический состав зерна сортов сорго зернового селекции NaSARRI

### 2. Biochemical seed composition of the grain sorghum varieties developed in the NaSARRI

| Сорт                   | Содержание, % |          |             |            |                 |                |        |
|------------------------|---------------|----------|-------------|------------|-----------------|----------------|--------|
|                        | сырого белка  | крахмала | сырого жира | сырой золы | сырой клетчатки | лизина в белке | танина |
| Зерноградское 88, ст.  | 12,5          | 72,2     | 4,90        | 1,80       | 2,08            | 2,82           | 0,47   |
| Seso 1                 | 14,9          | 70,1     | 3,58        | 1,70       | 2,01            | 2,83           | 0,54   |
| Seso 3                 | 13,6          | 69,0     | 3,39        | 1,65       | 2,02            | 2,54           | 4,53   |
| Narosorg 1             | 14,1          | 66,0     | 3,46        | 1,56       | 2,02            | 2,85           | 0,71   |
| Narosorg 2             | 10,6          | 70,5     | 3,27        | 1,59       | 2,00            | 3,73           | 18,0   |
| Narosorg 3             | 13,7          | 68,5     | 2,92        | 1,66       | 1,96            | 2,81           | 1,24   |
| Narosorg 4             | 13,6          | 66,8     | 3,72        | 1,59       | 2,01            | 2,57           | 3,03   |
| Epuripur               | 14,6          | 69,3     | 3,46        | 1,58       | 2,01            | 2,89           | 0,66   |
| Среднее значение       | 13,5          | 69,1     | 3,59        | 1,64       | 2,01            | 2,88           | 3,65   |
| Стандартное отклонение | 1,36          | 1,99     | 0,58        | 0,08       | 0,03            | 0,37           | 5,98   |

Белки большинства зерновых культур, к которым относится и сорго зерновое, неполноценны по ряду незаменимых аминокислот, прежде всего по содержанию лизина. Превышение содержания лизина в белке над стандартом Зерноградское 88 (2,82%), на величину стандартного отклонения (0,37%), отмечено у сорта Narosorg 2 (3,73%). Повышенное содержание клетчатки в зерне снижает питательную ценность корма, она трудно переваривается и плохо усваивается. По данным В. М. Косолапова

(2009), эталоном качества, к которому необходимо стремиться в селекции зернофуражных культур, считается содержание сырой клетчатки не более 2,2%. Изученные сорта имеют содержанием сырой клетчатки от 1,96 до 2,02% и не превышают по данному показателю стандарт Зерноградское 88 (2,08%). Содержание сырого жира находилось на уровне 2,92–3,72%, сырой золы – 1,56–1,70%.

В оболочке зерна сорго содержатся танины, которые снижают переваримость зерна

при кормлении животных. Содержание танина в зерне изученных сортов находится на уровне 0,54–18,0%. Согласно широкому унифицированному классификатору СЭВ и международному классификатору СЭВ видов рода *Sorghum* Moench низкое (<1%) содержание танина отмечено у сортов Seso 1 (0,54%), Epuripur (0,66%) и Narosorg 1 (0,71%).

Зерно сорго зернового часто используют для приготовления комбикормов, концентрированного корма для свиней, коров, овец, лошадей и птицы, а также при разведении рыб. Энергетическую питательность кормов выражают в овсяных кормовых единицах (ОКЕ) и обменной энергии (ОЭ). Один и тот же корм име-

ет различную питательность для разных видов животных при одинаковом химическом составе, так как переваримость отдельных питательных веществ животными и птицами различается.

На основе проведенного биохимического анализа зерна и коэффициентов переваримости проведены расчеты овсяных кормовых единиц и обменной энергии сортов сорго зернового селекции NaSARRI. У изученных сортов в зависимости от вида животного содержание кормовых единиц варьирует от 118,6 до 190,6 и обменной энергии – от 1277 до 1516 мДж (табл. 3).

### 3. Питательная ценность 100 кг зерна сортов сорго зернового селекции NaSARRI 3. Nutritional value of 100 kg of seeds of the grain sorghum varieties developed in the NaSARRI

| Сорт                   | ОКЕ   |        |       |       | ОЭ, мДж |        |      |      |
|------------------------|-------|--------|-------|-------|---------|--------|------|------|
|                        | птица | свиньи | овцы  | КРС   | птица   | свиньи | овцы | КРС  |
| Зерноградское 88, ст.  | 193,0 | 182,6  | 125,0 | 128,3 | 1530    | 1466   | 1321 | 1294 |
| Seso 1                 | 189,0 | 178,4  | 120,4 | 124,2 | 1510    | 1456   | 1305 | 1284 |
| Seso 3                 | 189,4 | 178,5  | 120,1 | 124,1 | 1510    | 1452   | 1301 | 1281 |
| Narosorg 1             | 189,5 | 178,6  | 120,3 | 124,3 | 1512    | 1455   | 1304 | 1283 |
| Narosorg 2             | 190,6 | 179,3  | 120,4 | 124,6 | 1513    | 1447   | 1298 | 1279 |
| Narosorg 3             | 188,3 | 177,2  | 118,6 | 122,8 | 1504    | 1446   | 1294 | 1277 |
| Narosorg 4             | 190,3 | 179,5  | 121,3 | 125,1 | 1516    | 1457   | 1307 | 1285 |
| Epuripur               | 189,1 | 178,4  | 120,2 | 124,1 | 1511    | 1455   | 1304 | 1284 |
| Среднее значение       | 189,9 | 179,1  | 120,8 | 124,7 | 1511    | 1453   | 1302 | 1282 |
| Стандартное отклонение | 1,4   | 1,6    | 1,9   | 1,6   | 4       | 4      | 5    | 3    |

По питательной ценности сорта селекции NaSARRI не превысили стандарт Зерноградское 88.

#### Выводы

1. Сорта Seso 1, Seso 3, Narosorg 1, Narosorg 2, Narosorg 3, Narosorg 4, Epuripur имеют высокую озерненность метелки (1829–2530 шт.).

2. Сорта селекции NaSARRI обладают высоким содержанием сырого белка в зерне (13,6–14,9%), за исключением сорта Narosorg 2, который содержит 10,6% сырого белка.

3. Низкое (<1%) содержание танина отмечено у сортов Seso 1 (0,54%), Epuripur (0,66%) и Narosorg 1 (0,71%).

#### Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Метлина Г. В., Васильченко С. А. Влияние удобрений на продуктивность сорго зернового в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2011. № 6(18). С. 49–52.
2. Алабушев А. В. Технологические приемы возделывания и использования сорго. Ростов н/Д., 2007. 224 с.
3. Беседа Н. А. Подбор исходного материала сорго зернового в селекции на продуктивность // Аграрный вестник Урала. 2010. № 12(79). С. 5–6.
4. Гриценко А. А. Агрометеорологические условия в Зерноградском районе Ростовской области (1930–2002 гг.). Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2005. 80 с.
5. Громова С. Н., Скрипка О. В., Самофалов А. П., Подгорный С. В., Некрасова О. А., Чернова В. Л. Продуктивность и элементы структуры урожая сортов и линий озимой мягкой пшеницы в конкурсном сортоиспытании в условиях «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2019. № 3(63). С. 26–29. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-63-3-26-29.
6. 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.
7. Косолапов В. М., Трофимов И. А. Проблемы и перспективы производства и использования зернофуража в России // Аграрный вестник Юго-Востока. 2009. № 3. С. 50–54.
8. Костылев П. И., Краснова Е. В., Аксенов А. В. Испытание вьетнамских образцов риса в условиях Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2019. № 5(65). С. 7–13. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-65-5-7-13.
9. Некрасова О. А., Подгорный С. В., Скрипка О. В., Самофалов А. П., Громова С. Н., Чернова В. Л., Кравченко Н. С. Результаты изучения селекционных линий озимой мягкой пшеницы в конкурсном сортоиспытании по урожайности и качеству зерна // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2(62). С. 32–37. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-32-37.

## References

1. Alabushev A. V., Metlina G. V., Vasil'chenko S. A. Vliyanie udobrenij na produktivnost' sorgo zernovogo v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti [The effect of fertilizers on grain sorghum productivity in the southern zone of the Rostov region] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2011. № 6(18). S. 49–52.
2. Alabushev A. V. Tekhnologicheskie priomy vzdel'yvaniya i ispol'zovaniya sorgo [Technological methods of sorghum cultivation and use]. Rostov n/D., 2007. 224 s.
3. Beseda N. A. Podbor iskhodnogo materiala sorgo zernovogo v selekcii na produktivnost' [Selection of grain sorghum source material in breeding for productivity] // *Agrarnyj vestnik Urala*. 2010. № 12(79). S. 5–6.
4. Gricenko A. A. Agrometeorologicheskie usloviya v Zernogradskom rajone Rostovskoj oblasti (1930–2002 gg.) [Agrometeorological conditions in the Zernograd district of the Rostov region (1930–2002)]. Rostov n/D: ZAO "Kniga", 2005. 80 s.
5. Gromova S. N., Skripka O. V., Samofalov A. P., Podgornyj S. V., Nekrasova O. A., Chernova V. L. Produktivnost' i elementy struktury urozhaya sortov i linij ozimoj myagkoj pshenicy v konkursnom sortoispytanii v usloviyah "ANC "Donskoj" [Productivity and yield structure elements of winter bread wheat varieties and lines in the Competitive variety testing in the conditions ARC "Donskoy"] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2019. № 3(63). S. 26–29. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-63-3-26-29.
6. Kovtunov V. V., Kovtunova N. A., Lushpina O. A., Suhenko N. N., Ignat'eva N. G. Novyj belozyornyj sort sorgo zernovogo Ataman [The new white grained sorghum variety 'Ataman'] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2019. № 1(61). S. 14–17. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-61-1-14-17.
7. Kosolapov V. M., Trofimov I. A. Problemy i perspektivy proizvodstva i ispol'zovaniya zernofurazha v Rossii [Problems and prospects of grain forage production and use in Russia] // *Agrarnyj vestnik Yugo-Vostoka*. 2009. № 3. S. 50–54.
8. Kostylev P. I., Krasnova E. V., Aksyonov A. V. Ispytanie v'etnamskih obrazcov risa v usloviyah Rostovskoj oblasti [The trials of Vietnamese rice samples in the conditions of the Rostov region] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2019. № 5(65). S. 7–13. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-65-5-7-13.
9. Nekrasova O. A., Podgornyj S. V., Skripka O. V., Samofalov A. P., Gromova S. N., Chernova V. L., Kravchenko N. S. Rezul'taty izucheniya selekcionnyh linij ozimoj myagkoj pshenicy v konkursnom sortoispytanii po urozhajnosti i kachestvu zerna [The study results of the winter bread wheat lines in the Competitive variety testing on productivity and grain quality] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2019. № 2(62). S. 32–37. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-32-37.

Поступила: 11.12.2019; принята к публикации: 13.01.2020.

**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.** Ковтунов В. В., Ковтунова Н. А. – концептуализация исследования, подготовка рукописи; Ковтунов В. В. – анализ данных и их интерпретация; Ковтунов В. В., Лушпина О. А., Сухенко Н. Н. – подготовка опыта; Ковтунов В. В., Лушпина О. А., Сухенко Н. Н., Шишова Е. А., Кравченко Н. С. – выполнение полевых/лабораторных опытов и сбор данных.

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

УДК 633.18:631.559

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-45-50

## ВЗАИМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ УГАНДИЙСКИХ И РОСТОВСКИХ СОРТОВ РИСА

**П. И. Костылев**<sup>1</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848;

**Е. В. Краснова**<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-3392-4774;

**А. В. Аксенов**<sup>1</sup>, агроном лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-6641-878X;

**Дж. Ламо**<sup>2</sup>, доктор наук, главный научный сотрудник/селекционер по рису, ORCID ID: 0000-0003-3530-0145

<sup>1</sup>ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», 347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

<sup>2</sup>Национальный научно-исследовательский институт ресурсов сельскохозяйственных культур (NaCRR),

Уганда, Кампала, шоссе Кампала-Зиробве, 17 км, PO Box 7084; e-mail: jlamoayo@gmail.com

Рис – одна из важнейших продовольственных культур в мире. Создание новых сортов риса требует широкого изучения и привлечение в селекционную работу генофонда из различных стран. Цель этого исследования заключалась в проведении совместного экологического испытания сортов риса в условиях Ростовской области России (ФГБНУ «АНЦ «Донской») – Акустик, Ароматик 1, Ароматный, Кубояр, Южанин и Уганды (NaCRR) – Nerica 1, Nerica 4, Komboka, Wita 9. Эти образцы показывают широкий спектр устойчивости к пирикулярриозу и другим болезням. Исследования проводили в Пролетарском районе Ростовской области. В результате были изучены сорта риса по ряду важных хозяйственно-биологических признаков. Период вегетации от посева до созревания у двух сортов – Nerica 1 и Nerica 4 – составил в условиях Ростовской области 131–139 дней, у стандартного сорта Командор – 110 дней. Другие два сорта – Komboka и Wita 9 были очень позднеспелыми и не зацвели. Все образцы обладали современным низкорослым габитусом растений с вертикальными жесткими листьями и длинными поникающими метелками (17–23 см). Высота растений угандийских сортов колебалась от 70 до 90 см. Зерновки удлиненные, массой 29–31 мг. Число колосков на метелках – 85 и 200 шт. соответственно. Сорта Nerica 1 и Nerica 4 использованы в гибридизации с российскими сортами Контакт и Боярин. Предварительное изучение российских сортов риса в Уганде показало, что RU 105 (Ароматный) и RU 101 (Ароматик 1) устойчивы к вирусу желтой пятнистости риса (RYMV), пирикулярриозу и бурой пятнистости листьев. Они были отобраны для дальнейшего изучения в условиях Уганды.

**Ключевые слова:** рис, сорт, донор, устойчивость, отбор.

**Для цитирования:** Костылев П. И., Краснова Е. В., Аксенов А. В., Ламо Дж. Взаимное изучение угандийских и ростовских сортов риса // Зерновое хозяйство России. 2020. № 6(72). С. 45–50. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-45-50.



## THE MUTUAL STUDY OF THE UGANDAN AND ROSTOV RICE VARIETIES

**P. I. Kostylev**<sup>1</sup>, 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**<sup>1</sup>, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-5026-3832;

**A. V. Aksenov**<sup>1</sup>, agronomist of the laboratory for rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-6641-878X;

**J. Lamo**<sup>2</sup>, Doctor of Sciences, senior researcher/rice breeder, ORCID ID: 0000-0003-3530-0145

<sup>1</sup>Agricultural Research Center "Donskoy", 347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

<sup>2</sup>National Crop Resources Research Institute (NaCRR), PO Box 7084, Kampala, Uganda; e-mail: jlamoayo@gmail.com

Rice is one of the most important food crops in the world. The development of new rice varieties requires a thorough study and involvement of gene pool from different countries in breeding work. The purpose of the current study was to conduct a mutual ecological testing of the rice varieties in the Rostov region of Russia (FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy") such as 'Akustik', 'Aromatik 1', 'Aromatny', 'Kuboyar', 'Yuzhanin' and the Ugandan (NaCRR) 'Nerica 1', 'Nerica 4', 'Komboka', 'Wita 9'. These samples have shown a wide range of resistance to blast and other diseases. The research was carried out in the Proletarsky district of the Rostov region. As a result, the rice varieties were studied for a number of important economic and biological traits. The growing season from sowing to ripening was 131–139 days for two varieties 'Nerica 1' and 'Nerica 4' under the conditions of the Rostov region, and 110 days for the standard variety 'Komandor'. The other two varieties 'Komboka' and 'Wita 9' were very late maturing and did not bloom. All samples had a modern low-growing plant habit with upright rigid leaves and long drooping panicles (17–23 cm). Plant height of the Ugandan varieties ranged from 70 to 90 cm. The grains were elongated with 29–31 mg of weight. Number of spikelets per panicle was 85 and 200, respectively. The varieties 'Nerica 1' and 'Nerica 4' were used in hybridization with the Russian varieties 'Kontakt' and 'Boyarin'. The preliminary study of Russian rice

varieties in Uganda showed that RU 105 ('Aromatny') and RU 101 ('Aromatik 1') were resistant to rice yellow spot virus ('RYMV'), blast and brown leaf spot. The varieties were selected for further study in the conditions of Uganda.

**Keywords:** rice, variety, donor, sustainability, selection.

**Введение.** Рис – важнейшая зерновая культура в мире, которой питается практически половина человечества. По посевным площадям и валовым сборам зерна рис занимает в мировом земледелии второе место (Ляховкин, 1992). В России рис ежегодно выращивается на площади около 200 тыс. га, в Ростовской области – 14–15 тыс. га.

Производство риса не удовлетворяет потребности населения. Среди факторов, лимитирующих рост урожайности риса, ведущее место занимают болезни и вредители (Харитонов, 2011). Поэтому необходимо создание высокоурожайных сортов с высоким качеством зерна, устойчивых к неблагоприятным факторам среды, иммунных к болезням и вредителям, отвечающих требованиям интенсивного земледелия.

Основной задачей селекции любой культуры является создание высокопродуктивных сортов и гибридов с высоким качеством продукции. Это предполагает вовлечение в селекционный процесс нового исходного материала, обладающего необходимыми качествами. Для решения данной задачи необходим богатый генетический материал, который будет использоваться в селекционном процессе (Ковтунова и др., 2018). Поэтому необходимо изучение разнообразного генетического материала из всех стран.

Африканские селекционеры активно работают над созданием высокоурожайных сортов риса, устойчивых к климатическим условиям и различным стрессам в рамках проекта «Разработка нового поколения новых сортов риса для стран Африки к югу от Сахары» (Sié, 2013).

В Уганде производство риса началось в 1942 г., посевная площадь в 2012 г. достигла 102 000 га, валовой сбор риса – 231,6 тыс. т при урожайности 2,3 т/га (Kikuchi, 2014). Однако этого недостаточно для удовлетворения внутреннего спроса. Абиотические стрессы, особенно засуха, остаются основным препятствием для увеличения производства риса (How to grow rice in Uganda).

Уганда участвует в работе по созданию сортов риса, их сортоиспытанию и производству семян, проводимой в Национальном научно-исследовательском институте растениеводства (NaCRRI), в рамках проекта NERICA (Новый рис для Африки) (Lamo et al., 2017).

В Национальной стратегии развития риса в Уганде по стимулированию рисоводства сформулировано увеличение производства высококачественного риса более чем в три раза с помощью улучшения работ по селекции, технологии, механизации, ирригации, финансированию (UNRDS, 2009).

Используют две основные группы сортов риса: 1) суходольный рис, который выращивается на богаре и не требует орошаемых участ-

ков, например Nerica 1, Nerica 4 и Nerica 10; 2) низинный рис, для производства которого требуются залитые водой поля, – Komboka, K-6, K-85.

Для дальнейшего роста урожайности и валовых сборов риса нужно использовать новые адаптированные сорта. Совместное изучение образцов риса в Уганде и Ростовской области позволит выделить ценный исходный материал для селекции сортов, отвечающих требованиям производства.

Цель исследований – проведение экологического испытания сортов риса в условиях Ростовской области РФ и Уганды.

Для этого поставлены следующие задачи:

- обмен 5 сортов риса АНЦ «Донской» РФ на 4 сорта из Уганды;
- морфо-биологическое изучение сортов риса;
- проверка сортов риса на устойчивость к болезням в своих условиях;
- гибридизация российских и угандийских сортов риса между собой.

Новизна заключается в том, что они имеют не использующиеся ранее гены ценных признаков. В связи с этим комплексное изучение новых образцов риса является весьма актуальным для селекционной работы.

#### **Материалы и методы исследований.**

В качестве материала для исследований использовали 4 образца риса: Nerica 1, Nerica 4, Komboka, Wita 9, которые выращивали в СП «Пролетарское» Ростовской области. Стандартом служил сорт Командор. Фенологические наблюдения и оценку морфо-биологических признаков и свойств растений проводили по методическим указаниям ВИР и классификатору рода *Oryza* L. (Ляховкин, 1982).

Одновременно 5 сортов АНЦ «Донской» – Акустик, Ароматик 1, Ароматный, Кубояр, Южанин – были изучены в условиях Уганды. Рядом с ними высевали IR 64 (чувствительный контроль), Gigante (африканский рис – тестер устойчивости), NamChe-2 (тестер локальной устойчивости). Они были проверены на распространенные внекорневые болезни риса.

Изучали устойчивость к вирусу желтой пятнистости риса, пирикулярриозу и бурой листовой пятнистости. В данном исследовании на 10 трехнедельных растениях каждого сорта проводили инокуляцию изолятом вируса UGB1, найденного в Центральной Уганде, по методике Fauquet, Thouvenel (1977). Появление симптомов контролировали ежедневно для оценки стадии начала заболевания. После этого тяжесть заболевания оценивали по шкале от 1 (отсутствие симптомов) до 9 (тяжелые симптомы) (John and Thottappilly, 1987) через 45 дней после инокуляции (ДПИ). Такой же набор сортов был высажен в поле для оценки реакции на болезни.

**Результаты и их обсуждение.** Важным адаптационным признаком риса является продолжительность вегетационного периода. Два сорта риса (Nerica 1, Nerica 4) были позднеспелыми, а другие 2 (Komboka и WITA 9) – очень позднеспелыми, так как вообще не выметались в поле к 1 октября. Образец Nerica 1 зацвел 8 августа, Nerica 4 – 16 августа. Российский сорт Командор зацвел 18 июля, т. е. почти на 1 месяц раньше. Растения сорта Komboka были пересажены в ведра и перевезены в неотапливаемую теплицу, где зацвели 3 октября, но семена не созрели. Сорт Wita 9 остался в вегетативном состоянии в связи с фоточувствительностью. К концу августа сорт Nerica 1 созрел полностью, а Nerica 4 достиг восковой спелости (рис. 1).

Десятого сентября вызрели оба этих сорта и были убраны для посева в следующем году. Вегетационный период от посева до созревания составил у них 131–139 дней, тогда как у сортов Командор и Акустик 110 и 119 дней (табл. 1).

Высота растения риса – важный в селекционной практике морфологический признак,

тесно связанный с устойчивостью к полеганию. Угандийские образцы были среднерослыми и незначительно различались по высоте растений – от 70 до 90 см (табл. 1).

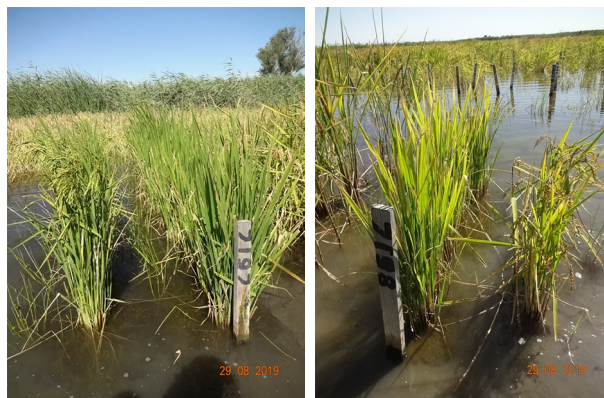


Рис. 1. Угандийские сорта Nerica 4, Komboka, Wita 9, Nerica 1

Fig. 1. The Ugandan varieties 'Nerica 4', 'Komboka', 'Wita 9', 'Nerica 1

### 1. Характеристика сортов риса (г. Пролетарск) 1. Characteristics of the rice varieties (Proletarsk)

| Сорт                   | Период вегетации<br>«всходы – созревание»,<br>дни | Высота<br>растения, см | Длина<br>метелки, см | Количество<br>колосков<br>в метелке, шт. | Масса<br>1000 зерен, г |
|------------------------|---------------------------------------------------|------------------------|----------------------|------------------------------------------|------------------------|
| Командор               | 110                                               | 80                     | 14                   | 120                                      | 31,5                   |
| Акустик                | 119                                               | 95                     | 16                   | 220                                      | 30,2                   |
| Nerica 1               | 131                                               | 70                     | 17                   | 85                                       | 29,2                   |
| Nerica 4               | 139                                               | 90                     | 23                   | 200                                      | 30,8                   |
| Стандартное отклонение | 6,8                                               | 7,1                    | 2,9                  | 24,2                                     | 1,0                    |

Отечественные сорта были примерно такой же высоты. Метелки угандийских и российских сортов риса существенно различались между собой по размерам, форме и плотности. У сортов Nerica 1 и Nerica 4 они были рыхлыми, поникающими и существенно длиннее, чем у российских сортов Командор (14 см) и Акустик (16 см). Длина метелок сорта Nerica 1 составила в среднем 17 см, Nerica 4 – 23 см (рис. 2).

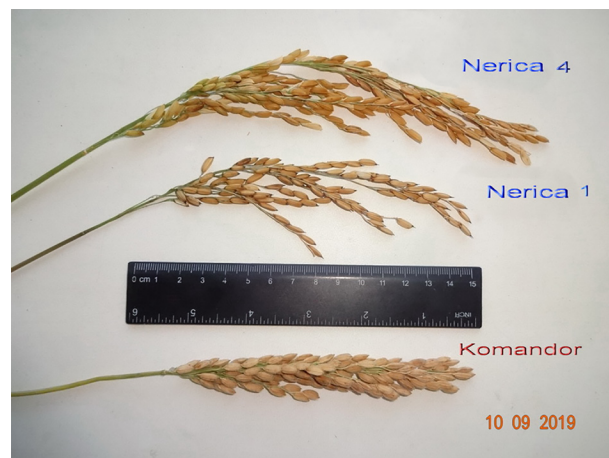


Рис. 2. Метелки образцов риса Nerica 4, Nerica 1, Командор

Fig. 2. Panicles of the rice samples 'Nerica 4', 'Nerica 1', 'Kommandor'

Сорта с более плотной метелкой длиной 14–16 см, как у Командора и Акустика, представляют большую ценность для селекции, чем рыхлые, поникающие. Количество колосков в метелке – один из главных элементов продуктивности риса. Этот признак у изученных образцов варьировал от 85 (Nerica 1) до 200 шт. (Nerica 4). У сорта Командор сформировалось 120 колосков в метелке, Акустик – 220.

При изучении новых сортов было установлено, что масса 1000 зерен у сортов NaCRR1 была примерно на том же уровне, что и у сортов ФГБНУ «АНЦ «Донской», – от 29,2 до 30,8 г (табл. 1). Однако форма зерновок у них была более удлиненная (рис. 3). Они обладают также хорошим качеством крупы.



Рис. 3. Зерновки сортов риса  
Fig. 3. Grains of the rice varieties

Образец Nerica 1 является ароматным рисом, что очень ценится в Африке. Проведена гибридизация Контакт × Nerica 1, Боярин × Nerica 4, получено по 37 зерен в каждой комбинации. Планируется получить ароматический сорт с габитусом Контакта и Боярина.

По литературным данным, сорта Nerica 1 и Nerica 4 являются суходольными и могут нормально вегетировать при нехватке оросительной воды (Kaneda, 2007). В наших условиях после сброса воды в поле они долго оставались живыми и зелеными. По результатам ПЦР-анализа, проведенного в лаборатории маркерной селекции АНЦ «Донской», идентифицированы гены устойчивости к пирикулярриозу у образцов риса Nerica 1 (Pi-1, Pi-2, Pi-33, Pi-40), Nerica 4 (Pi-2, Pi-33, Pi-40), Komboka (Pi-40) и ген устойчивости к засолению Saltol у образца риса Wita 9.

При изучении риса в Уганде резистентный сорт NamChe-2 показал устойчивость к вирусу желтой пятнистости риса (RYMV) – 1 балл, а восприимчивый сорт IR 64 – восприимчивость 7 баллов, доказывая, что изоляты действительно были инфекционными (табл. 2). Из 5 тестируемых российских сортов RU 105 (Ароматный) показал высокую толерантность к RYMV (5 баллов), в то время как другие имели 7 баллов. Кроме того, линия RU 105 показала высокую устойчивость к листовой форме пирикулярриоза (1 балл) и бурой листовой пятнистости (балл 3). Симптомы вирусной болезни на листьях восприимчивого контрольного сорта IR 64 появились через 11 дней после инфицирования (ДПИ). Испытуемые российские сорта показали симптомы от 13 до 16 ДПИ (табл. 2).

## 2. Количество дней до появления симптомов заболевания у сортов риса и восприимчивость, балл (Уганда)

### 2. Number of days before disease symptoms in the rice varieties and susceptibility to it, score (Uganda)

| №  | Сорт              | Происхождение     | Симптом ДПИ (дней после инфицирования) | Вирус желтой пятнистости риса | Пирикулярриоз листьев | Бурая листовая пятнистость |
|----|-------------------|-------------------|----------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| 1  | Ru 101 Ароматик 1 | Россия            | 13                                     | 7                             | 3                     | 3                          |
| 2  | Ru 102 Акустик    | Россия            | 13                                     | 7                             | 3                     | 3                          |
| 3  | Ru 103 Кубояр     | Россия            | 16                                     | 7                             | 3                     | 3                          |
| 4  | Ru 104 Южанин     | Россия            | 13                                     | 7                             | 3                     | 3                          |
| 5  | Ru 105 Ароматный  | Россия            | 16                                     | 5                             | 1                     | 3                          |
| 13 | IR 64             | IRRI, восприимч.  | 11                                     | 7                             | 3                     | 3                          |
| 14 | Gigante           | Африка, устойчив. | 19                                     | 3                             | 1                     | 1                          |
| 15 | NamChe-2          | Уганда, устойчив. | –                                      | 1                             | 1                     | 1                          |

Результаты полевой оценки заболеваемости представлены в таблице 3.

## 3. Полевая реакция интродуцированных сортов риса на болезни (балл)

### 3. Field response of the introduced rice varieties to diseases (points)

| № | Сорт              | Происхождение | Вирус желтой пятнистости риса | Пирикулярриоз листьев | Бурая листовая пятнистость |
|---|-------------------|---------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| 1 | Ru 101 Ароматик 1 | Россия        | 3                             | 3                     | 3                          |
| 2 | Ru 102 Акустик    | Россия        | 5                             | 9                     | 3                          |
| 3 | Ru 103 Кубояр     | Россия        | 5                             | 9                     | 3                          |
| 4 | Ru 104 Южанин     | Россия        | 5                             | 9                     | 3                          |
| 5 | Ru 105 Ароматный  | Россия        | 5                             | 1                     | 3                          |

Сорта Ароматный и Ароматик 1 были устойчивы к болезням желтой пятнистости риса, пи-

рикулярриозу и бурой листовой пятнистости (рис. 4).



Южанин



Ароматик 1



Ароматный

**Рис. 4.** Посевы российских сортов риса в Уганде в поле на 60-й день после заражения пирикулярриозом  
**Fig. 4.** Field sowing of the Russian rice varieties in Uganda on the 60<sup>th</sup> day after blast infection



**Рис. 5.** Сорт Aromatic 1 (слева); сорт Ароматный (справа), Уганда  
**Fig. 5.** The variety 'Aromatik 1' (left); the variety 'Aromatny' (right), Uganda

Эти два сорта имеют средний размер зерна, напоминающий местный орошаемый сорт K85. Они были отобраны для дальнейшей оценки на станции NaCRRRI (рис. 5). Необходимо использовать для скрининга больше интродукцион-

ных высокоурожайных сортов риса, созданных в России, для улучшения селекционной стратегии.

**Выводы.** Изучены 4 угандийских сорта риса в условиях Ростовской области России и 5 сортов селекции АНЦ «Донской» в условиях Уганды, что позволило отобрать наиболее адаптированные формы. Два сорта – Nerica 1 и Nerica 4 – созрели в северных для риса условиях Российской Федерации за 131–139 дней и были использованы в гибридизации с раннеспелыми сортами Контакт и Боярин. Высота растений угандийских сортов составила 70 и 90 см; длина метелки – 17 и 23 см; масса 1000 зерен – 29,2 и 30,8 г; число колосков на метелках – 85 и 200 шт.

Предварительные изучение российских сортов риса в Уганде показало, что RU 105 (Ароматный) и RU 101 (Ароматик 1) устойчивы к вирусу желтой пятнистости риса (RYMV), пирикулярриозу и бурой пятнистости листьев.

#### Библиографические ссылки

1. Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В. Биоразнообразие сорго // Зерновое хозяйство России. 2018. № 5(59). С. 49–52.
2. Ковтунова Н. А., Шишова Е. А., Романюкин А. Е., Ковтунов В. В., Сухенко Н. Н. Урожайность образцов суданской травы различного эколого-географического происхождения // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 56–61.
3. Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В., Барановский А. В., Романюкин А. Е., Шишова Е. А. Экологическое испытание сортов и гибридов зернового сорго // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4(58). С. 42–47.
4. Ляховкин А. Г. Изучение мировой коллекции риса и классификатор рода *Oryza* L. Методические указания. Л.: ВИР им. Н. И. Вавилова, 1982. 34 с.
5. Ляховкин А. Г. Мировое производство и генофонд риса. Ханой: Сельское хозяйство, 1992. 343 с.
6. Харитонов Е. М. Система рисоводства Краснодарского края. Краснодар: ВНИИ риса, 2011. 316 с.
7. Fauquet C., Thouvesel J. C. Rice yellow mottle in the Ivory Coast // Plant Disease Reporter. 1977. Vol. 61(6). Pp. 443–146.
8. How to grow rice in Uganda [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.africa-uganda-business-travel-guide.com/how-to-grow-rice-in-uganda.html>.
9. John V. T., Thottappilly G. A scoring system for rice yellow mottle virus disease // International Rice Research Newsletter. 1987. Vol. 12. Pp. 3–26.
10. Kaneda C. Breeding and dissemination efforts of “NERICA” // Japanese Journal of Tropical Agriculture, 2007. 51. P. 41–45.
11. Kikuchi M., Kijima Y., Haneishi Y., Tsuboi T. A brief appraisal of rice production statistics in Uganda // Trop. Agr. Develop. 2014. No. 58(2). Pp. 78–84. DOI: 10.11248/jsta.58.78.
12. Lamo J., Tongoona P., Sie M., Semon M., Onaga G., Okori P. Upland Rice Breeding in Uganda: Initiatives and Progress // Advances in International Rice Research. 2017. Ch. 11. Pp. 215–246. <http://dx.doi.org/10.5772/66826>.
13. Sié M. Africa gets rice varieties with higher yields // Rice Today. 2013. P. 5.
14. Uganda national rice development strategy (UNRDS). 2<sup>nd</sup> draft // Ministry of agriculture animal industry and fisheries. 2009. 31 p.

#### References

1. Kovtunova N. A., Kovtunov V. V. Bioraznoobrazie sorgo [Sorghum biodiversity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 5(59). S. 49–52.
2. Kovtunova N. A., Shishova E. A., Romanyukin A. E., Kovtunov V. V., Sukhenko N. N. Urozhaynost' obraztsov sudanskoy travy razlichnogo ekologo-geograficheskogo proiskhozhdeniya [Productivity of Sudanese grass samples of various ecological and geographical origin] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(55). S. 56–61.
3. Kovtunova N. A., Kovtunov V. V., Baranovsky A. V., Romanyukin A. E., Shishova E. A. Ekologicheskoye ispytaniye sortov i gibridov zernovogo sorgo [Environmental testing of grain sorghum varieties and hybrids] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). S. 42–47.
4. Lyakhovkin A. G. Izucheniye mirovoy kollektsii risa i klassifikator roda *Oryza* L. [Study of the world rice collection and classifier of the genus *Oryza* L.]. Metodicheskkiye ukazaniya. L.: VNIIR im. N. I. Vavilova, 1982. 34 s.
5. Lyakhovkin A. G. Mirovoye proizvodstvo i genofond risa [World production and gene pool of rice]. Khanoy: Sel'skoye khozyaystvo, 1992. 343 s.

6. Kharitonov Ye. M. Sistema risovodstva Krasnodarskogo kraia [The system of rice growing of the Krasnodar Territory]. Krasnodar: VNII risa, 2011. 316 s.
7. Fauquet C., Thouvesel J. C. Rice yellow mottle in the Ivory Coast // Plant Disease Reporter. 1977. Vol. 61(6). Pp. 443–146.
8. How to grow rice in Uganda [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.africa-uganda-business-travel-guide.com/how-to-grow-rice-in-uganda.html>.
9. John V. T., Thottappilly G. A scoring system for rice yellow mottle virus disease // International Rice Research Newsletter. 1987. Vol. 12. Pp. 3–26.
10. Kaneda C. Breeding and dissemination efforts of "NERICA" // Japanese Journal of Tropical Agriculture, 2007. 51. P. 41–45.
11. Kikuchi M., Kijima Y., Haneishi Y., Tsuboi T. A brief appraisal of rice production statistics in Uganda // Trop. Agr. Develop. 2014. No. 58(2). Pp. 78–84. DOI: 10.11248/jsta.58.78.
12. Lamo J., Tongoona P., Sie M., Semon M., Onaga G., Okori P. Upland Rice Breeding in Uganda: Initiatives and Progress // Advances in International Rice Research. 2017. Ch. 11. Pp. 215–246. <http://dx.doi.org/10.5772/66826>.
13. Sié M. Africa gets rice varieties with higher yields // Rice Today. 2013. P. 5.
14. Uganda national rice development strategy (UNRDS). 2<sup>nd</sup> draft // Ministry of agriculture animal industry and fisheries. 2009. 31 p.

Поступила: 11.12.19; принята к публикации: 14.01.20.

**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.** 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, выращивание растений, структурный анализ; Аксенов А. В. – закладка опыта, посев и пересадка сортов, отбор растений для анализа, промеры и подсчеты, заполнение таблиц; Ламо Дж. – испытание российских сортов риса в Уганде на устойчивость к болезням.

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

УДК 633.112.1:631.524.86:577.2

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-51-55

## ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ НА НАЛИЧИЕ ГЕНА УСТОЙЧИВОСТИ К СЕПТОРИОЗУ STB2

**О. С. Жогалева**, техник-исследователь лаборатории маркерной селекции,  
ORCID ID: 0000-0003-1477-3285;

**А. Ю. Мышастая**, техник-исследователь лаборатории маркерной селекции,  
ORCID ID: 0000-0002-1432-7616;

**О. С. Павленко**, агроном лаборатории иммунитета и защиты растений,  
ORCID ID: 0000-0001-7012-6440;

**Н. Н. Вожжова**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории клеточной селекции, nvozhzh@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2046-4000;

**Е. В. Ионова**, доктор сельскохозяйственных наук, зам. директора по науке,  
ORCID ID: 0000-0002-2840-6219

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

Для получения высокого урожая озимой твердой пшеницы необходимо не только использовать передовые методы агротехнологии, но и высевать устойчивые к основным болезням сорта. Одной из таких болезней, наносящих большой вред посевам, является септориоз. В статье представлены результаты исследований коллекционного материала российской и зарубежной селекции озимой твердой пшеницы по идентификации эффективного в Северо-Кавказском регионе гена устойчивости к септориозу Stb2. Цель исследований – выявление гена устойчивости к септориозу типа Stb2 в коллекционном материале озимой твердой пшеницы. Исследования были проведены в 2017–2018 гг. в лаборатории маркерной селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» в г. Зернограде. В процессе проведения исследования применялись такие методы, как выделение геномной ДНК СТАВ-методом, ПЦР-анализ молекулярным SSR-маркером WMS533, электрофорез на 2% агарозном геле, анализ электрофорезных гелей в программном обеспечении Bio-Rad Image Lab 6.0, а также общий анализ данных при помощи программы Microsoft Excel. В результате исследований из 185 проанализированных образцов было выявлено 29 образцов, имеющих ген устойчивости к септориозу Stb2: Л3557 h42, Л3182 h7, Л3335 h29, Л3336 h43, Л3408 h218 (Россия, ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко»), К-61620 (Россия), К-54455, DF 917 (Румыния), К-61924, К-59179, К-51863, К-61869 (Молдова), К-63871 (Турция), Харьковская 909 (Украина), MVTD-15-99 (Венгрия), 2196-1/04, 922/93, 589/13, 655/13, 683/13, 145/14, 322/14, 484/14, Гордеиформе 1424/82 (Россия, ФГБНУ «АНЦ «Донской»), Белый парус (Украина), Белгородская янтарная (ООО «Сатива» (Белгород, Россия), ИР им. В. Я. Юрьева (Харьков, Украина), Живица (Россия, Прикумская ОСС), Pandur (Румыния) и Elidur (Румыния). Рекомендуем использовать выявленные образцы озимой твердой пшеницы с геном Stb2 в селекционных программах на устойчивость к септориозу.

**Ключевые слова:** пшеница, септориоз, ген, устойчивость, Stb2.

**Для цитирования:** Жогалева О. С., Мышастая А. Ю., Павленко О. С., Вожжова Н. Н., Ионова Е. В. Изучение коллекционного материала озимой твердой пшеницы на наличие гена устойчивости к септориозу Stb2 // Зерновое хозяйство России. 2020. № 6(72). С. 51–55. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-51-55.



## THE STUDY OF THE COLLECTION MATERIAL OF WINTER DURUM WHEAT ON PRESENCE OF THE SEPTORIA LEAF BLOTCH RESISTANCE GENE STB2

**O. S. Zhogaleva**, research technician of the laboratory for marker breeding,  
ORCID ID: 0000-0003-1477-3285;

**A. Yu. Myshastaya**, research technician of the laboratory for marker breeding,  
ORCID ID: 0000-0002-1432-7616;

**O. S. Pavlenko**, agronomist of the laboratory for plant immunity and protection,  
ORCID ID: 0000-0001-7012-6440;

**N. N. Vozhzhova**, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for cell breeding, nvozhzh@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2046-4000;

**E. V. Ionova**, Doctor of Agricultural Sciences, acting deputy director on Science,  
ORCID ID: 0000-0002-2840-6219

Agricultural Research Center "Donskoy",

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

In order to obtain high yields of winter durum wheat, it is necessary not only to use advanced agricultural technologies, but also to sow varieties resistant to major diseases. One of these diseases that cause great harm to grain crops is Septoria leaf blotch. The current paper has presented the study results of collection material of Russian and foreign winter durum wheat according to the efficiency of the Septoria leaf blotch resistance gene Stb2 in the North Caucasus region. The purpose of the current study was to identify the Septoria leaf blotch resistance gene Stb2 in the collection material of winter durum wheat. The study was carried out in 2017–2018 in the laboratory of marker breeding of the FSBSI "ARC "Donskoy" in Zernograd. In the course of the study there have been applied such meth-

ods as the isolation of genomic DNA by the CTAB-method, PCR-analysis with the molecular SSR marker WMS533, electrophoresis on 2% agarose gel, analysis of electrophoresis gels in the Bio-Rad Image Lab 6.0 software, general data analysis by Microsoft Excel. The study has shown that 29 samples out of 185 analyzed ones had the Septoria leaf blotch resistance gene *Stb2*, they are the lines L3557 h42, L3182 h7, L3335 h29, L3336 h43, L3408 h218 (Russia, FSBSI "Research Center of Plants named after P. P. Lukyanenko"), K-61620 (Russia), K-54455, DF 917 (Romania), K-61924, K-59179, K-51863, K-61869 (Moldova), K-63871 (Turkey), Kharkovskaya 909 (Ukraine), MVTD-15-99 (Hungary), 2196-1/04, 922/93, 589/13, 655/13, 683/13, 145/14, 322/14, 484/14, Gordeiform 1424/82 (Russia, FSBSI "ARC "Donskoy"), Belyi Parus (Ukraine), Belgorodskaya Yantarnaya (LLC "Sativa" in Belgorod, Russia), IR named after V. Ya. Yuriev (Kharkov, Ukraine)), Zhivitsa (Russia, Priukumskaya OSS), Pandur (Romania) and Elidur (Romania). There have been recommended using the identified samples of winter durum wheat with the Septoria leaf blotch resistance gene *Stb2* in breeding programs.

**Keywords:** wheat, Septoria leaf blotch, gene, resistance, *Stb2*.

**Введение.** Создание устойчивых сортов с последующим внедрением их в производство является одним из самых надежных и эффективных методов в интегральной защите сельскохозяйственных растений (Коломиец и др., 2015).

В Ростовской области посевам как мягкой, так и твердой пшеницы наносят большой вред грибные болезни, среди которых в последнее время широкое распространение получил септориоз. Он снижает фотосинтетическую активность растений и вызывает недоразвитость колосьев, что в годы эпифитотий приводит к снижению урожая зерна на 40–50% (Кочоров и др., 2013). При создании новых сортов твердой пшеницы необходимо использовать в качестве исходного материала такие сорта, которые обладают геном устойчивости к септориозу. Для этого необходимы доноры – образцы, несущие один или несколько генов устойчивости (*Stb*), поиск которых должен производиться не только среди отечественных образцов, но и среди мировых коллекций (Коломиец и др., 2017). В последнее время у пшеницы определено 17 основных генов устойчивости к *M. graminicola* (*Septoria tritici*) (*Stb1* – *Stb17*). Каждый из них обеспечивает разный уровень устойчивости. Для Северо-Кавказского региона ген устойчивости к септориозу *Stb2* отнесен к группе эффективно действующих генов (Пахолкова и др., 2016). Знание генотипов сортов и конкретных генов устойчивости, содержащихся у сортов, позволит прогнозировать защиту посевов от болезней и создавать новые устойчивые сорта озимой твердой пшеницы. Поэтому целью наших исследований являлось выявление гена устойчивости к септориозу типа *Stb2* в коллекционном материале озимой твердой пшеницы.

**Материалы и методы исследований.** Объект исследований – 185 коллекционных образцов озимой твердой пшеницы российской и зарубежной селекции. Идентификацию гена устойчивости к септориозу *Stb2* проводили в 2017–2018 гг. в лаборатории маркерной селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» в г. Зернограде. Гомогенизацию образцов проводили при помощи прибора Bertin Precellys 24 (рис. 1).



**Рис. 1.** Гомогенизатор Bertin Precellys 24, измельчающий растительные образцы, погруженные в CTAB-буфер, при помощи керамических шариков, вакуума и 3D-вращения

**Fig. 1.** Homogenizer Bertin Precellys 24, which grinds plant samples immersed in the CTAB-buffer using ceramic balls, vacuum and 3D rotation

Использовались следующие методы исследований:

1. Выделение геномной ДНК CTAB-методом (Murray and Thompson, 1980).

2. ПЦР-анализ молекулярным SSR-маркером WMS533.

Условия ПЦР: 94 °C – 3 мин, 45 циклов (94 °C – 1 мин, 60 °C – 1 мин, 72 °C – 2 мин), 72 °C – 10 мин.

Состав реакционной смеси на 25 мкл: ДНК – 2 мкл; 10 x PCR буфер – 2,5 мкл; MgCl<sub>2</sub> (25mM) – 1,5 мкл; смесь dNTPs (25mM) – 0,5 мкл; по 1 мкл каждого праймера (1 μmol); Taq-полимераза (5 U) – 0,2 мкл; деионизированная вода – 16,3 мкл (Botez et al., 2009).

3. Электрофорез в агарозном геле. Молекулярный размер ампликона маркера 150 пар нуклеотидов указывает на наличие гена устойчивости к септориозу *Stb2*. Отсутствие амплификации – на отсутствие гена в исходном материале для анализа (Adhikari et al., 2004).

Степень поражения септориозом в полевых условиях учитывали по шкале Петерсона (Peterson et al., 1948) на инфекционном фоне лаборатории иммунитета и защиты растений ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Дерова и др., 2018). Образцы относили к разным группам устойчивости в зависимости от степени поражаемости септориозом: 0–15% – устойчивые; 15–25% – среднеустойчивые; 25–40% – средневосприимчивые; более 40% – восприимчивые (Самофалова и др., 2018).

Оценку количества и качества выделенной ДНК проводили с помощью спектрофотометра Implen NanoPhotometer NP80 (рис. 2).



**Рис. 2.** Оценка количества и качества выделенной ДНК при помощи спектрофотометра Implen NanoPhotometer NP80.

Анализ выполняет А. Ю. Мышастая

**Fig. 2.** Estimation of the quantity and quality of the isolated DNA using the spectrophotometer Implen NanoPhotometer NP80.

The analysis has been performed by A. Yu. Myshastaya

К анализу допускались образцы озимой твердой пшеницы с коэффициентом соотношения длин волн A260/A280 в пределах от 1,8 до 2,2 и содержащие более 50 нг/мкл продукта.

Анализ электрофорезных гелей выполняли в программном обеспечении Bio-Rad Image Lab 6.0 (рис. 3).

Общий анализ результатов исследования проводили в программном обеспечении Microsoft Excel.



**Рис. 3.** Процесс анализа электрофорезных гелей в программном обеспечении Bio-Rad Image Lab 6.0.

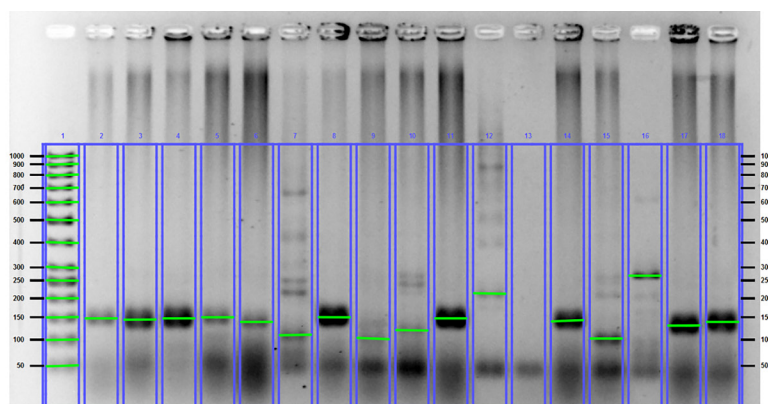
Анализ выполняет О. С. Жогалева

**Fig. 3.** The process of analysis of electrophoresis gels in the Bio-Rad Image Lab 6.0 software.

The analysis has been performed by O. S. Zhogaleva

**Результаты и их обсуждение.** Ген *Stb2* является одним из главных и эффективных генов устойчивости озимой пшеницы к септориозу и локализован на хромосоме 3BS. Источником этого гена является сорт пшеницы Chinese Spring. Ген *Stb2* был ассоциирован с локусами WMS 533, WMS 389 и WMS 493 (Botez et al., 2009). С локусом WMS533 ассоциированы также гены устойчивости к другим основным болезням пшеницы – желтой ржавчине Yr30, стеблевой ржавчине Sr2 и бурой ржавчине Lr27 (Rahmatov et al., 2019).

В результате проведенных исследований 185 коллекционных образцов озимой твердой пшеницы нами был получен ряд электрофореграмм агарозных гелей. На фрагменте одной из таких электрофореграмм выявлено наличие гена устойчивости к септориозу *Stb2* у сорта Белгородская янтарная и других образцов (рис. 4).



**Рис. 4.** Фрагмент электрофореграммы скрининга образцов озимой твердой пшеницы по определению гена устойчивости к септориозу на агарозном геле. Продукты амплификации с маркером WMS 533: 1 – маркер молекулярного веса Thermo Scientific GeneRuler 50bp+; 2 – Белгородская янтарная (ООО «Сатива» (Белгород, Россия), ИП им. В. Я. Юрьева (Харьков, Украина)); 3 – 589/13; 4 – 655/13; 5 – 683/13; 6 – 117/14; 7 – 126/14; 8 – 145/14; 9 – Динас; 10 – 309/14; 11 – 322/14; 12 – 385/14; 13 – 468/14; 14 – 484/14; 15 – 533/14; 16 – 605/14; 17 – 627/14; 18 – 784/14 (ФГБНУ «АНЦ «Донской», Россия)

**Fig. 4.** The fragment of an electrophoretogram of winter durum wheat screening to identify the Septoria leaf blotch resistance gene on agarose gel. Amplification products with the WMS 533 marker: 1 – The molecular weight marker Thermo Scientific GeneRuler 50bp+; 2 – Belgorodskaya Yantarnaya (LLC “Sativa” in Belgorod, Russia), IR named after V. Ya. Yuriev (Kharkov, Ukraine)); 3 – 589/13; 4 – 655/13; 5 – 683/13; 6 – 117/14; 7 – 126/14; 8 – 145/14; 9 – Dinas; 10 – 309/14; 11 – 322/14; 12 – 385/14; 13 – 468/14; 14 – 484/14; 15 – 533/14; 16 – 605/14; 17 – 627/14; 18 – 784/14 (FSBSI “ARC “Donskoy”, Russia)

Целевой фрагмент размером 150 пар нуклеотидов, свидетельствующий о наличии функционального аллеля гена устойчивости к септориозу Stb2, идентифицирован на рисунке 4 у следующих образцов: Белгородская янтарная, 589/13, 655/13, 683/13, 145/14, 322/14 и 484/14. У других образцов отмечены нетипичные аллели, кроме образца 468/14 (у него амплификация отсутствовала). Следовательно, коллекционные образцы озимой твердой пшеницы, несущие нетипичные аллели, обладают широким генетическим разнообразием по локусу WMS533.

В ходе проведенного нами исследования было выявлено, что у 29 из 185 изученных коллекционных образцов российской и зарубежной селекции имелся функциональный аллель размером 150 пар нуклеотидов, что составило 15,7% от общего объема изучаемых образцов: Л3557 h42, Л3182 h7, Л3335 h29, Л3336 h43, Л3408 h218 (Россия, ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко»), К-61620 (Россия), К-54455, DF 917 (Румыния), К-61924, К-59179, К-51863, К-61869 (Молдова), К-63871 (Турция), Харьковская 909 (Украина), MVTD-15-99 (Венгрия), 2196-1/04, 922/93, 589/13, 655/13, 683/13, 145/14, 322/14, 484/14, Гордеиформе 1424/82 (Россия, ФГБНУ «АНЦ «Донской»), Белый парус (Украина), Белгородская янтарная (ООО «Сатива» (Белгород, Россия), ИР им. В. Я. Юрьева (Харьков, Украина)), Живица (Россия, Прикумская ОСС), Pandur (Румыния) и Elidur (Румыния).

У остальных образцов (84,3% от всех изученных образцов) размер ампликона не соот-

ветствовал гену Stb2 (был нетипичным) или вообще отсутствовал.

Проведенная на полевом инфекционном фоне оценка коллекционных образцов озимой твердой пшеницы подтверждает результаты, полученные методом ПЦР-анализа. Наименьшее поражение септориозом отмечено у образцов Живица (5–10%) и Л3182 h7 (10–15%), относящихся к группе устойчивых к септориозу образцов. У образцов Л3557 h42, Л3336 h43 и Л3408 h218 степень поражения септориозом варьировала от 20 до 30% (среднеустойчивые образцы).

Таким образом, ген устойчивости к септориозу Stb2 идентифицирован у 29 коллекционных образцов озимой твердой пшеницы, в том числе у 7 селекционных линий ФГБНУ «АНЦ «Донской». Выявленные образцы озимой твердой пшеницы, несущие ген устойчивости к септориозу Stb2, рекомендуется использовать в селекционных программах на устойчивость к болезням.

### Выводы

1. В результате исследований было выявлено 29 коллекционных образцов российской и зарубежной селекции (в том числе 7 селекционных линий ФГБНУ «АНЦ «Донской»), несущих ген устойчивости к септориозу Stb2.

2. Рекомендуем использовать выявленные образцы озимой твердой пшеницы с геном Stb2 в селекционных программах на устойчивость к септориозу.

3. Необходим дальнейший поиск эффективных генов устойчивости к септориозу.

### Библиографические ссылки

1. Дерова Т. Г., Шишкин Н. В., Павленко О. С. Устойчивость сортов и коллекционных образцов озимой мягкой пшеницы к комплексу наиболее вредоносных болезней в условиях нижнего Дона // Зерновое хозяйство России. 2018. № 6(60). С. 68–72. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-60-68-72>.
2. Коломиец Т. М., Панкратова Л. Ф., Скатонок О. О., Пахолкова Е. В. Создание Генбанка источников устойчивости сортов пшеницы к септориозу // Защита и карантин растений. 2015. № 7. С. 44–46.
3. Коломиец Т. М., Панкратова Л. Ф., Пахолкова Е. В. Сорта пшеницы (*Triticum* L.) из коллекции Grin (США) для использования в селекции на длительную устойчивость к септориозу // С.-х. биол., сельхозбиология. 2017. № 3. С. 561–569. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.3.561rus.
4. Кочоров А. С., Сагитов А. О., Аубакирова А. Т. Динамика и прогноз развития септориоза пшеницы на востоке Казахстана // Защита и карантин растений. 2013. № 9. С. 44–45.
5. Пахолкова Е. В., Сальникова Н. Н., Куркова Н. А. Генетическая структура региональных популяций *Mycosphaerella graminicola* (*Septoria tritici*) – возбудителя септориоза пшеницы (*Triticum aestivum* L.) // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51, № 5. С. 722–730. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.722rus.
6. Самофалова Н. Е., Дерова Т. Г., Дубинина О. В., Иличкина Н. П., Костыленко О. А., Каменева А. С. Устойчивость селекционного материала озимой твердой пшеницы к листовым болезням // Зерновое хозяйство России. 2018. № 2(56). С. 64–70. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-56-2-64-70>.
7. Adhikari T. B., Wallwork H., Goodwin S. B. Microsatellite markers linked to the Stb 2 and Stb 3 genes for resistance to *Septoria tritici* blotch in wheat // Crop Sci. 2004. Vol. 44, no. 4. Pp. 1403–1411. DOI: 10.2135/cropsci2004.1403.
8. Botez C., Pamfil D., Curticiu D., Cota L., Saulescu N. N. Marker assisted selection for *Septoria tritici* resistance in wheat dihaploid lines // Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj. 2009. No. 37(1). Pp. 253–255. <http://dx.doi.org/10.15835/nbha3713131> Available online at [www.notulaeobotanicae.ro](http://www.notulaeobotanicae.ro).
9. Murray M. G., Thompson W. F. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA // Nucleic Acids Res. 1980. Vol. 8. Pp. 4321–4325. <https://doi.org/10.1093/nar/8.19.4321>.
10. Peterson R. F., Campbell A. B., Hannah A. E. Adigrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals // Canad. J. Res. 1948. Vol. 26c(5). Pp. 496–500. <https://doi.org/10.1139/cjr48c-033>.

11. Rahmatov M., Otambekova M., Muminjanov H., Rouse M. N., Hoymoller M. S., Nazari K., Steffenson B. J., Johansson E. Characterization of stem, stripe and leaf rust resistance in Tajik bread wheat accessions. *Euphytica*. 2019. Vol. 215. P. 55. <https://doi.org/10.1007/s10681-019-2377-6>.

### References

1. Derova T. G., Shishkin N. V., Pavlenko O. S. Uстойчивost' sortov i kollekcionnyh obrazcov ozimoy myagkoj pshenicy k kompleksu naibolee vredonosnyh boleznej v usloviyah nizhnego Dona [Resistance of collection winter bread wheat varieties and samples to a set of the most harmful diseases in the lower Don conditions] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2018. № 6(60). S. 68–72. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-60-6-68-72>.
2. Kolomic T. M., Pankratova L. F., Skatenok O. O., Paholkova E. V. Sozdanie Genbanka istochnikov ustojchivosti sortov pshenicy k septoriozu [Development of the Gene Bank of sources of resistance of wheat varieties to Septoria] // *Zashchita i karantin rastenij*. 2015. № 7. S. 44–46.
3. Kolomic T. M., Pankratova L. F., Paholkova E. V. Sorta pshenicy (*Triticum* L.) iz kollekcii Grin (SSHA) dlya ispol'zovaniya v selekcii na dlitel'nyu ustojchivost' k septoriozu [Wheat varieties (*Triticum* L.) from the Grin collection (the USA) for use in breeding work for long-term resistance to Septoria] // *S.-h. biol., sel'hozbiologiya*. 2017. № 3. C. 561–569. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.3.561rus.
4. Kochorov A. S., Sagitov A. O., Aubakirova A. T. Dinamika i prognoz razvitiya septorioza pshenicy na vostoке Kazakhstana [Dynamics and forecast of wheat Septoria leaf spot development in the east of Kazakhstan] // *Zashchita i karantin rastenij*. 2013. № 9. S. 44–45.
5. Paholkova E. V., Sal'nikova N. N., Kurkova N. A. Geneticheskaya struktura regional'nyh populyacij *Mycosphaerella graminicola* (*Septoria tritici*) – vzbuditelya septorioza pshenicy (*Triticum aestivum* L.) [Genetic structure of regional populations of *Mycosphaerella graminicola* (*Septoria tritici*), the causative agent of wheat Septoria leaf spot (*Triticum aestivum* L.)] // *Sel'skohozyajstvennaya biologiya*. 2016. T. 51, № 5. S. 722–730. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.722rus.
6. Samofalova N. E., Derova T. G., Dubinina O. V., Ilichkina N. P., Kostylenko O. A., Kameneva A. S. Uстойчивost' selekcionnogo materiala ozimoy tverdoj pshenicy k listovym boleznyam [Resistance of breeding material of winter durum wheat to leaf diseases] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2018. № 2(56). S. 64–70. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-56-2-64-70>.
7. Adhikari T. B., Wallwork H., Goodwin S. B. Microsatellite markers linked to the Stb 2 and Stb 3 genes for resistance to Septoria tritici blotch in wheat // *Crop Sci*. 2004. Vol. 44, no. 4. Pp. 1403–1411. DOI: 10.2135/cropsci2004.1403.
8. Botez C., Pamfil D., Curticiu D., Cota L., Saulescu N. N. Marker assisted selection for Septoria tritici resistance in wheat dihaploid lines // *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj*. 2009. No. 37(1). Pp. 253–255. <http://dx.doi.org/10.15835/nbha3713131> Available online at [www.notulaeobotanicae.ro](http://www.notulaeobotanicae.ro).
9. Murray M. G., Thompson W. F. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA // *Nucleic Acids Res*. 1980. Vol. 8. Pp. 4321–4325. <https://doi.org/10.1093/nar/8.19.4321>.
10. Peterson R. F., Campbell A. B., Hannah A. E. Adigrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals // *Canad. J. Res*. 1948. Vol. 26c(5). Pp. 496–500. <https://doi.org/10.1139/cjr48c-033>.
11. Rahmatov M., Otambekova M., Muminjanov H., Rouse M. N., Hoymoller M. S., Nazari K., Steffenson B. J., Johansson E. Characterization of stem, stripe and leaf rust resistance in Tajik bread wheat accessions. *Euphytica*. 2019. Vol. 215. P. 55. <https://doi.org/10.1007/s10681-019-2377-6>.

Поступила: 10.08.20; принята к публикации: 09.09.20.

**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.** Жогалева О. С. – выполнение лабораторных опытов и сбор данных, подготовка к печати; Мышастая А. Ю. – выполнение лабораторных опытов; Павленко О. С. – выполнение полевых опытов и сбор данных; Вождова Н. Н. – анализ данных и их интерпретация, подготовка к печати; Ионова Е. В. – концептуализация исследования.

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

## МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ГАПЛОИДОВ В КЛЕТОЧНОЙ СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ (ОБЗОР)

**Н. В. Калинина**, младший научный сотрудник лаборатории клеточной селекции,  
ORCID ID: 0000-0002-2305-4189;

**С. Г. Головкин**, младший научный сотрудник лаборатории клеточной селекции,  
ORCID ID: 0000-0002-2857-7210;

**Е. В. Ионова**, доктор сельскохозяйственных наук, врио зам. директора по науке,  
ORCID ID: 0000-0002-2840-6219

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

Цель исследований – выявление роли гаплоидных растений в селекции злаковых культур, анализ методов получения гаплоидов *in vitro*, сравнение эффективности методов традиционной и клеточной селекции озимой пшеницы. В статье рассмотрены биотехнологические методы получения дигаплоидных линий, которые в значительной мере могут ускорить селекционный процесс в 1,5–2 раза и повысить качество получаемой продукции. Установлено, что селекция сельскохозяйственных культур, основанная на внутривидовой гибридизации и отборе, по-прежнему остается длительным и трудоемким процессом (10–12 лет). Дана характеристика таким методам, применяемым в условиях *in vitro*, как андрогенез в культуре изолированных пыльников и микроспор, гиногенез, отдаленная гибридизация с последующей селективной элиминацией хромосом. Представлено, что биотехнологические методы позволят селекционерам работать с необходимыми признаками, а полученные за один этап (год) высокопродуктивные и пластичные линии включать в скрещивания. Показаны основные этапы технологии получения гаплоидных растений в культуре пыльников зерновых культур: выращивание и отбор донорных растений, предобработка различными стрессовыми факторами, выделение пыльников и их культивирование в условиях *in vitro*, индуцирование эмбриогенеза, регенерация растений, удвоение числа хромосом растений-регенерантов. Рассмотрены некоторые факторы, контролируемые индукцию каллусогенеза, эмбриогенеза и регенерацию растений *in vitro* злаков. Таким образом, установлена эффективность клеточной селекции озимой пшеницы по сравнению с традиционными методами селекции.

**Ключевые слова:** озимая пшеница, клеточная селекция, гаплоид, дигаплоидная линия, андрогенез, гиногенез, отдаленная гибридизация, традиционная селекция.

**Для цитирования:** Калинина Н. В., Головкин С. Г., Ионова Е. В. Методы получения гаплоидов в клеточной селекции озимой пшеницы (обзор) // Зерновое хозяйство России. 2020. № 6(72). С. 56–63. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-56-63.



## THE METHODS OF OBTAINING HAPLOIDS IN THE CELL WINTER WHEAT BREEDING (A REVIEW)

**N. V. Kalinina**, junior researcher of the laboratory for cell breeding, ORCID ID: 0000-0002-2305-4189;

**S. G. Golovkin**, junior researcher of the laboratory for cell breeding, ORCID ID: 0000-0002-2857-7210;

**E. V. Ionova**, Doctor of Agricultural Sciences, acting deputy director on Science,  
ORCID ID: 0000-0002-2840-6219

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

The purpose of the current study was to identify the role of haploid plants in the grain crops' breeding, to analyze the methods of obtaining haploids *in vitro*, and to compare the efficiency of the conventional and cell methods of winter wheat breeding. The current paper has considered the biotechnological methods of obtaining dihaploid lines, which could fasten the breeding process by 1.5–2 times and improve the quality of products. There has been established that the agricultural crops' breeding based on intraspecific hybridization and selection is still a long and labor consuming process (10–12 years). There has been given characteristics of such methods used *in vitro* as androgenesis in the isolated anthers and microspores, gynogenesis, distant hybridization followed by selective elimination of chromosomes. There has been established that biotechnological methods would allow breeders to work with the necessary traits, and the highly productive and adaptable lines obtained in a year should be included in hybridization. There have been shown the main stages of the technology for obtaining haploid plants in anthers of grain crops, namely a growing and selection of donor plants, pretreatment with various stress factors, isolation of anthers and their cultivation *in vitro*, inducing embryogenesis, plant regeneration, doubling the number of chromosomes of regenerant plants. There have been considered some factors controlling the induction of callusogenesis, embryoidogenesis and plant regeneration *in vitro* of cereals. Thus, there has been established an efficiency of cell breeding of winter wheat in comparison with conventional methods of breeding.

**Keywords:** winter wheat, cell breeding, haploid, dihaploid line, androgenesis, gynogenesis, distant hybridization, conventional breeding.

**Введение.** Зерновые культуры являются особенно важной группой сельскохозяйственных растений из-за их экономического и про-

довольственного значения в мире. Увеличение и стабилизация производства качественного зерна в значительной степени зависит от соз-

дания высокопродуктивных сортов, соответствующих классам сильных и ценных пшениц. Для эффективности и ускорения селекционного процесса селекционные программы требуют наличия разнообразного исходного материала и правильного его использования (Павлючук и др., 2013). Создание новых высокоурожайных сортов, сочетающих достаточно высокую и стабильную продуктивность, экологическую пластичность и устойчивость к комплексу стрессовых биотических и абиотических факторов среды, является постоянной задачей селекции. В решении данных вопросов актуальным является вовлечение в селекционный процесс биотехнологических методов, а именно использование гапло-биотехнологии, обусловленной преимуществом проведения эффективного отбора среди гомозиготных линий уже в первом поколении. Метод диплоидизированных гаплоидов может быть применен не только как один из способов создания ценного исходного материала, но и как прямой путь ускоренного выведения новых сортов, отвечающих требованиям современного производства (Давыдова, 1990).

Необходимость проведения таких работ связана с тем, что в процессе длительной селекции, ориентированной на высокую продуктивность и качество, произошло сильное, по сравнению с дикорастущими сородичами, обеднение генофонда культурных растений по генам, контролирующим признаки устойчивости к биотическим (вредителям и возбудителям болезней) и разным абиотическим факторам. Например, сорта мягкой пшеницы, в том числе возделываемые в разных регионах, стали однотипными по основным генам, ответственным за устойчивость к грибным патогенам. Развитие вирулентных патотипов грибов приводит к быстрому их распространению и масштабному поражению сортов (Першина, 2014). Кроме того, изменения климата, воздействие техногенных и антропогенных факторов приводят к изменениям условий выращивания культур, что требует создания сортов, устойчивых ко многим абиотическим стрессам, в том числе к засухе, затоплению, высоким и низким температурам, засолению и т. п. (Першина, 2014).

В мировой практике широкое распространение имеют гибриды  $F_1$ , которые отличаются от сортов высокой выравненностью и урожайностью (Шмыкова и др., 2015). Создание гибридов требует использования гомозиготных родительских линий, получение которых традиционными методами – трудоемкий и длительный процесс (10–12 лет). В традиционной селекции отбор проводится по одному колосу или одному растению, а на проявление признака в сложной гибридной популяции оказывают влияние как внутривидовые взаимоотношения между растениями, так и различные эффекты взаимодействия генов, что делает отбор малоэффективным. Потомства диплоидизированных гаплоидов, представляющие линию и состоящие из нескольких растений,

легче оценивать и отбирать (Шмыкова и др., 2015; Уразалиев, 2015). Для решения этой проблемы большое значение имеет альтернативный метод создания гомозиготных линий из удвоенных гаплоидов (Wedzony et al., 2009).

**Методы получения гаплоидов.** Явление гаплоидии широко известно и играет большую роль в решении прикладных задач селекции. При гаплоидии возникают растения, имеющие в соматических клетках такое же количество хромосом, как и в гаметных клетках своего вида. Гаплоидные растения могут получаться спонтанно в природе, а также их можно получить экспериментально. Спонтанное возникновение гаплоидных растений наблюдается при естественном переопылении, фоновом облучении, резких перепадах температуры. Степень спонтанного возникновения гаплоидных растений очень низка, поэтому используют определенные технологии. Гаплоидные технологии способствуют: быстрому проявлению рецессивных признаков, так как у гаплоидных растений каждый ген представлен единственным аллелем; получению за сравнительно короткое время гомозиготных константных гаплоидных линий, сохраняющих в генотипе признаки родительских форм; уменьшению объема популяции для выделения растений с целевой комбинацией генов, так как у гаплоидов менее сложное генетическое расщепление. Это значительно облегчает отбор ценных генотипов и позволяет сократить сроки создания новых сортов (Дьячук и др., 2019; Уразалиев, 2015).

Опубликованы данные о получении дигаплоидов более 300 изучаемых видов растений (Germana, 2011). Удвоенные гаплоиды, полученные *in vitro*, могут применяться не только в практической селекции, но и в генетической инженерии, а также клеточной селекции растений. По некоторым данным (Weyen, 2009) несколько сот тысяч дигаплоидных линий пшеницы производится ежегодно в мире. Большинство новых зарегистрированных сортов ячменя в Германии созданы с использованием гаплоидной технологии и не менее 50% площадей в 2006–2007 гг. засевались сортами ярового и озимого ячменя, полученного с использованием гаплоидной технологии.

Гаплоидия предоставляет эффективный инструмент исследований для изучения индуцированного мутагенеза и генетической трансформации. Платформа дигаплоидной технологии предлагает быстрый способ получения действительно гомозиготной линии, которая помогает ускорить селекционные программы сельскохозяйственных культур, где однородность является абсолютно необходимым параметром для быстрого развития сельскохозяйственных культур (Уразалиев, 2015). Гаплоидные растения и полученные гомозиготные линии используются в нескольких областях фундаментальных исследований, в таких как цитогенетика, молекулярная генетика, эволюция культур, биотехнология растений и тра-

диционная селекция растений (Touraev et al., 2009).

Для эффективного использования гаплоидов в селекционных программах, они должны удовлетворять следующим критериям: эффективности получения дигаплоидных линий для любых генотипов, линии должны отражать спектр генетической изменчивости гибрида и быть генетически стабильны (Wedzony et al., 1986). Существуют различные методы получения гаплоидных растений, однако их массовое получение стало возможным с развитием методов культивирования растительных тканей *in vitro* (Дьячук и др., 2019).

Основными и наиболее изученными методами биотехнологии, повышающими эффективность селекционного процесса, ускоряющими получение гаплоидов и дигаплоидов, являются: андрогенез в культуре изолированных пыльников и микроспор, гиногенез, отдаленная гибридизация с последующей селективной элиминацией хромосом (Дьячук и др., 2019; Уразалиев, 2013).

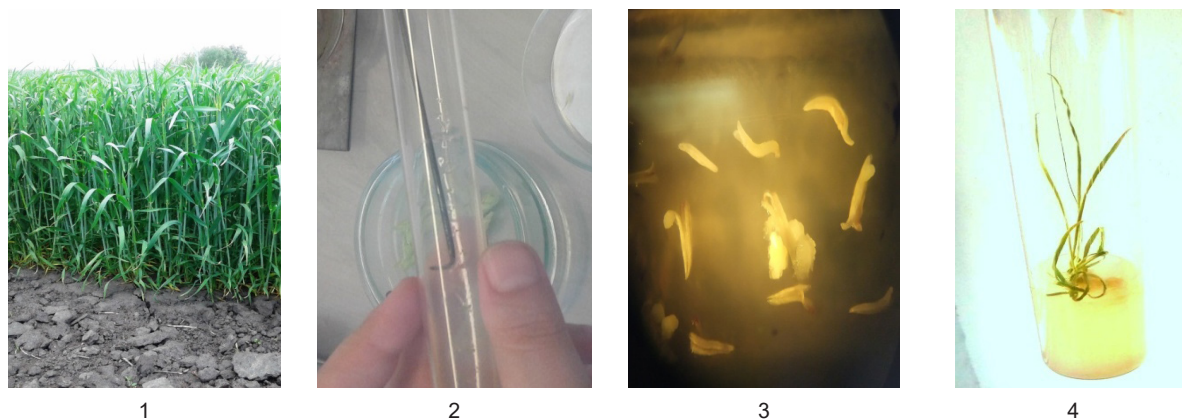
**Андрогенез** – однополое размножение, при котором растение возникает из микроспоры или пыльцевого зерна без участия яйцеклетки (Картель и др., 1999). При использовании данного метода у растений изолируют пыльники, содержащие микроспоры, и переносят на среду культивирования, часть из них выживает и развивается (Спивак и др., 2015).

Уникальность метода культуры пыльников состоит в том, что на сегодняшний день это единственный способ закрепить ценный ге-

терозисный эффект гибридов 1-го поколения (Круглова, 2009).

Большое количество исследований в области гаплоидных технологий проводятся с зерновыми культурами. Однако злаки являются достаточно сложными объектами в получении гаплоидов, это прежде всего касается пшеницы. Для многих злаковых важнейшей проблемой получения гаплоидов в культуре пыльников остается высокая доля альбиносных регенерантов. Кроме того, применение гаплоидных биотехнологий сдерживается такими ограничениями, как зависимость от генотипа, низкая частота регенерации растений и низкая фертильность после дигаплоидизации. Для получения достаточного количества гаплоидов необходимо учитывать факторы, непосредственно влияющие на андрогенез и регенерацию растений в культуре пыльников: условия выращивания донорных растений, генотип, способы и продолжительность предобработки соцветий или пыльников, стадия развития пыльника и микроспор, состав питательных сред, условия культивирования.

Универсальная для зерновых культур технология получения гаплоидных растений в культуре пыльников отсутствует. Тем не менее она включает следующие основные этапы: выращивание и отбор донорных растений, предобработку различными стрессовыми факторами, выделение пыльников и их культивирование в условиях *in vitro*, индуцирование эмбриогенеза, регенерацию растений, удвоение числа хромосом растений-регенерантов (рис. 1).



**Рис. 1.** Этапы получения гаплоидных растений в культуре пыльников озимой пшеницы:

- 1 – морфологическая оценка и отбор донорных растений в полевых условиях;
- 2 – инокуляция пыльников на питательную среду *in vitro*; 3 – формирование эмбриоподобных структур;
- 4 – образование растения-регенеранта

**Fig. 1.** Stages of obtaining haploid plants in the anthers of winter wheat:

- 1 – morphological estimation and selection of donor plants in the field;
- 2 – inoculation of anthers on a nutrient medium *in vitro*; 3 – formation of embryo-like structures;
- 4 – formation of a regenerant plant

Принцип метода культуры пыльников основан на биологическом феномене андроклинии (андрогенеза), который заключается в том, что, подвергая гаметы химическому и/или физическому стрессу, возможно переключить

их путь развития с гаметофитного на спорофитный. Если индукция эмбриогенеза прошла успешно, гаметная клетка начинает делиться, образуя зародыш, из которого в последствие развивается растение, несущее гаплоидный

набор хромосом, так же как и исходная гамета. Удвоение хромосом гаплоидных растений позволяет быстро получить дигаплоидное растение, являющееся гомозиготным по всем генам.

Успешная индукция андрогенеза в культуре пыльников зависит от состояния развития микроспор пыльника донорного растения. По отношению к злакам достоверно установлено, что такой инициальной клеткой является микроспора в сильновакуолизированной одноядерной стадии развития (Круглова, 1999; Суханов и др., 1981). Способность такой микроспоры к смене программы развития на спорофитную определяется ее цитологическими особенностями: интерфазным состоянием, структурным сходством с зиготой растений и высоким уровнем транскрипционной активности ядра (Круглова, 1999; Сельдиминова и др., 2014).

Морфофизиологические признаки, служащие для предварительной оценки донорных растений пшеницы на содержание пыльников с сильновакуолизированными одноядерными микроспорами в зависимости от методики, таковы: побеги, у которых влагалище предпоследнего листа (последний лист флаговый) находится на уровне центральной части колоса ( $\pm 1$  см) (Суханов и др., 1981), или растение находится в фазе стеблевания на VII этапе органогенеза (Куперман, 1977), кончик колоса в листовой обертке располагается строго на 1/4 расстояния от основания флагового листа (последний лист) до основания предпоследнего листа. Данный признак у каждого сорта и линии будет своим (Круглова, 2009).

Предварительное стрессовое воздействие на пыльники рассматривается многими авторами как принципиальная необходимость индукции андрогенеза. Наибольшее применение получила обработка донорных растений пониженными положительными температурами (2–4 °C) в течение 2–7 дней, а иногда и 2–3 недель. Действию пониженных температур подвергают побеги, соцветия и изолированные пыльники, введенные в культуру. Часто холодовой стресс сочетают с осмотическим стрессом (голоданием) (Круглова, 2009).

У злаков при воздействии холодной обработки микроспоры свободно выпадают в полость гнезда пыльника, в связи с чем блокируется поступление питательных веществ и наступает голодание микроспор. Гаметофитное развитие микроспор в условиях голодания блокируется и включается спорофитное (Дьячук и др., 2019; Акинина и др., 2020).

Состав питательных сред, включая органические и неорганические компоненты и регуляторы роста, также относится к числу основных факторов, влияющих на андрогенез пшеницы и других культур. Хорошо известно, что решающую роль в морфогенезе растений играют регуляторы роста. Влияние экзогенных регуляторов роста в составе питательной среды на индукцию андрогенеза и последующую регенерацию растений в культуре *in vitro*

изучено достаточно хорошо (Круглова, 1999). Данные же о роли эндогенных регуляторов роста в формировании и развитии эмбриоидов крайне немногочисленны. Методологический подход, состоящий в выявлении и использовании оптимальных концентраций ауксинов, расценивается как важнейший фактор, определяющий индукцию каллусогенеза, эмбриогенеза и регенерации в культуре пыльников злаков (Сельдиминова и др., 2014).

Эффективность данного метода оценивается по частоте получения жизнеспособных зеленых растений, из которых в конечном счете будут получены необходимые для дальнейшей работы дигаплоидные линии (Першина и др., 2013). Согласно проведенным исследованиям при изучении большого числа сортов и гибридов мягкой пшеницы 40–70% генотипов способны к регенерации растений с частотой 0,4–3,6% (Голованова, 2014). Это обусловлено тем, что каждый из основных этапов андрогенеза: образование эмбриоидов, индукция к регенерации, развитие зеленых и альбиносных проростков – находится под влиянием ядерного генома и цитоплазмы. Однако определяющим является влияние генотипа на способность пыльников к андрогенезу (Першина и др., 2013).

Метод изолированных микроспор является одним из наиболее перспективных, его плюсы заключаются в том, что микроспоры могут быть выделены в больших количествах, обеспечивая большое количество потенциально эмбриогенных одиночных гаплоидных клеток. Прямой доступ к единственной клетке и формирование истинного эмбриоида делают культуру микроспор идеальной системой для исследования эмбриогенеза *in vitro*, аспектов биологии развития растений (Reynolds, 1997). Проблема данного метода в довольно большом проценте выхода бесхлорофильных проростков (альбиносов), которая значительно влияет на результаты селекционных программ за счет снижения частоты регенерации зеленых проростков (Kasha et al., 2001).

**Гиногенез** – получение гаплоидов в культуре женского гаметофита (Bohanec, 2009.). Это может быть достигнуто при культивировании *in vitro* различных неопыленных частей цветка, таких как семязпочки, завязи или целые бутонны. У растений с мужской стерильностью культивирование неоплодотворенных семязпочек является единственной возможностью получения гаплоидов. Женский гаметофит может быть источником получения гаплоидов и у растений с низким морфогенетическим потенциалом каллусной ткани, либо если каллусная ткань или пыльца регенерирует растения-альбиносы. Гиногенез чаще применяется в селекции лука и сахарной свеклы. У таких растений, как, например, ячмень и рис, индукция зеленых растений намного выше при гиногенезе по сравнению с андрогенезом (Yang et al., 1982).

**Отдаленная гибридизация** – получение дигаплоидных растений методом опыления

пыльцой растений других видов с селективной элиминацией хромосом чужеродного вида-опылителя в комбинации с обработкой фитогормонами и последующей регенерацией целого растения из эмбриоида (Hussain et al., 2012). В экспериментальных условиях скрещивания между разными видами используют для интрогрессии в геном культурных растений отдельных хромосом или их сегментов от других культурных видов либо дикорастущих сорочидей с целью создания адаптивных и продуктивных форм для селекции (Степочкин и др., 2012). Эффективность создания жизнеспособных и фертильных генотипов при отдаленной гибридизации определяется результатами взаимодействия между чужеродными ядерными и цитоплазматическими геномами, функционирующими в одном организме (Степочкин и др., 2012). Одним из основных преимуществ метода селективной элиминации хромосом в сравнении с культурой пыльников у злаков являются отсутствие альбиносных растений и генетическая стабильность дигаплоидных линий (Devaux et al., 2005). Несовместимость, проявляющаяся на постгамной стадии, ингибирует нормальное развитие гибридных семян. Одно из проявлений постгамной несовместимости –

отсутствие развития эндосперма, приводящее к голоданию зародыша и его последующей гибели. Своевременная изоляция зародыша и его культивирование на искусственной питательной среде обеспечивают получение жизнеспособных растений в отдаленных скрещиваниях (Дьячук и др., 2019).

В качестве видов-опылителей при получении гаплоидов пшеницы методом отдаленной гибридизации возможно использование пыльцы луковичного ячменя, кукурузы, африканского проса, сорго.

Скрещивание пшеницы с луковичным ячменем ограничивается небольшим числом отзывчивых генотипов из-за чувствительности пыльцы к генам – ингибиторам скрещиваемости. Более успешная индукция гаплоидов у большинства пшеничных генотипов, в том числе у трудно отзывчивых в культуре пыльников *in vitro*, достигнута при использовании в качестве опылителя кукурузы – около 50% гаплоидных зародышей (Дьячук и др., 2019).

**Закключение.** При сравнении эффективности схем традиционной и клеточной селекции озимой пшеницы показаны очевидные преимущества гаплоидной технологии (рис. 2) (Шумилина, 2015).

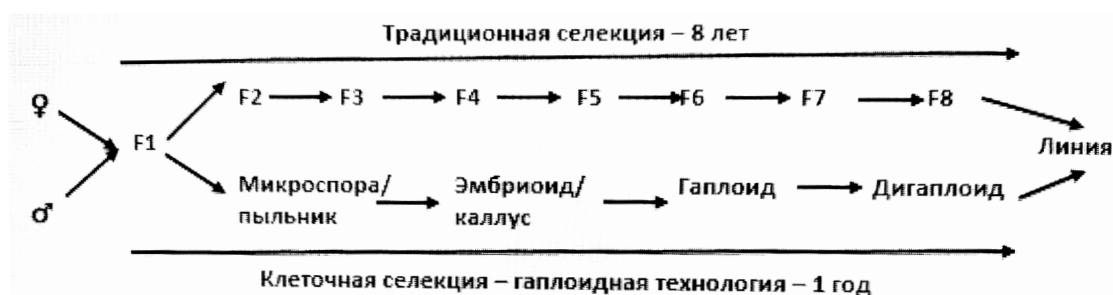


Рис. 2. Сравнительная схема классической селекции и гаплоидной технологии культурных растений  
Fig. 2. Comparative scheme of the conventional breeding and haploid technology of agricultural plants

В целях сокращения циклов размножений предпочтительнее получать дигаплоиды от гибридов 1-го поколения ( $F_1$ ). Кроме того, использование  $F_1$  гибридов для получения гаплоидов позволяет выделить наилучший генотип и зафиксировать его путем удвоения хромосом. Ускорение селекционного процесса, благодаря применению гаплоидных технологий, позволит сократить время создания новых сортов растений на 4–6 лет, ускорить сортосмену, сэкономить денежные средства на создание сорта.

Усовершенствования, приводящие к более или менее эффективным технологиям, изданы многими авторами (Germana, 2011). Вышеописанные методы получения гаплоидов используются повсеместно в селекции и программах исследования во всем мире. Но необходимо проводить дальнейшие исследования,

чтобы преодолеть зависимость от генотипа, альбинизм и низкую фертильность. Поскольку методы получения гаплоидов становятся более эффективными, необходимо взаимодействовать с другими исследовательскими лабораториями и активно внедряться в селекционные программы научно-исследовательских институтов.

В России незначительное число лабораторий занимаются разработкой методик получения гаплоидных растений. Изменение генотипа, различный отклик генотипов к условиям культивирования и роста затрудняют разработку единой методики культивирования, подходящей для всех генотипов. Тем не менее существующие в настоящее время системы эффективны для большинства генотипов зерновых культур и могут быть использованы в практической селекции.

#### Библиографические ссылки

1. Акинина В. Н., Дьячук Т. И., Жилин С. В., Калашникова Э. В. Методы культуры ткани *in vitro* для создания исходного материала для селекции тритикале в Поволжье // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1(67). С. 64–68. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-64-68.

2. Голованова И. В. Экспериментальная гаплоидия у мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: XIII Междунар. науч.-практ. конференция. Барнаул, 2014. С. 60–63.
3. Давыдова Н. В. Оценка исходного материала, используемого в селекции яровой пшеницы // Методы интенсификации селекционного процесса. Одесса, 1990. С. 1–4.
4. Дьячук Т. И., Хомякова О. В., Акинина В. Н., Кибкало И. А., Поминов А. В. Микроспоровый эмбриогенез *in vitro* – роль стрессов // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. № 23(1). С. 86–94. DOI: 10.18699/VJ19.466.
5. Дьячук Т. И., Акинина В. Н., Хомякова О. В., Калашникова Э. В. Отдаленная гибридизация как метод получения гаплоидных растений у злаков // Биотехнология и селекция растений. 2019. № 2(2). С. 44–52. DOI: 10.30901/2658-6266-2019-2-44-52.
6. Картель Н. А., Макеева Е. Н., Мезенко А. М. Генетика: энциклопедический словарь. Минск: Тэхналогія, 1999. 448 с.
7. Круглова Н. Н. Инновационная биотехнология андроклиной гаплоидии яровой мягкой пшеницы: эмбриологический подход // Аграрная Россия. 2009. № 9. С. 34–38.
8. Круглова Н. Н. Периодизация развития пыльника злаков как методологический аспект изучения андрогенеза *in vitro* // Изв. РАН. Серия биол. 1999. № 3. С. 275–281.
9. Куперман Ф. М. Морфофизиология растений. М.: Изд-во МГУ, 1977. 256 с.
10. Павлючук С. И., Браткова Л. Г. Андрогенез озимой пшеницы и тритикале в культуре пыльников ГНУ СНИИСХ РАСХН // Сб. науч. трудов Ставропольского НИИ животноводства и кормопроизводства. 2013. С. 213–216.
11. Першина Л. А., Осадчая Т. С., Бадаева Е. Д., Белан И. А., Россеева Л. П. Изучение особенностей андрогенеза в культуре пыльников сортов и перспективной формы яровой мягкой пшеницы Западносибирской селекции, различающихся наличием или отсутствием пшенично-чужеродных транслокаций // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2013. Т. 17, № 1. С. 40–48.
12. Першина Л. А. Хромосомная инженерия растений – направление биотехнологии // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18, № 1. С. 138–146.
13. Сельдиминова О. А., Круглова Н. Н. Андроклиный эмбриогенез *in vitro* злаков // Успехи современной биологии. 2014. Т. 134, № 5. С. 476–487.
14. Степочкин П. И., Пономаренко В. И., Першина Л. А., Осадчая Т. С., Трубачеева Н. В. Использование отдаленной гибридизации для создания селекционного материала озимой пшеницы // Достижения науки и техники АПК: ежемесячный теоретический и научно-практический журнал. 2012. № 6. С. 37–38.
15. Уразалиев К. Р. Гаплоидные технологии в селекции растений // Биотехнология. Теория и практика. 2015. № 3. С. 33–43. DOI: 10.11134/btp.3.2015.4.
16. Уразалиев К. Р., Орсини Х. М., Абекова А. М., Базылова Т. А., Даниярова А. К. Ускорение селекции пшеницы с использованием ди гаплоидов, полученных методом культуры микроспор // KazNU Bulletin. Ecology series. 2013. № 2/2. С. 11–16.
17. Шмыкова Н. А., Химич Г. А., Коротцева И. Б., Домблides Е. А. Перспективы получения растений семейства *Cucurbitaceae* L. // Овощи России. 2015. № 3–4. С. 28–31.
18. Шумилина Д. В. Гаплоидия как метод ускоренной селекции с/х растений // Russian Agricultural Science Review. 2015. Т. 6, № 6–2. С. 22–24.
19. Bohanec B. Doubled Haploids via Gynogenesis // Advanced in haploid production in higher plants / ed. A. Touraev, B. P. Foster, E. M. Jain // SpringerScience + BusinessMedia B. V. 2009. Pp. 47–65.
20. Devaux P., Pickering R. Haploids in the improvement of Poaceae // in: Biotechnology in Agriculture and Forestry. 2005. № 56. Pp. 215–242. DOI: 10.1007/3-54026889-8\_11.
21. Germana M. A. Anther culture for haploid and doubled haploid production // Plant Cell Tiss Org Cult. 2011. Vol. 104. Pp. 283–300.
22. Hussain B., Muhammad A. K., Qurban A., Shadab S. Double Haploid Production in Wheat Through Microspore Culture And Wheat X Maize Crossing System: An Overview // International Journal for Agro Veterinary and Medical Sciences. 2012. Vol. 6(5). Pp. 332–344.
23. Kasha K. J., Simion E., Oro R., Yao Q. A., Hu T. C., Carlson A. R. An improved *in vitro* technique for isolated microspore culture of barley // Euphytica. 2001. Vol. 120. Pp. 379–385.
24. Reynolds T. L. Pollen embryogenesis // Plant Mol. Biol. 1997. Vol. 33. Pp. 1–10.
25. Touraev A., Forster B. P., Jain S. M. Advances in haploid production in higher plants // SpringerScience + BusinessMedia B. V. 2009. 347 p.
26. Wedzony M., Foster B. P., Zur I., Golemić E., Szechynska-Hebda M., Dubas E., Gotebiowska G. Progress in doubled haploid technology in higher plants // Advanced in haploid production in higher plants / ed. A. Touraev, B. P. Foster, E. M. Jain // SpringerScience + BusinessMedia B. V. 2009. Pp. 1–35.
27. Weyen J. Barley and wheat doubled haploids in breeding // Advanced in haploid production in higher plants / ed. A. Touraev, B. P. Foster, E. M. Jain // SpringerScience + BusinessMedia B. V. 2009. Pp. 179–189.
28. Yang H. Y., Zhou C. *In vitro* induction of haploid plants from unpollinated ovaries and ovules // Theor Appl Genet. 1982. Vol. 63(2). Pp. 97–104.

## References

1. Akinina V. N., D'yachuk T. I., Zhilin S. V., Kalashnikova E. V. Metody kul'tury tkani *in vitro* dlya sozdaniya iskhodnogo materiala dlya selekcii tritikale v Povolzh'e [Cultivation technique of tissues *in vitro* to develop an initial material for triticale breeding in the Volga region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2020. № 1(67). S. 64–68. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-64-68.

2. Golovanova I. V. Eksperimental'naya gaploidiya u myagkoj pshenicy *Triticum aestivum* L. [Experimental haploidy in bread wheat *Triticum aestivum* L.] // Problemy botaniki Yuzhnoj Sibiri i Mongolii: XIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konferenciya. Barnaul, 2014. S. 60–63.
3. Davydova N. V. Ocenka iskhodnogo materiala, ispol'zuemogo v selekcii yarovoj pshenicy [Estimation of the source material used in spring wheat breeding] // Metody intensivizatsii selekcionnogo processa. Odessa, 1990. S. 1–4.
4. D'yachuk T. I., Homyakova O. V., Akinina V. N., Kibkalo I. A., Pominov A. V. Mikrosporovyy embriogenez *in vitro* – rol' stressov [Microspore embryogenesis *in vitro*, the role of stress] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2019. № 23(1). S. 86–94. DOI: 10.18699/VJ19.466.
5. D'yachuk T. I., Akinina V. N., Homyakova O. V., Kalashnikova E. V. Otdalennaya gibrizatsiya kak metod polucheniya gaploidnyh rastenij u zlakov [Distant hybridization as a method of obtaining haploid plants in cereals] // Biotehnologiya i selekciya rastenij. 2019. № 2(2). C. 44–52. DOI: 10.30901/2658-6266-2019-2-44-52.
6. Kartel' N. A., Makeeva E. N., Mezenko A. M. Genetika: enciklopedicheskij slovar' [Genetics: an encyclopedic dictionary]. Minsk: Tekhnologiya, 1999. 448 s.
7. Kruglova N. N. Innovacionnaya biotehnologiya androklinoj gaploidii yarovoj myagkoj pshenicy: embriologicheskij podhod [Innovative biotechnology of androclinic haploidy of spring bread wheat: embryological approach] // Agrarnaya Rossiya. 2009. № 9. S. 34–38.
8. Kruglova N. N. Periodizatsiya razvitiya pyl'nika zlakov kak metodologicheskij aspekt izucheniya androgeneza *in vitro* [Periodization of the anther development of cereals as a methodological aspect of the study of androgenesis *in vitro*] // Izv. RAN. Seriya biol. 1999. № 3. S. 275–281.
9. Kuperman F. M. Morfofiziologiya rastenij [Morphophysiology of plants]. M.: Izd-vo MGU, 1977. 256 s.
10. Pavlyuchuk S. I., Bratkova L. G. Androgenoz ozimoj pshenicy i tritikale v kul'ture pyl'nikov GNU SNIISKH RASKHN [Androgenesis of winter wheat and triticale in the anthers of the SSIA of the RAAS] // Sb. nauch. trudov Stavropol'skogo NII zhivotnovodstva i kormoproizvodstva. 2013. S. 213–216.
11. Pershina L. A., Osadchaya T. S., Badaeva E. D., Belan I. A., Rosseeva L. P. Izuchenie osobennostej androgeneza v kul'ture pyl'nikov sortov i perspektivnoj formy yarovoj myagkoj pshenicy Zapadnosibirskoj selekcii, razlichayushchihsia nalichiem ili otsutstviem pshenichno-chuzherodnyh translokacij [The study of the peculiarities of androgenesis in the anther culture of varieties and promising forms of spring bread wheat of the West Siberian breeding, differing in the presence or absence of wheat-alien translocations] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2013. T. 17, № 1. S. 40–48.
12. Pershina L. A. Hromosomnaya inzheneriya rastenij – napravlenie biotehnologii [Chromosomal engineering of plants is a direction of biotechnology] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2014. T. 18, № 1. S. 138–146.
13. Sel'dimirova O. A., Kruglova N. N. Androklinoj embriogenez *in vitro* zlakov [Androclinoj embryogenesis *in vitro* of cereals] // Uspekhi sovremennoj biologii. 2014. T. 134, № 5. S. 476–487.
14. Stepochkin P. I., Ponomarenko V. I., Pershina L. A., Osadchaya T. S., Trubacheeva N. V. Ispol'zovanie otdalynnoj gibrizatsii dlya sozdaniya selekcionnogo materiala ozimoj pshenicy [The use of distant hybridization to develop winter wheat breeding material] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK: ezhemesyachnyj teoreticheskij i nauchno-prakticheskij zhurnal. 2012. № 6. S. 37–38.
15. Urazaliev K. R. Gaploidnye tekhnologii v selekcii rastenij [Haploid technologies in plant breeding] // Biotehnologiya. Teoriya i praktika. 2015. № 3. S. 33–43. DOI: 10.11134/btp.3.2015.4.
16. Urazaliev K. R., Orsini H. M., Abekova A. M., Bazylova T. A., Daniyarova A. K. Uskorenie selekcii pshenicy s ispol'zovaniem digaploidov, poluchennyh metodom kul'tury mikrospor [Acceleration of wheat breeding using dihaploids obtained by microspores] // KazNU Bulletin. Ecology series. 2013. № 2/2. S. 11–16.
17. Shmykova N. A., Himich G. A., Korotceva I. B., Domblides E. A. Perspektivy polucheniya rastenij semejstva *Cucurbitaceae* L. [Prospects for developing plants of the *Cucurbitaceae* L. family] // Ovoshchi Rossii. 2015. № 3–4. S. 28–31.
18. Shumilina D. V. Gaploidiya kak metod uskorennoj selekcii s/h rastenij [Haploidy as a method of accelerated breeding of agricultural plants] // Russian Agricultural Science Review. 2015. T. 6, № 6–2. S. 22–24.
19. Bohanec B. Doubled Haploids via Gynogenesis // Advanced in haploid production in higher plants / ed. A. Touraev, B. P. Foster, E. M. Jain // SpringerScience + BusinessMedia B. V. 2009. Pp. 47–65.
20. Devaux P., Pickering R. Haploids in the improvement of Poaceae // in: Biotechnology in Agriculture and Forestry. 2005. № 56. Pp. 215–242. DOI: 10.1007/3-54026889-8\_11.
21. Germana M. A. Anther culture for haploid and doubled haploid production // Plant Cell Tiss Org Cult. 2011. Vol. 104. Pp. 283–300.
22. Hussain B., Muhammad A. K., Qurban A., Shadab S. Double Haploid Production in Wheat Through Microspore Culture And Wheat X Maize Crossing System: An Overview // International Journal for Agro Veterinary and Medical Sciences. 2012. Vol. 6(5). Pp. 332–344.
23. Kasha K. J., Simion E., Oro R., Yao Q. A., Hu T. C., Carlson A. R. An improved *in vitro* technique for isolated microspore culture of barley // Euphytica. 2001. Vol. 120. Pp. 379–385.
24. Reynolds T. L. Pollen embryogenesis // Plant Mol. Biol. 1997. Vol. 33. Pp. 1–10.
25. Touraev A., Forster B. P., Jain S. M. Advances in haploid production in higher plants // SpringerScience + BusinessMedia B. V. 2009. 347 p.
26. Wedzony M., Foster B. P., Zur I., Golemiak E., Szechynska-Hebda M., Dubas E., Gotebiowska G. Progress in doubled haploid technology in higher plants // Advanced in haploid production in higher plants / ed. A. Touraev, B. P. Foster, E. M. Jain // SpringerScience + BusinessMedia B. V. 2009. Pp. 1–35.
27. Weyen J. Barley and wheat doubled haploids in breeding // Advanced in haploid production in higher plants / ed. A. Touraev, B. P. Foster, E. M. Jain // SpringerScience + BusinessMedia B. V. 2009. Pp. 179–189.

---

28. Yang H. Y., Zhou C. *In vitro* induction of haploid plants from unpollinated ovaries and ovules // Theor Appl Genet. 1982. Vol. 63(2). Pp. 97–104.

Поступила: 02.10.20; принята к публикации: 20.10.20.

**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. – концептуализация проблемы; Калинина Н. В., Головки С. Г. – сбор, подготовка и обработка информации, подготовка рукописи.

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

## ЯРОВАЯ МЯГКАЯ ПШЕНИЦА ЭКСТРА

**Н. Н. Зезин**, руководитель Уральского НИИСХ – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, доктор сельскохозяйственных наук, [uralniishoz@list.ru](mailto:uralniishoz@list.ru), ORCID ID: 0000-0002-7208-3904;

**В. А. Воробьев**, главный научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства яровой пшеницы, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0003-3256-7522;

**А. В. Воробьев**, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства яровой пшеницы, кандидат сельскохозяйственных наук, [selektsiya@bk.ru](mailto:selektsiya@bk.ru), ORCID ID: 0000-0003-0377-8419;

**А. В. Безгодов**, ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства озимых и яровых зерновых культур, кандидат сельскохозяйственных наук, [Spagro@list.ru](mailto:Spagro@list.ru), ORCID ID: 0000-0002-9621-6601;

**З. Р. Николаева**, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства яровой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-0119-4180

ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», 620061, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Главная, 21

Исследования проведены с целью создания раннеспелого сорта яровой мягкой пшеницы с урожайностью на уровне среднераннего или выше, наиболее адаптированного к специфическим условиям Среднего Урала. Оценка селекционного материала проведена на полях, почвы которых характерны для Свердловской области и Пермского края. Агроклиматические условия в годы проведения исследований различались за вегетационный период. Отмечены засушливый 2016 г. (количество осадков – 90 мм, ГТК – 0,6) и влагообеспеченные 2014, 2015, 2017–2019 гг. (количество осадков – 247–448 мм, ГТК – 2,0–3,2). Скрещивания проведены между среднеспелым сортом Омская 35 (мать) и раннеспелым родителем Ирень (отец). Получен сорт, сочетающий высокую продуктивность и скороспелость. Средняя урожайность нового сорта Экстра в конкурсном испытании за 2014–2019 гг. составила 4,07 т/га, что на 0,55 т/га выше стандарта Ирень, максимальная в производственных условиях – 5,0–6,1 т/га (2019 г.). Превышает стандарт по элементам структуры урожайности (масса зерна колоса, масса 1000 зерен, озерненность колоса), накоплению зерна за сутки вегетации на 14,2% и на 1 мм осадков на 15,2%. Экстра в экологическом испытании превысила сорта, занесенные в Государственный реестр селекционных достижений по Волго-Вятскому региону (Ирень, Иргина), на 0,56–0,80 т/га, среднеранние (Горноуральская, Баженка, Свеча, Злата) – на 0,44–0,55 т/га. Экстра характеризуется лучшими параметрами энергетической эффективности, чем Иргина, Ирень, Горноуральская, Злата. Превышение составило по совокупной энергии в урожае с 1 га 9,2–21,9%; чистому энергетическому доходу – 16,0–40,6%; биоэнергетическому коэффициенту – 4,7–13,1%. Сорт снизил затраты энергии на производство 1 т зерна на 9,5–11,5%. Выявлено значительное преимущество сорта Экстра по общей адаптивной способности, стабильности, селекционной ценности генотипа. В 2020 г. сорт занесен в государственный реестр селекционных достижений по Волго-Вятскому, Уральскому, Западно-Сибирскому регионам Российской Федерации. Экстра имеет такие же параметры урожайности, элементов ее структуры, адаптивной способности, накопления зерна за сутки вегетации и на 1 мм осадков, энергетической эффективности возделывания, как стандартный среднеранний сорт Екатерина.

**Ключевые слова:** яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.), сорт, селекция, продуктивность, адаптивная способность, стабильность.

**Для цитирования:** Зезин Н. Н., Воробьев В. А., Воробьев А. В., Безгодов А. В., Николаева З. Р. Яровая мягкая пшеница Экстра // Зерновое хозяйство России. 2020. № 6(72). С. 64–70. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-64-70.



## THE SPRING BREAD WHEAT 'EKSTRA'

**N. N. Zezin**, Doctor of Agricultural Sciences, head of the Ural RIA, a branch of the FSBSI UFARC UD RAS, [uralniishoz@list.ru](mailto:uralniishoz@list.ru), ORCID ID: 0000-0002-7208-3904;

**V. A. Vorobiev**, Candidate of Agricultural Sciences, main researcher of the laboratory for spring barley breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-3256-7522;

**A. V. Vorobiev**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for spring barley breeding and seed production, [selektsiya@bk.ru](mailto:selektsiya@bk.ru), ORCID ID: 0000-0003-0377-8419;

**A. V. Bezgodov**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for spring and winter barley breeding and seed production, [Spagro@list.ru](mailto:Spagro@list.ru), ORCID ID: 0000-0002-9621-6601;

**Z. R. Nikolaeva**, researcher of the laboratory for spring barley breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-0119-4180

Ural Federal Agricultural Research Center of the Ural Department of the Russian Academy of Sciences, 620061, Sverdlov region, Ekaterinburg, Glavnaya Str., 21

The current study was carried out in order to create an early-ripening variety of spring bread wheat with productivity at the level of middle-early or higher, the most adapted to the specific conditions of the Middle Urals. The estimation of the breeding material was carried out in the fields, the soils of which are typical for the Sverdlovsk region and

Permsky Krai. During the years of the study, the agroclimatic conditions differed along the growing season. There have been established the dry year of 2016 (90 mm of rain, GTC 0.6) and the moisture years of 2014, 2015, 2017–2019 (with precipitation amount of 247–448 mm, GTC 2.0–3.2). The crossings were carried out between the middle-ripening variety 'Omskaya 35' (mother) and the early-ripening variety 'Iren' (father). There has been developed the variety that combined high productivity and early maturity. The average productivity of the new variety 'Ekstra' in the Competitive Variety Testing in 2014–2019 was 4.07 t/ha, which is on 0.55 t/ha higher than the standard variety 'Iren', the maximum productivity was 5.0–6.1 t/ha (2019). The new variety has exceeded the values of the standard variety in such yield structure elements as "seed weight per head", "1000 grain weight", "grain content per head"; the accumulation of seeds per day of growing season was 14.2% and at 1 mm of precipitation the value improved till 15.2%. In the ecological testing the variety 'Ekstra' exceeded the varieties 'Iren', 'Irgina' from the State List of Breeding Achievements in the Volga-Vyatka region on 0.56–0.80 t/ha and the middle-early ripening varieties 'Gornouralskaya', 'Bazhenka', 'Svecha', 'Zlata' on 0.44–0.55 t/ha. The variety 'Ekstra' is characterized by better energy efficiency parameters than 'Irgina', 'Iren', 'Gornouralskaya', 'Zlata'. The excess was 9.2–21.9% in terms of total energy in the harvest per hectare, 16.0–40.6% in net energy income, and 4.7–13.1% in bioenergy ratio. The variety reduced energy consumption for the production of 1 ton of grain by 9.5–11.5%. There has been determined a significant advantage of the variety 'Ekstra' in terms of the general adaptability, stability, and breeding value of the genotype. In 2020 the variety was included into the State List of Breeding Achievements in the Volga-Vyatka region, Ural, West Siberian regions of the Russian Federation. The variety 'Ekstra' has the same parameters of productivity, yield structure elements, adaptability, the accumulation of seeds per day of growing season and per 1 mm of precipitation, energy efficiency of cultivation, as the middle-early ripening standard variety 'Ekaterina'.

**Keywords:** spring wheat (*Triticum aestivum* L.), variety, breeding, productivity, adaptability, stability.

**Введение.** Одной из основных парадигм повышения урожайности являются создание и внедрение новых сортов, хорошо приспособленных к условиям внешней среды конкретного региона (Воробьев и др., 2019). В Среднеуральском регионе при весьма непродолжительном безморозном периоде, недоборе суммы положительных температур, особенно в период созревания зерна, важное значение имеют сорта яровой пшеницы с коротким периодом вегетации.

О целесообразности использования раннеспелых сортов говорит тот факт, что в основном только они способны ежегодно формировать высококачественное зерно (Зезин и др., 2010). «Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в производстве с 2019 года и характеристика сортов, включенных впервые по Волго-Вятскому региону с 2019 года» (2019) свидетельствует, что доля раннеспелых сортов яровой пшеницы составляет 7,2%, среднеранних – 17,8%, среднеспелых и среднепоздних – 75,0%.

В 2020 г. доля раннеспелых пополнится включенным в Госреестр сортом Экстра (Патент 10812), более устойчивым, чем стандарт (Ирень), к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам внешней среды, способным эффективно использовать почвенно-климатические ресурсы региона (Воробьев В. и Воробьев А., 2019). Для создания таких сортов, как Экстра, положительный эффект дают оценка и отбор на конечном этапе селекции (конкурсное испытание) перспективных номеров по показателям адаптивной способности и стабильности (Воробьев А. и Воробьев В., 2011), роли генетически обусловленной способности сорта утилизировать благоприятные факторы внешней среды (Жученко, 2009). Большое значение при создании раннеспелых сортов придается подбору родительских пар для гибридизации и применению эффективных схем скрещиваний (Воробьев В. и Воробьев А., 2015; Зезин и др., 2017). В селекции следует учитывать тот факт, что раннеспе-

лые сорта всегда достоверно уступают среднеранним и среднеспелым по урожайности и накоплению массы зерна за сутки вегетации (Воробьев В. и Воробьев А., 2017).

Целью данной работы являлось создание раннеспелого сорта яровой мягкой пшеницы с урожайностью на уровне среднераннего или выше, высокоадаптированного к специфическим климатическим условиям Среднего Урала.

#### **Материалы и методы исследований.**

Полевые опыты проведены в ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН на полях Красноуфимского селекционного центра Уральского НИИСХ – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в рамках государственного задания по теме «Разработка и совершенствование методов селекционной работы, создание исходного материала и адаптивных сортов зерновых, зернобобовых, кормовых, плодово-ягодных, декоративных культур и картофеля». Проведены внутривидовая гибридизация, индивидуальный отбор элитных растений из гибрида F<sub>3</sub>, оценка материала по хозяйственно полезным признакам в селекционных питомниках 1–3-го годов изучения, контрольном питомнике, конкурсном и экологическом испытании. В конкурсном испытании сорт Экстра оценивался в сравнении со стандартом (Ирень) на устойчивость к болезням (пыльная и твердая головня, корневые гнили) на инфекционном фоне по методикам «Оценка сельскохозяйственных культур на устойчивость к болезням Сибири» (1981) и «Иммунологическая характеристика редких видов пшеницы» (1975). Фенологические наблюдения, полевые учеты проведены по «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (1989).

Качественные показатели зерна и хлеба определяли согласно общепринятым методикам и ГОСТам: масса 1000 зерен – 10842–89; количество сырой клейковины ручным методом – 13586.1–68; число падения – 30498–97. Хлебопекарную оценку проводили по выпечкам – ГОСТ 27669–88.

Сорт Экстра оценивался по соответствующим методикам на адаптивную способность и стабильность (Кильчевский и Хотылева, 1985), а также энергетическую эффективность возделывания (Моисеенко и др., 2004) в сравнении со стандартом и другими сортами, включенными в Госреестр. Сделана математическая обработка экспериментальных данных (Доспехов, 1985).

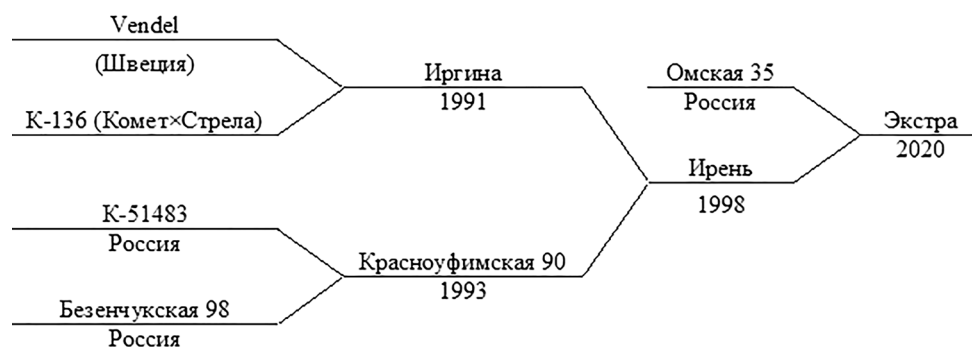
Опыты закладывались на серой лесной и темно-серой лесной почве в стационарном севообороте на полях, различающихся по следующим агрохимическим показателям: рН<sub>сол</sub> – 5,6–7,9; гидролитическая кислотность – 4,13–5,19 мг-экв./100 г почвы; содержание гумуса – 6,7–11,3% (по Тюрину); легкогидролизуемого азота – 86–160 мг/кг (по Корнфилду); обменного калия – 120–185 мг/100 и подвижного фосфора – 290–410 мг/кг (по Кирсанову) соответственно. Традиционное в нашем селекцентре испытание селекционного материала на полях десятипольного севооборота позволяет создавать адаптивные к таким почвенным условиям сорта и в последующем районировать их во многих регионах Российской Федерации (Стрелу – в четырех, Комету, Иргину – в пяти, Ирень – в семи).

Предшественники: горох на зерно (2014–2016), рапс на сидерат (2017–2019).

Отмечали засушливый 2016 г. (количество осадков – 90 мм, среднесуточная температура воздуха – 17,5 °С, ГТК – 0,6) и влагообеспеченные 2014, 2015, 2017–2019 гг. (количество осадков – 247–448 мм, среднесуточная температура воздуха – 14–16 °С, ГТК – 2,0–3,2).

Посев проводился сеялкой ССФК-7 (вторая декада мая) с нормой высева 7 млн всхожих зерен на 1 га, повторность – четырехкратная, площадь делянки – 19 м<sup>2</sup>.

**Результаты и их обсуждение.** В 2020 г. в Государственный реестр селекционных достижений включен по Волго-Вятскому, Уральскому, Западно-Сибирскому регионам раннеспелый сорт яровой пшеницы Экстра, созданный методом внутривидовой гибридизации от скрещивания между среднеспелой родительской формой Омская 35 (мать) и раннеспелой Ирень (отец). Для создания сорта была применена отработанная схема (Воробьев В. и Воробьев А., 2015), когда непременно условием является использование гибридизации в качестве одного из родителей раннеспелого высокопластичного сорта и другого – среднераннего или среднеспелого высокоурожайного сорта инорайонной или местной селекции. Эта методика прослеживается при создании раннеспелых сортов Иргина и Ирень (рис. 1), которые являются прародителями сорта Экстра.



**Рис. 1.** Генеалогия сорта яровой мягкой пшеницы Экстра  
**Fig. 1.** Genealogy of the spring bread wheat variety 'Ekstra'

Разновидность нового сорта Экстра – *Lutescens*. Тип куста в период кущения – полупрямостоячий, соломина в поперечном сечении выполнена слабо, восковой налет на верхнем междоузлии очень сильный, антоциановая окраска узелков флагового листа очень сильная, восковой налет на влагалище флагового листа очень сильный. Колос пирамидальный, средней плотности и длины. Остевидные отростки на конце колоса средней длины. Колосковая чешуя овальная, опушение внутренней стороны слабое. Плечо средней ширины, закругленное. Зубец колосковой чешуи короткий, прямой; цветковой – слегка изогнут. Окрашивание зерновки фенолом темное.

Продолжительность вегетационного периода от всходов до созревания такая же, как у сортов Ирень (стандарт) и Иргина, но короче на 5 суток, чем у среднераннего сорта Екатерина (табл. 1).

Экстра сочетает раннеспелость с высокой продуктивностью. Средняя урожайность ее за годы изучения выше, чем у сорта Ирень, на 0,55 т/га (на 16%) за счет оптимального сочетания элементов структуры урожайности (массы зерна с колоса, массы 1000 зерен и озерненности колоса), преимущества по накоплению зерна за сутки вегетации на 14,2% и на 1 мм осадков на 15,2%. На инфекционном фоне показала практическую устойчивость к пыльной головне, слабую восприимчивость к твердой головне и корневым гнилям.

# 1. Хозяйственно-биологическая характеристика яровой мягкой пшеницы Экстра в Красноуфимском селекцентре (2014–2019 гг.)

## 1. Economic and biological traits of the spring bread wheat 'Ekstra' in the Krasnoufimsky breeding center (2014–2019)

| Показатели                                                                  | Экстра, новый сорт | Ирень, ст. | Екатерина, ст. | НСР <sub>05</sub> |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------|----------------|-------------------|
| Вегетационный период, сутки                                                 | 86                 | 85         | 91             | –                 |
| Урожайность, т/га                                                           | 4,07               | 3,52       | 4,02           | 0,25              |
| Масса зерна с колоса, г                                                     | 0,56               | 0,50       | 0,54           | 0,02              |
| Масса 1000 зерен, г                                                         | 38,8               | 36,8       | 38,5           | 1,4               |
| Озерненность колоса, зерен                                                  | 14,4               | 14,0       | 14,0           | 0,6               |
| Прирост зерна в 1 сутки за период «всходы – восковая спелость», кг/га       | 47,3               | 41,4       | 44,2           | 2,1               |
| Прирост зерна на 1 мм осадков за период «всходы – восковая спелость», кг/га | 14,4               | 12,5       | 14,2           | 0,7               |
| Поражение на инфекционном фоне:                                             |                    |            |                |                   |
| пыльной головней, %                                                         | 1                  | 4          | 2              | –                 |
| твердой головней, %                                                         | 28                 | 30         | 14             | –                 |
| корневыми гнилями, %                                                        | 18                 | 18         | 10             | –                 |
| Содержание клейковины, %                                                    | 24,4               | 27,7       | 23,5           | –                 |
| Число падения, с                                                            | 264                | 275        | 256            | –                 |
| Объем хлеба из 100 г муки, мл                                               | 840                | 865        | 742            | –                 |
| Общая хлебопекарная оценка, балл                                            | 4,4                | 4,5        | 4,1            | –                 |

По хлебопекарным качествам Экстра уступает сорту Ирень, но превосходит сорт Екатерина. По общей хлебопекарной оценке, она может быть отнесена к ценной пшенице. В 2015, 2018 гг. оценка соответствовала качеству сильной пшеницы (4,7 балла).

Новый сорт сформировал такую же урожайность и элементы ее структуры, как более позднеспелый сорт Екатерина.

В экологическом испытании в Красноуфимском селекцентре в 2017–2019 гг. (Предуральская агропочвенная зона) Экстра показала преимущество над включенными в Госреестр по Свердловской области и Пермскому краю раннеспелыми сортами Иргина и Ирень 0,56–0,80 т/га; над среднеранними Горноуральская, Баженка, Свеча, Злата – 0,44–0,55 т/га (табл. 2). Екатерина уступила Экстре 0,20 т/га (НСР<sub>05</sub> = 0,30 т/га).

## 2. вегетационный период и урожайность сортов яровой пшеницы в экологическом испытании в Красноуфимском селекцентре (Предуральская агропочвенная зона) (2017–2019 гг.)

### 2. Growing season and productivity of the spring wheat varieties in the ecological trial in the Krasnoufimsky breeding center (Pre-Ural agrosol zone) (2017–2019)

| Сорт              | Вегетационный период, сутки |           | Урожайность, т/га |           |
|-------------------|-----------------------------|-----------|-------------------|-----------|
|                   | средний                     | min – max | средняя           | min – max |
| Ирень, ст.        | 86                          | 84...88   | 4,37              | 3,96–4,76 |
| Экстра            | 86                          | 83...90   | 4,93              | 4,38–5,51 |
| Иргина            | 85                          | 83...87   | 4,13              | 3,69–4,58 |
| Екатерина         | 91                          | 89...94   | 4,73              | 4,08–5,10 |
| Горноуральская    | 92                          | 90...95   | 4,44              | 3,76–4,95 |
| Баженка           | 91                          | 89...95   | 4,49              | 3,76–4,99 |
| Свеча             | 89                          | 86...93   | 4,38              | 3,72–5,12 |
| Злата             | 89                          | 86...92   | 4,46              | 3,84–5,24 |
| НСР <sub>05</sub> | –                           | –         | 0,30              | –         |

Выявлено преимущество Экстры над раннеспелыми сортами по общей адаптивной способности, стабильности формирования урожайности и показателю, объединяющему продуктивность и средовую устойчивость се-

лекционной ценности генотипа, что свидетельствует о перспективности распространения ее в регионах районирования сортов Ирень и Иргина. По показателям адаптивности новый сорт равноценен Екатерине (табл. 3).

### 3. Параметры адаптивной способности сортов яровой пшеницы 3. Parameters of adaptability of the spring wheat varieties

| Сорт              | Урожайность, т/га |      |      |      |      |      |         | Общая адаптивная способность |               | Относительная стабильность | Селекционная ценность генотипа |
|-------------------|-------------------|------|------|------|------|------|---------|------------------------------|---------------|----------------------------|--------------------------------|
|                   | Годы              |      |      |      |      |      | средняя |                              |               |                            |                                |
|                   | 2014              | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |         | общая                        | специфическая |                            |                                |
| Экстра            | 4,32              | 4,46 | 1,87 | 3,84 | 4,90 | 5,04 | 4,07    | 0,33                         | 1,16          | 28,5                       | 2,21                           |
| Иргина            | 3,71              | 3,48 | 1,59 | 2,66 | 4,17 | 4,42 | 3,34    | −0,40                        | 1,05          | 31,5                       | 1,66                           |
| Ирень             | 3,88              | 3,59 | 1,52 | 2,89 | 4,38 | 4,83 | 3,52    | −0,22                        | 1,18          | 33,6                       | 1,63                           |
| Екатерина         | 4,39              | 4,28 | 1,95 | 3,53 | 4,87 | 5,13 | 4,02    | 0,28                         | 1,16          | 28,9                       | 2,16                           |
| НСР <sub>05</sub> | 0,20              | 0,14 | 0,20 | 0,39 | 0,25 | 0,16 | —       | —                            | —             | —                          | —                              |

Результаты государственного испытания 2018, 2019 гг. подтвердили высокие параметры адаптивной способности нового сорта. На 12 сортоучастках Волго-Вятского региона (Свердловская, Кировская области, Пермский край) Экстра при средней урожайности 3,62–4,14 т/га превысила стандарт (Ирень) на 7,5–9,7%; на 4 сортоучастках Уральского региона (Челябинская, Курганская области) урожайность составила 2,54–3,89 т/га,

или на 5,5–37,0% выше стандартов (Челяба 2, Уральская кукушка); на 13 сортоучастках Западно-Сибирского региона (Омская область, Алтайский край) получена урожайность 1,90–3,82 т/га, что на 11,8–14,0% выше, чем памяти Азиева и Алтайской 70 (табл. 4). Положительные результаты позволили включение в этих регионах Экстры в Государственный реестр селекционных достижений с 2020 г.

### 4. Урожайность зерна яровой пшеницы Экстра в государственном испытании в Волго-Вятском и Западно-Сибирском регионах Российской Федерации 4. Productivity of the spring bread wheat 'Ekstra' in the State Variety Testing in the Volgo-Vyatka and West Siberian regions of the Russian Federation

| Область, край  | Сортоучасток и их количество | Год        | Экстра | Стандарт | Превышение к стандарту, % | Название стандарта |
|----------------|------------------------------|------------|--------|----------|---------------------------|--------------------|
| Свердловская   | Среднее по 2 ГСУ             | 2018, 2019 | 3,86   | 3,65     | 9,7                       | Ирень              |
| Пермский край  | Среднее по 6 ГСУ             | 2018, 2019 | 4,14   | 3,85     | 7,5                       | Ирень              |
| Кировская      | Среднее по 4 ГСУ             | 2018, 2019 | 3,62   | 3,33     | 8,7                       | Ирень              |
| Челябинская    | Еманзелинский                | 2018, 2019 | 3,89   | 2,84     | 37,0                      | Челяба 2           |
|                | Аргаяшский                   | 2019       | 2,54   | 2,31     | 10,0                      | Уральская кукушка  |
|                | Троицкий                     | 2019       | 2,88   | 2,73     | 5,5                       | Челяба 2           |
| Курганская     | Половинский                  | 2018, 2019 | 4,27   | 3,62     | 18,0                      | Омская 36          |
| Омская         | Среднее по 5 ГСУ             | 2018       | 3,82   | 3,35     | 14,0                      | Памяти Азиева      |
| Алтайский край | Среднее по 8 ГСУ             | 2018       | 1,90   | 1,70     | 11,8                      | Алтайская 70       |

Оценка энергетической эффективности возделывания сортов показала, что Экстра существенно превышает по чистому энергетическому доходу сорта Ирень, Иргина, Горноуральская, Злата на 16,0–40,6%; по биоэнергетическому коэффициенту – сорта Ирень,

Иргина, Злата. У нового сорта затраты энергии на производство 1 т зерна ниже на 5,6–11,5%, чем у сортов Ирень, Иргина, Горноуральская и Злата. Показатели энергетической эффективности возделывания у Экстры такие же, как у сорта Екатерина.

### 5. Энергетическая эффективность возделывания сортов яровой пшеницы, КСИ (2014–2019 гг.)

#### 5. Energy efficiency of cultivation of the spring wheat varieties, KBS (2014–2019)

| Сорт           | Урожайность, т/га | Затраты совокупной энергии, ГДЖ/га | Получено энергии, ГДЖ/га | Чистый энергетический доход, ГДЖ/га | Энергоемкость, ГДЖ/т | Биоэнергетический коэффициент |
|----------------|-------------------|------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| Ирень          | 3,52              | 32,21                              | 57,82                    | 25,61                               | 9,15                 | 1,80                          |
| Экстра         | 4,07              | 33,70                              | 66,97                    | 33,27                               | 8,28                 | 1,99                          |
| Иргина         | 3,34              | 31,26                              | 54,92                    | 23,66                               | 9,36                 | 1,76                          |
| Екатерина      | 4,02              | 33,84                              | 66,21                    | 32,37                               | 8,39                 | 1,96                          |
| Горноуральская | 3,68              | 31,94                              | 60,62                    | 28,68                               | 8,68                 | 1,90                          |
| Злата          | 3,73              | 33,37                              | 61,30                    | 27,93                               | 8,95                 | 1,84                          |

Положительные результаты получены в производственном испытании. В КФХ «Радужное»

Мариинского района Кемеровской области в 2018 г. была получена урожайность 4,77 т/га,

что на 1,17 т/га (32,5%) выше, чем у сорта Ирень. В МИП «Красноуфимская селекционная станция» в 2017, 2018 гг. Экстра при урожайности 3,12 превысила Ирень на 0,57 т/га (22,4%). В 2019 г. в СПК «Килачевский» Ирбитского района Свердловской области на площади 20 га получена урожайность 6,1 т/га.

**Выводы.** В результате проведенной работы создан раннеспелый высокоадаптированный к условиям Среднего Урала сорт Экстра с урожайностью 4,4–5,5 т/га,

что выше раннеспелых сортов Иргина и Ирень на 0,56–0,80 т/га, среднеранних (Горноуральская, Баженка, Свеча, Злата) – на 0,44–0,55 т/га. На 39 сортоучастках Волго-Вятского, Уральского, Западно-Сибирского регионов Российской Федерации, где новый сорт с 2020 г. включен в Государственный реестр селекционных достижений, превышение над стандартами Ирень, Челябин, Омская 36, Памяти Азиева, Алтайская 70 составило 5,5–37,0%.

#### Библиографические ссылки

1. Воробьев А. В., Воробьев В. А. Влияние влагообеспеченности вегетационного периода на смену рангов сортов яровой пшеницы по урожайности и элементам ее структуры // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33, № 8. С. 29–32. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10806.
2. Воробьев А. В., Воробьев В. А. Оценка адаптивной способности сортов в селекции яровой пшеницы на Среднем Урале // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 6. С. 18–20.
3. Воробьев В. А., Воробьев А. В. Селекция яровой пшеницы в Красноуфимском селекционном центре. Разработка и реализация новых методов селекции. Селекция яровой пшеницы в Уральском федеральном округе: коллективная монография. Екатеринбург: ООО «ИРА УТК», 2015. С. 23–47.
4. Воробьев В. А., Драгавцев В. А., Кардашина В. Е. Сохранение, пополнение генетических коллекций и выделение новых источников и доноров генетико-физиологических систем, повышающих продуктивность и урожай растений // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 11. С. 51–56. DOI: 10.32651/1911-51.
5. Воробьев В. А., Воробьев А. В. Специфика накопления зерна в урожае сортов яровой пшеницы в условиях юго-запада Свердловской области // Интерактивная наука. 2017. № 11(21). С. 11–15. DOI: 10/21661/r-464919.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
8. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. М.: Агрорус. 2009. Т. II. 1098 с.
9. Зезин Н. Н., Воробьев В. А., Воробьев А. В. Екатерина – новый сорт яровой пшеницы для адаптивно-ландшафтной системы земледелия Среднего Урала // Зерновое хозяйство России. 2017. № 1(49). С. 62–66.
10. Зезин Н. Н., Воробьев В. А. Хлебопекарная пшеница Уральской селекции // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 11. С. 40–42.
11. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Методы оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение 2. Числовой пример и обсуждение // Генетика. 1985. Т. 21, № 9. С. 1491–1498.
12. Моисеенко А. А., Негода Л. А., Устименко О. П. Биологическая оценка возделывания зерновых культур // Земледелие. 2004. № 5. С. 24.

#### References

1. Vorobiev A. V., Vorobiev V. A. Vliyanie vlagoobespechennosti vegetacionnogo perioda na smenu rangov sortov yarovoj pshenicy po urozhajnosti i elementam ee struktury [The effect of moisture supply during the growing season on the change in the ranks of spring wheat varieties according to yield and its structure elements] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2019. T. 33, № 8. S. 29–32. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10806.
2. Vorobiev A. V., Vorobiev V. A. Ocenka adaptivnoj sposobnosti sortov v selekcii yarovoj pshenicy na Srednem Urale [Estimation of the adaptability of varieties in spring wheat breeding in the Middle Urals] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2011. № 6. S. 18–20.
3. Vorobiev V. A., Vorobiev A. V. Selekcija yarovoj pshenicy v Krasnoufimskom selekcionnom centre. Razrabotka i realizaciya novyh metodov selekcii [Spring wheat breeding in the Krasnoufimsky breeding center. Development and implementation of new breeding methods] // Selekcija yarovoj pshenicy v Ural'skom federal'nom okruge: kolektivnaya monografiya. Ekaterinburg: ООО "IRA UTK", 2015. S. 23–47.
4. Vorobiev V. A., Dragavcev V. A., Kardashina V. E. Sohranenie, popolnenie geneticheskikh kolekcij i vydelenie novyh istochnikov i donorov genetiko-fiziologicheskikh sistem, povyshayushchih produktivnost' i urozhai rastenij [Preservation, replenishment of genetic collections and allocation of new sources and donors of genetic and physiological systems that increase productivity and plant yields] // Ekonomika sel'skogo hozjajstva Rossii. 2019. № 11. S. 51–56. DOI: 10.32651/1911-51.
5. Vorob'ev V. A., Vorob'ev A. V. Specifika nakopleniya zerna v urozhae sortov yarovoj pshenicy v usloviyah yugo-zapada Sverdlovskoj oblasti [Specificity of grain accumulation in the yield of spring wheat varieties in the south-west of the Sverdlovsk region] // Interaktivnaya nauka. 2017. № 11(21). S. 11–15. DOI: 10/21661/r-464919.
7. Dospikhov B. A. Metodika plevogo opyta [Methodology of a field trial]. 5-e izd., pererab. i dop. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
8. Zhuchenko A. A. Adaptivnoe rastenievodstvo (ekologo-geneticheskie osnovy) [Adaptive plant growing (ecological and genetic basis)]. Teoriya i praktika. M.: Agrorus, 2009. T. II. 1098 s.

9. Zezin N. N., Vorobiev V. A., Vorobiev A. V. Ekaterina – novyj sort yarovoj pshenicy dlya adaptivno-landshaftnoj sistemy zemledeliya Srednego Urala ['Ekaterina' is a new spring wheat variety for the adaptive landscape farming system of the Middle Urals] // Zernovoe hoz'yajstvo Rossii. 2017. № 1(49). S. 62–66.

10. Zezin N. N., Vorobiev V. A. Hlebopekarnaya pshenica Ural'skoj selekcii [Bakery wheat of the Ural selection] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2010. № 11. S. 40–42.

11. Kil'chevskij A. V., Hotyleva L. V. Metody ocenki adaptivnoj sposobnosti i stabil'nosti genotipov, differenciruyushchej sposobnosti sredy. Soobshchenie 2. Chislovoj primer i obsuzhdenie [Methods for assessing the adaptability and stability of genotypes, the differentiating ability of the environment. Message 2. Numerical example and discussion] // Genetika. 1985. T. 21, № 9. S. 1491–1498.

12. Moiseenko A. A., Negoda L. A., Ustimenko O. P. Biologicheskaya ocenka vozdel'yvaniya zernovykh kul'tur [Biological estimation of grain crops cultivation] // Zemledelie. 2004. № 5. S. 24.

Поступила: 14.04.20; принята к публикации: 31.07.20.

**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.** Зезин Н. Н. – концептуализация исследования; Воробьев А. В. – подготовка опыта; Воробьев А. В., Николаева З. Р. – выполнение полевых и лабораторных опытов; Воробьев В. А. – анализ данных и их интерпретация; Воробьев В. А., Безгоднов А. В. – производственное испытание, подготовка рукописи.

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

## УРОЖАЙНОСТЬ И ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОСТИМУЛЯТОРОВ В ПЕРВИЧНЫХ ЗВЕНЬЯХ СЕМЕНОВОДСТВА

**Г. А. Филенко**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства и семеноведения, ORCID ID: 0000-0003-4271-0003;  
**Т. И. Фирсова**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства и семеноведения, ORCID ID: 0000-0003-0582-4124;  
**Ю. Г. Скворцова**, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства и семеноведения, ORCID ID: 0000-0002-1490-2422;  
**Н. Г. Черткова**, младший научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства и семеноведения, ORCID ID: 0000-0002-2010-1128  
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,  
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

В статье приводятся результаты исследований за 2017–2019 гг. по проведению оценки показателей урожайности и посевных качеств семян ярового ячменя Грис и Леон. Проведена предпосевная обработка семенного материала в зависимости от фракционного состава зерна и растений во время вегетации биостимуляторами роста на основе морских водорослей Рутер и Стимакс Старт в условиях южной зоны Ростовской области. Было установлено, что обработка семян и растений биостимуляторами оказывала влияние на посевные качества и урожайные свойства семян. Выявлено, что семена, выделенные на решетках с диаметром отверстий 2,4 × 20 мм, при использовании биопрепарата Рутер имели наибольшую энергию прорастания (93–94%) и лабораторную всхожесть (97%), а также наибольшую урожайность у изучаемых сортов ярового ячменя Грис (8,8 т/га) и Леон (8,3 т/га). Наиболее крупное зерно было получено с фракции 2,4 × 20 мм с применением биопрепарата Рутер у сорта Леон – 43,1 г и сорта Грис – 50,1 г. Максимальный выход кондиционных семян у изучаемых сортов после обработки также отмечался у фракции 2,4 × 20 мм при применении биостимулятора Рутер – 86,4 и 90,1% соответственно. На контроле без использования биостимуляторов выход семян у сорта Леон составил 80,3% на фракции 2,4 × 20 мм, а у сорта Грис – 81,4%. Показана экономическая эффективность применения биопрепаратов в зависимости от фракционного состава посевного материала в технологии возделывания ярового ячменя. Наибольшая прибавка урожайности к контролю была получена на вариантах при использовании препарата Рутер по изучаемым сортам Леон – 1,2 т/га (фракция 2,4 × 20 мм) и Грис – 0,9 т/га (фракция 2,2 × 20 мм) при максимальном уровне рентабельности у сорта Грис – 195,8%. Результаты экспериментов показали, что использование биостимуляторов на основе водорослей в целом оказывает положительное влияние на развитие растений ярового ячменя и получение качественного семенного материала в условиях Ростовской области.

**Ключевые слова:** яровой ячмень, биостимуляторы, посевные качества, фракция, урожайность, масса 1000 семян, выход семян.

**Для цитирования:** Филенко Г. А., Фирсова Т. И., Скворцова Ю. Г., Черткова Н. Г. Урожайность и посевные качества семян ярового ячменя при использовании биостимуляторов в первичных звеньях семеноводства // Зерновое хозяйство России. 2020. № 6(72). С. 71–77. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-71-77.



## PRODUCTIVITY AND SOWING QUALITIES OF SPRING BARLEY SEEDS WHEN USING BIOSTIMULANTS IN THE PRIMARY SEED PRODUCTION

**G. A. Filenko**, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of primary seed-production and seed-growing, ORCID ID: 0000-0003-4271-0003;  
**T. I. Firsova**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of primary seed-production and seed-growing, ORCID ID: 0000-0003-0582-4124;  
**Yu. G. Skvortsova**, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory of primary seed-production and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-1490-2422;  
**N. G. Chertkova**, junior researcher of the laboratory of primary seed-production and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-2010-1128  
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 2017–2019 on estimating the indices of productivity and sowing seed qualities of the spring barley varieties 'Gris' and 'Leon'. There was conducted pre-sowing treatment of seed material, depending on the fractional composition of grain and plants during the growing season. There were used the growth biostimulants based on algae *Ruter* and *Stimax Start* in the conditions of the southern part of the Rostov region. There has been found out that seed and plant treatment with biostimulants had an effect on the sowing qualities and yield properties of seeds. There has been established that the seeds isolated on sieves with a hole diameter of 2.4 × 20 mm, when using the biological product *Ruter*, had the highest germination energy (93–94%) and laboratory germination (97%), as well as the highest yield in the studied spring barley varieties 'Gris' (8.8 t/ha) and 'Leon' (8.3 t/ha). The largest grain size was obtained from the 2.4 × 20 fraction using the biological product *Ruter* (the variety 'Leon' produced 43.1 g and the variety 'Gris' produced 50.1 g). The maximum seed yield in the studied varieties after treatment

(86.4 and 90.1%, respectively) was also identified in the  $2.4 \times 20$  mm fraction when using the biostimulator *Ruter*. On the control without biostimulants, the seed yield of the variety 'Leon' in the  $2.4 \times 20$  mm fraction was 80.3%, and that of the variety 'Gris' was 81.4%. There has been shown an economic efficiency of the biological products depending on the fraction of sowing material in the cultivation technology of spring barley. The largest productivity increase (the variety 'Leon' 1.2 t/ha ( $2.4 \times 20$  mm fraction) and 'Gris' 0.9 t/ha ( $2.2 \times 20$  mm fraction)) was obtained in the variants when using the bioproduct *Ruter* with the maximum (195.8%) profitability of the variety 'Gris'. The results of the trials have shown that the use of biostimulants based on algae in general had a positive effect on the development of spring barley varieties and the production of high-quality seed material in the Rostov region.

**Keywords:** spring barley, biostimulants, sowing quality, fraction, productivity, 1000 seed weight, seed yield.

**Введение.** Яровой ячмень в условиях Ростовской области является важной зерновой продовольственной, кормовой и технической культурой, под которую здесь отводятся наибольшие площади посева среди зернофуражных культур. Потенциальная урожайность данной культуры составляет 8,0 т/га и более, однако в почвенно-климатических условиях области она не полностью реализуется (Филиппов и др., 2019; Мухитов и др., 2018).

Один из путей решения проблемы повышения урожайности и улучшения посевных качеств семян – совершенствование технологии возделывания (Васильченко и др., 2018; Вершинина и др., 2016). Важной ее составляющей является применение биостимуляторов роста на основе морских водорослей, которые способствуют более полной реализации продуктивного потенциала современных сортов. Известно, что применение биостимуляторов является одним из способов повышения продуктивности растений ярового ячменя и получения высококачественного семенного материала, способствующей более полной реализации продукционного потенциала современных сортов. В современных агротехнологиях выделяются три основных способа применения биостимуляторов. В их число входят обработка семян перед посевом, опрыскивание посевов в фазу кущения и выхода в трубку. Характерной особенностью большинства биостимуляторов является избирательность их действия не только на различные сорта, но и на различные органы растений (число колосьев на единицу площади, массу 1000 зерен, озерненность колоса), а также посевные качества (энергия прорастания, лабораторная всхожесть) (Старикова и др., 2014).

Исследованиями ряда ученых установлено, что другим важнейшим агротехническим приемом повышения урожайности и посевных качеств ярового ячменя является использование оптимальных фракций семян для посева, так как выявлена специфичность реакции сортов в зависимости от их биологических особенностей на посев различными по крупности семенами. При этом до настоящего времени результаты исследований о влиянии биостимуляторов на основе морских водорослей на урожайность и посевные качества семян сортов ярового ячменя в зависимости от фракционного состава в первичных звеньях семеноводства весьма противоречивы (Габдуллин и др., 2018).

Целью нашего исследования являлось изучение влияния биостимуляторов на урожайность и посевные качества семян сортов яро-

вого ячменя в зависимости от фракционного состава в первичных звеньях семеноводства в условиях Ростовской области.

**Материалы и методы исследований.** Полевые опыты проводили на опытных полях лаборатории первичного семеноводства и семеноведения ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2017–2019 гг.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы: pH – 7,1; гумус – 3,5%;  $P_2O_5$  – 20–25;  $K_2O$  – 300–350 мг/кг. Технология выращивания – общепринятая для южной зоны Ростовской области. Посев проводили сеялкой ССФК-7 в оптимальные агротехнические сроки. Площадь учетной делянки – 5 м<sup>2</sup>, повторность – трехкратная, предшественник – горох.

В качестве объекта исследований использованы семена сортов ярового ячменя селекции АНЦ «Донской» Леон и Грис, прошедшие послеуборочную доработку на семяочистительной линии, которые разделили по фракциям на решетках:  $2,0 \times 20,0$  мм (мелкая фракция семян);  $2,2 \times 20,0$  мм (средняя фракция семян) и  $2,4 \times 20,0$  мм (крупная фракция семян). Проводилась обработка семян перед посевом и растений в фазы кущения и выхода в трубку биологическими препаратами Рутер и Стимакс Старт. Препараты использовали в соответствии с регламентами. Предпосевную обработку семян перед посевом осуществляли вручную, а в фазы «кущение» и «выход в трубку» вышеуказанными препаратами обработку осуществляли с помощью ранцевого опрыскивателя «Жук».

Для проведения исследований использовали следующие биостимуляторы:

**СТИМАКС СТАРТ** – биостимулятор на основе экстракта водорослей, предназначенный для развития мощной корневой системы. Состав: экстракт водоросли *Ascorphyllum nodosum* – 12%; общий азот (N) – 1,2%; органический азот (N) – 0,2%; мочевиновый азот (N) – 1%; марганец (Mn), хелат EDTA – 0,5%; цинк (Zn); железо (Fe), хелат DTPA 1%. Стимулирует быстрое развитие и энергичный рост растения, количество и качество всего урожая.

**РУТЕР** – жидкий биостимулятор для развития корневой системы, предназначенный для развития мощной корневой системы. Состав: экстракт морских водорослей – 100 г/л; протеины – 100 г/л; полисахариды – 85 г/л; органический углерод – 70 г/л; органические вещества – 50 г/л; аминокислоты – 50 г/л; калий ( $K_2O$ ) – 30 г/л; фосфор ( $P_2O_5$ ) – 15 г/л; стероиды – 10 г/л; витаминный комплекс – 2 г/л.

Применяется для предпосевной обработки семян и в период вегетации. Способствует более быстрому развитию и энергичному росту растений.

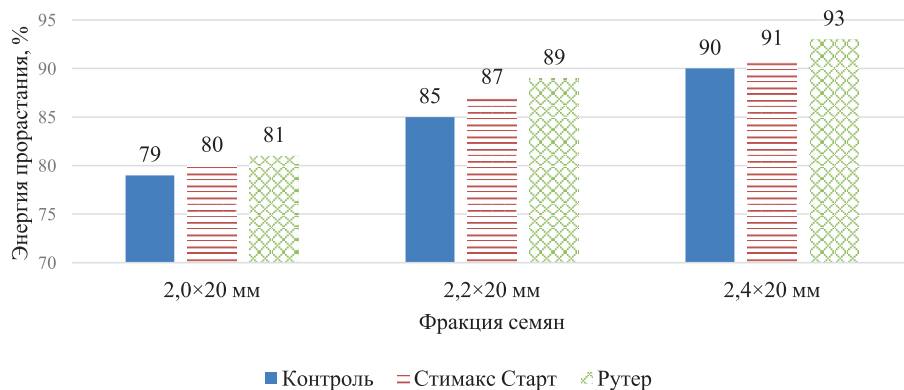
Фенологические наблюдения, оценки и учеты проводили в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и полевых опытов (2019). Уборку делянок осуществляли в период полного созревания зерна с помощью малогабаритного комбайна Wintersteiger Classic. Урожайность приводили к 100%-й чистоте и 14%-й влажности зерна. В лабораторных условиях по стандартным методикам определялись: энергия прорастания, лабораторная всхожесть, сила роста, масса 1000 семян и интенсивность начального роста проростков. Статистическую обработку данных проводили по Б. А. Доспехову (2014) с использованием программы Statistica.

**Результаты и их обсуждение.** Семенной материал характеризуется важнейшими показателями и свойствами, которые определяют его ценность. Данные показатели и свойства семян нормируются государственными стандартами. Качество семян зависит не только от условий выращивания, но и от агротехнических приемов и предпосевной обработки семян препаратами (Немченко и др., 2014).

При использовании на семенные цели не все семена способны давать при посеве высокий урожай. Для снижения степени разнокачественности семян проводят процесс сортирования

зерна. После сортировки выделившиеся семена обладают лучшими посевными качествами, равномерной полевой всхожестью.

В лабораторных исследованиях было изучено влияние биостимуляторов Стимакс Старт и Рутер на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян сортов ярового ячменя Леон и Грис. Анализ результатов показал, что семена, полученные с растений ярового ячменя, которые обрабатывали данными биопрепаратами, имели энергию прорастания и всхожесть выше, чем на контроле по всем вариантам, вне зависимости от фракционного состава. Энергия прорастания в опыте варьировала у сорта Леон от 79% до 93%, а у сорта Грис – от 80 до 94%. После обработки растений во время вегетации Стимакс Старт энергия прорастания семян сорта Леон варьировала от 80 до 91%. В сравнении с контролем эффект обработки на данном сорте получен при фракции семян  $2,2 \times 20$  мм (87%). У сорта Грис достоверное превышение над контролем отмечено при фракции семян  $2,2 \times 20$  мм (89%). Значения по другим фракциям находились в пределах ошибки опыта. Установлено, что при обработке препаратом Рутер энергия прорастания варьировала по сортам от 81 до 94%. Наибольший эффект от применения данного препарата независимо от фракций был выявлен у сорта Грис. У сорта Леон также отмечен положительный эффект от применения этого препарата, но он был несколько ниже, чем у сорта Грис (рис. 1, 2).



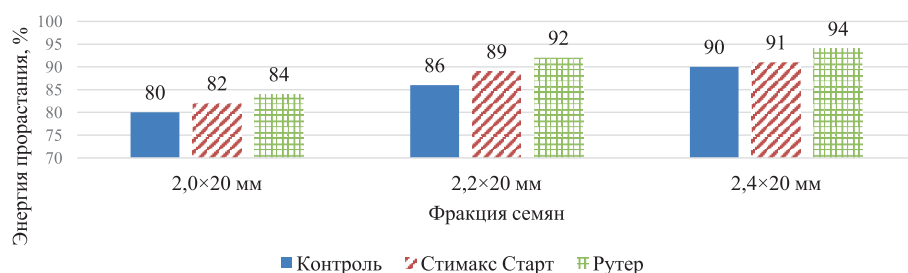
$HCP_{05} = 2,4$ .

**Рис. 1.** Влияние биостимуляторов на энергию прорастания семян ярового ячменя сорта Леон в зависимости от фракционного состава (2017–2019 гг.)

**Fig. 1.** Effect of biostimulants on the seed germination energy of the spring barley variety 'Leon' depending on the fractional composition (2017–2019)

Одним из главных показателей посевных качеств семян, которые определяют их физиологическое состояние, является лабораторная всхожесть. Лабораторная всхожесть – это количество нормально проросших семян в пробе

при оптимальных условиях в течение определенного времени. По ГОСТ Р 52325-2005 оригинальные семена ярового ячменя должны иметь всхожесть не менее 92%.



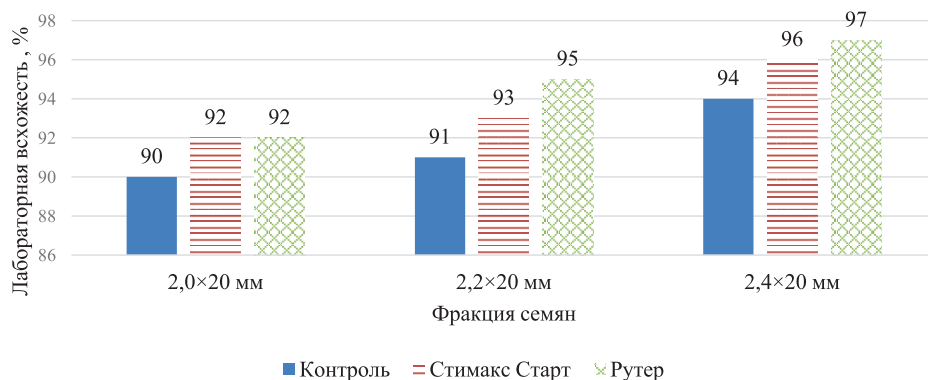
$HCP_{05} = 1,2$ .

**Рис. 2.** Влияние биостимуляторов на энергию прорастания семян ярового ячменя сорта Грис в зависимости от фракционного состава (2017–2019 гг.)

**Fig. 2.** Effect of biostimulants on the seed germination energy of the spring barley variety 'Gris' depending on the fractional composition (2017–2019)

В результате проведенных исследований было определено, что биостимуляторы Стимакс Старт и Рутер в целом оказывают положительное влияние на всхожесть семян яро-

вого ячменя независимо от фракций. Значение данного признака в опыте изменялось от 90 до 97% (рис. 3).



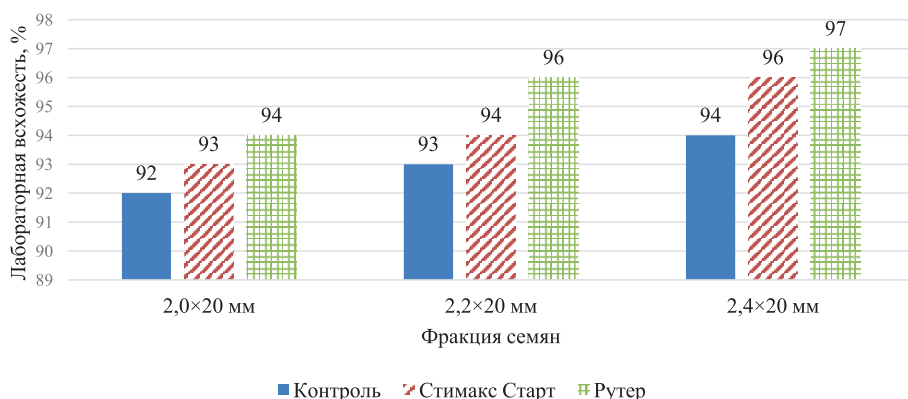
$HCP_{05} = 2,4$ .

**Рис. 3.** Влияние биостимуляторов на лабораторную всхожесть семян ярового ячменя сорта Леон в зависимости от фракционного состава (2017–2019 гг.)

**Fig. 3.** Effect of biostimulants on the laboratory seed germination of the spring barley variety 'Leon' depending on the fractional composition (2017–2019)

У семян мелкой фракции (2,0 × 20 мм) применение биостимуляторов также не оказало существенного влияния на их лабораторную всхожесть, как и со средней фракции (2,2 × 20 мм). Лабораторная всхожесть у семян достоверно превышала значения контроля и составила 95% в варианте с применением биопрепара-

та Рутер. У сорта Грис значение лабораторной всхожести отмечено в варианте с использованием препарата Рутер. Максимальные значения всхожести изучаемых сортов отмечены при фракции семян 2,4 × 20 мм – 96% (Стимакс Старт) и 97% (Рутер) (рис. 4).



$HCP_{05} = 1,2$ .

**Рис. 4.** Влияние биостимуляторов на лабораторную всхожесть семян ярового ячменя сорта Грис в зависимости от фракционного состава (2017–2019 гг.)

**Fig. 4.** Effect of biostimulants on the laboratory seed germination of the spring barley variety 'Gris' depending on the fractional composition (2017–2019)

За годы исследований наиболее высокая урожайность (8,8 т/га) была получена у сорта Грис при применении биопрепарата Рутер с фракционным составом семян 2,4 x 20 мм и у сорта Леон (8,3 т/га) при применении биопрепарата Рутер с фракционным составом 2,4 x 20 мм. Наименьшие значения по урожайности были получены у сорта Леон (7,3 т/га) при применении биопрепарата Стимакс Старт с фракционным составом семян 2,2 x 20 мм и у сорта Грис (7,7 т/га) при применении биопрепарата Стимакс Старт с фракционным составом семян 2,2 x 20 мм.

Использование для посева различных по фракционному составу семян совместно с применением биостимуляторов на основе водорослей оказало существенное влияние на массу 1000 зерен и выход семян. Установлено,

что применение биостимуляторов во всех вариантах независимо от фракционного состава способствовало повышению массы 1000 зерен и выхода семян. Наиболее крупное зерно было получено у фракции 2,4 x 20 мм с применением биостимулятора Рутер у сортов Леон (43,2 г) и Грис (50,1 г). Максимальный выход кондиционных семян у сорта Леон был отмечен на фракции 2,4 x 20 мм при применении биостимулятора Рутер – 86,4%. На контроле без использования биостимуляторов выход семян у сорта Леон достигал 80,3% на фракции 2,4 x 20 мм. У сорта Грис наибольшее значение выхода семян составило на фракции 2,4 x 20 мм при обработке биостимулятором Рутер – 90,1%. На контроле выход семян достигал 80,2% на фракции 2,2 x 20 мм (табл. 1).

**1. Урожайные свойства семян в зависимости от применения препаратов и фракций посевного материала**  
**1. Yield properties of seeds, depending on the use of biological products and fractions of sowing material**

| Опыт              |               | Урожайность, т/га | Масса 1000 семян, г | Выход семян, % |
|-------------------|---------------|-------------------|---------------------|----------------|
| обработка         | фракции семян |                   |                     |                |
| Леон              |               |                   |                     |                |
| Контроль          | 2,0 x 20 мм   | 7,2               | 40,2                | 80,7           |
| Стимакс Старт     |               | 7,5               | 40,9                | 84,6           |
| Рутер             |               | 8,0               | 41,3                | 85,2           |
| НСП <sub>05</sub> |               | 0,48              | 1,04                | 0,71           |
| Контроль          | 2,2 x 20 мм   | 7,0               | 40,5                | 81,4           |
| Стимакс Старт     |               | 7,3               | 41,4                | 81,9           |
| Рутер             |               | 7,6               | 41,9                | 83,4           |
| НСП <sub>05</sub> |               | 0,23              | 0,38                | 0,99           |
| Контроль          | 2,4 x 20 мм   | 7,1               | 41,1                | 80,3           |
| Стимакс Старт     |               | 7,6               | 42,6                | 84,2           |
| Рутер             |               | 8,3               | 43,2                | 86,4           |
| НСП <sub>05</sub> |               | 0,35              | 0,27                | 0,74           |
| Грис              |               |                   |                     |                |
| Контроль          | 2,0 x 20 мм   | 8,3               | 43,4                | 80,9           |
| Стимакс Старт     |               | 8,7               | 44,7                | 83,3           |
| Рутер             |               | 8,8               | 45,3                | 86,4           |
| НСП <sub>05</sub> |               | 0,47              | 1,13                | 1,53           |
| Контроль          | 2,2 x 20 мм   | 7,7               | 43,2                | 80,2           |
| Стимакс Старт     |               | 8,2               | 46,6                | 82,4           |
| Рутер             |               | 8,6               | 47,8                | 83,7           |
| НСП <sub>05</sub> |               | 0,13              | 1,13                | 0,61           |
| Контроль          | 2,4 x 20 мм   | 8,2               | 46,4                | 81,4           |
| Стимакс Старт     |               | 8,6               | 47,4                | 86,4           |
| Рутер             |               | 8,8               | 50,1                | 90,1           |
| НСП <sub>05</sub> |               | 0,27              | 0,27                | 1,04           |

Расчет экономической эффективности применения биостимуляторов роста на различных сортах ярового ячменя в зависимости от фракционного состава показал, что основными критериями эффективности применения биологических препаратов являлись прибавка урожайности к контролю и ее стоимость. В среднем она составляла у сорта Леон от 0,3 до 1,2 т/га, а у сорта Грис –

от 0,4 до 0,9 т/га. Наибольшим этот показатель был получен на вариантах при использовании препарата Рутер по изучаемым сортам: Леон – 1,2 т/га (фракция 2,4 x 20 мм) и Грис – 0,9 т/га (фракция 2,2 x 20 мм). Максимальный уровень рентабельности отмечался у сортов Грис – 195,8% и Леон – 179,0% (фракция 2,4 x 20 мм) (табл. 2).

**2. Экономическая эффективность применения биопрепаратов в зависимости от фракционного состава семян в технологии возделывания ярового ячменя (2017–2019 гг.)**

**2. Economic efficiency of biological products depending on the fractional composition of seeds in the cultivation technology of spring barley (2017–2019)**

| Обработка     | Фракции     | Урожайность, т/га | Прибавка к контролю, т/га | Стоимость прибавки, руб. | Себестоимость, руб. | Рентабельность, % |
|---------------|-------------|-------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------|-------------------|
| Леон          |             |                   |                           |                          |                     |                   |
| Контроль      | 2,0 x 20 мм | 7,2               | –                         | –                        | 4111                | 143,2             |
| Стимакс Старт |             | 7,5               | 0,3                       | 3000                     | 3969                | 151,9             |
| Рутер         |             | 8                 | 0,8                       | 8000                     | 3719                | 168,9             |
| Контроль      | 2,2 x 20 мм | 7                 | –                         | –                        | 4229                | 136,5             |
| Стимакс Старт |             | 7,3               | 0,3                       | 3000                     | 4078                | 145,2             |
| Рутер         |             | 7,6               | 0,6                       | 6000                     | 3914                | 155,5             |
| Контроль      | 2,4 x 20 мм | 7,1               | –                         | –                        | 4169                | 139,9             |
| Стимакс Старт |             | 7,6               | 0,5                       | 5000                     | 3917                | 155,3             |
| Рутер         |             | 8,3               | 1,2                       | 12 000                   | 3584                | 179,0             |
| Грис          |             |                   |                           |                          |                     |                   |
| Контроль      | 2,0 x 20 мм | 8,3               | –                         | –                        | 3566                | 180,4             |
| Стимакс Старт |             | 8,7               | 0,4                       | 4000                     | 3422                | 191,8             |
| Рутер         |             | 8,8               | 0,5                       | 5000                     | 3381                | 194,6             |
| Контроль      | 2,2 x 20 мм | 7,7               | –                         | –                        | 3844                | 160,1             |
| Стимакс Старт |             | 8,2               | 0,5                       | 5000                     | 3630                | 171               |
| Рутер         |             | 8,6               | 0,9                       | 9000                     | 3459                | 189,1             |
| Контроль      | 2,4 x 20 мм | 8,2               | –                         | –                        | 3610                | 177               |
| Стимакс Старт |             | 8,6               | 0,4                       | 4000                     | 3462                | 188,9             |
| Рутер         |             | 8,8               | 0,6                       | 6000                     | 3381                | 195,6             |

**Выводы.** Результаты исследований показали, что использование биостимуляторов на основе водорослей в целом оказывает положительное влияние на развитие растений ярового ячменя в условиях Ростовской обла-

сти. У сортов ярового ячменя Леон и Грис наблюдалось повышение урожайности, массы 1000 зерен, выхода семян, а также энергии прорастания и лабораторной всхожести.

**Библиографические ссылки**

1. Васильченко С. А., Метлина Г. В. Влияние сроков посева на продуктивность сортов сои селекции АНЦ «Донской» в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2018. № 6(60). С. 9–13.
2. Вершинина О. В., Васин В. Г., Лысак О. Н. Структура урожая и продуктивность нута при применении удобрений и биостимуляторов фертигрейна // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 2. С. 22–29.
3. Габдуллин В. Р., Гараева Л. А. Влияние минеральных удобрений, предшественников и биопрепаратов на продуктивность яровой пшеницы // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2018. № 20. С. 59–63.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Альянс, 2014. 351 с.
5. Методика государственного сортоиспытания с.-х. культур. Вып. 1. М.: ООО «Группа компаний Море», 2019. 384 с.
6. Мухитов Л. А., Тимошенкова Т. А. Влияние гуминовых биопрепаратов на выход кондиционных семян и продуктивность сортов ярового ячменя при их применении в первичном семеноводстве в степи Оренбургской области // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2018. № 4. С. 17.
7. Немченко В. В., Цыпышева М. Ю. Влияние биопрепаратов и регуляторов роста на структуру урожая и продуктивность яровой пшеницы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. № 8. С. 5–8.
8. Старикова Д. В., Костылев П. И. Влияние химических стимуляторов и биологических препаратов на продуктивность озимой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2014. № 1(31). С. 54–59.
9. Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Брагин Р. Н. Анализ экологической пластичности и стабильности сортов ярового ячменя в межстанционном сортоиспытании // Зерновое хозяйство России. 2019. № 1(60). С. 3–5.

**References**

1. Vasil'chenko S. A., Metlina G. V. Vliyaniye srokov poseva na produktivnost' sortov soi selekcii ANC "Donskoj" v yuzhnoy zone Rostovskoy oblasti [The effect of sowing time on the productivity of soybean varieties developed in the ARC "Donskoj" in the southern part of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 6(60). S. 9–13.

2. Vershinina O. V., Vasin V. G., Lysak O. N. Struktura urozhaya i produktivnost' nuta pri primeneni udobrenij i biostimulyatorov fertigrain [The structure of the chickpeas yield and productivity using fertilizers and biostimulants 'Fertigrain'] // Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2016. № 2. S. 22–29.
3. Gabdullin V. R., Garaeva L. A. Vliyanie mineral'nyh udobrenij, predshestvennikov i biopreparatov na produktivnost' yarovoj psenicy [The effect of mineral fertilizers, forecrops and biological products on the spring wheat productivity] // Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produkci sel'skogo hozyajstva. 2018. № 20. S. 59–63.
4. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of research results)]. 5-e izd., pererab. i dop. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
5. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya s.-h. kul'tur [Methodology of the State Variety Testing of agricultural crops]. Vyp. 1. M.: OOO "Gruppa kompanij More", 2019. 384 s.
6. Muhitov L. A., Timoshenkova T. A. Vliyanie guminovyh biopreparatov na vyhod kondicionnyh semyan i produktivnost' sortov yarovogo yachmenya pri ih primeneni v pervichnom semenovodstve v stepi Orenburgskoj oblasti [The effect of humus biological products on the yield of conditioned seeds and productivity of spring barley varieties when used in primary seed production in the steppe of the Orenburg region] // Byulleten' Orenburskogo nauchnogo centra UrO RAN. 2018. № 4. S. 17.
7. Nemchenko V. V., Cypysheva M. Yu. Vliyanie biopreparatov i regulyatorov rosta na strukturu urozhaya i produktivnost' yarovoj psenicy [The effect of biological products and growth regulators on the yield structure and productivity of spring wheat] // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 8. S. 5–8.
8. Starikova D. V., Kostylev P. I. Vliyanie himicheskikh stimulyatorov i biologicheskikh preparatov na produktivnost' ozimoy psenicy [The effect of chemical stimulants and biological preparations on the winter wheat productivity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 1(31). S. 54–59.
9. Filippov E. G., Doncova A. A., Bragin R. N. Analiz ekologicheskoy plastichnosti i stabil'nosti sortov yarovogo yachmenya v mezhsstancionnom sortoispytanii [Analysis of ecological adaptability and stability of spring barley varieties in inter-station variety testing] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 1(60). S. 3–5.

Поступила: 03.02.20; принята к публикации: 19.05.20.

**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.** Филенко Г. А., Фирсова Т. И. – концептуализация исследования; Чертова Н. Г., Скворцова Ю. Г. – подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация; Скворцова Ю. Г. – подготовка рукописи.

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

## АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НОВОГО УЛЬТРАРАННЕСПЕЛОГО СОРТА ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ ФОКС 1

**Е. Г. Филиппов**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, зав. отделом селекции и семеноводства ячменя, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;  
**А. А. Донцова**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства ячменя, doncova601@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6570-4303;  
**Д. П. Донцов**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства ячменя, ORCID ID: 0000-0001-9253-3864;  
**И. М. Шаповалова**, агроном, ORCID ID: 0000-0002-1281-5317  
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,  
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Цель исследований данной работы в проведении хозяйственно-биологической оценки основных морфо-биологических признаков и свойств ультрараннего сорта озимого ячменя Фокс 1 в сравнении со стандартом. В связи с усилением засушливости климата в последние годы возрастает актуальность использования в производстве раннеспелых сортов зерновых культур, в том числе и озимого ячменя. В ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» на протяжении нескольких десятилетий ведется работа в данном направлении, результатом которой стало создание ультрараннеспелого сорта озимого ячменя Фокс 1. С 2019 г. Фокс 1 внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ по Северо-Кавказскому региону. В родословной сорта есть высокостойкие, устойчивые к полеганию и крупнозерные сорта. Фокс 1 созревает в среднем на 8–10 дней раньше среднеспелого стандарта Тимофей. В среднем за годы изучения в конкурсном сортоиспытании (2017–2019) масса 1000 зерен сорта Фокс 1 составила 42,5 г, у стандартного сорта Тимофей – 40,2 г, натура зерна 672 и 656 г/л соответственно. Число зерен в колосе у нового сорта – 51 шт., у стандарта – 45 шт. Новый сорт формировал среднюю урожайность 8,1 т/га, превышение над стандартом составляет 0,5 т/га. Фокс 1 обладает высоким уровнем зимостойкости и устойчивости к полеганию, толерантен к поражению основными листовыми болезнями, распространенными в регионе. Результаты изучения на государственных сортоучастках РФ и экологических испытаний в различных почвенно-климатических зонах показали, что новый сорт озимого ячменя Фокс 1 в условиях усиления засушливости климата несомненно представляет практический интерес для выращивания в Северо-Кавказском регионе РФ.

**Ключевые слова:** озимый ячмень, Фокс 1, урожайность, государственное сортоиспытание.

**Для цитирования:** Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Донцов Д. П., Шаповалова И. М. Агробιοιογιϰеская характеристика нового ультрараннеспелого сорта озимого ячменя Фокс 1 // Зерновое хозяйство России. 2020. № 6(72). С. 78–83. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-78-83.



## AGROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE NEW ULTRA EARLY-RIPENING WINTER BARLEY VARIETY 'FOKS 1'

**E. G. Filippov**, Candidate of Agricultural Sciences, docent, head of the department of barley production, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;  
**A. A. Dontsova**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the department of barley production, doncova601@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6570-4303;  
**D. P. Dontsov**, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the department of barley production, ORCID ID: 0000-0001-9253-3864;  
**I. M. Shapovalova**, agronomist, ORCID ID: 0000-0002-1281-5317  
Agricultural Research Center "Donskoy",  
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The purpose of current work was to conduct an economic and biological estimation of the main morphobiological traits and properties of the ultra-early-ripening winter barley variety 'Foks 1' in comparison with the standard variety. In connection with the increasing climate aridity in recent years, the relevance of the production uses of early-ripening varieties of grain crops, including winter barley, has increased. For several decades the Federal State Budgetary Scientific Institution "Agricultural Research Center "Donskoy" has been working in this direction, which resulted in the development of the new ultra early-ripening winter barley variety 'Foks 1'. Since 2019 the variety 'Foks 1' has been included in the State List of Breeding Achievements of the Russian Federation in the North Caucasus region. The variety parentage has the highly winter-resistant, lodging-resistant and large-grain varieties. The variety 'Foks 1' ripens on average 8–10 days earlier than the middle-ripening standard variety 'Timofey'. On average, over the years of study in the Competitive Variety Testing (2017–2019), the trait "1000 grains weight" of the variety was 42.5 g, that of the standard variety was 40.2 g, the trait "grain nature" was 672 and 656 g/l, respectively. The trait "number of grains per head" of the new variety was 51, that of the standard variety was 45. The new variety formed an average yield of 8.1 t/ha, the excess over the standard was 0.5 t/ha. The variety 'Foks 1' was of a high level of winter tolerance and was resistant to lodging, it was also tolerant to damage by the main leaf diseases widespread in the region. The study results at the state variety plots of the Russian Federation and ecological testing in various soil and climatic zones have shown that the new ultra early-ripening winter barley variety 'Foks 1' under increasing climate aridity is undoubtedly of practical interest for cultivation in the North Caucasian region of the Russian Federation.

**Keywords:** winter barley, Foks 1, productivity, the State Variety Testing.

**Введение.** Ячмень является культурой, имеющей широкий спектр хозяйственного использования. Зерно ячменя – это источник сырья промышленной переработки для приготовления различных кормов, производства пива и круп, также используется в медицине, кондитерской, текстильной и кожевенной промышленности (Алабушев и др., 2017). Кроме того, ячмень – культура высокоурожайная, засухоустойчивая, малотребовательная к условиям произрастания, особенно в сравнении с пшеницей (Филенко и др., 2017).

В последнее десятилетие из-за усиления аридности климата потери урожая и, как следствие, снижение валовых сборов фуражных культур значительно возросли. В таких условиях селекция является наиболее доступным и эффективным способом увеличения урожайности и средством устойчивого повышения производства сельхозпродукции (Алабушев, 2012). Основным направлением в последние годы является селекция на повышение уровня адаптивности. В условиях усиления проявлений засушливости климата особое значение для зерновых колосовых культур приобретает такой признак, как длительность вегетационного периода (Филиппов и др., 2014).

Озимый ячмень – это одна из самых раннеспелых зерновых культур, выращиваемых в условиях Южного федерального округа, что в определенной мере позволяет ему избежать негативного воздействия засух и суховеев. Скороспелость, возможность раностороннего использования, высокие урожайные и кормовые достоинства озимого ячменя – главные аргументы динамичного расширения площадей его возделывания в Ростовской области (Алабушев и др., 2018).

Важность создания и внедрения раннеспелых сортов озимого ячменя особенно актуальна в годы максимального проявления засушливости климата (2007, 2018 гг.), когда продуктивные осадки в период активной весенне-летней вегетации практически отсутствовали.

До 2019 г. в Государственном реестре селекционных достижений РФ раннеспелые сорта местной селекции (ФГБНУ «АНЦ «Донской») фактически отсутствовали. Эта группа была представлена в Северо-Кавказском регионе сортами: Ковчег (2014) – оригинатор «Мироновский институт пшеницы им. В. Н. Ремесло (Украина); Огоньковский (2014) – институт сельского хозяйства Крыма (РФ); Романс (2009) и Спринтер (2012) – Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко.

С 2019 г. в Госреестр селекционных достижений РФ по Северо-Кавказскому региону (6) внесен новый ультраранний сорт озимого ячменя Фокс 1, оригинатором и патентообладателем которого является Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Аграрный Научный центр «Донской» (ФГБНУ «АНЦ «Донской»).

Цель исследований – провести хозяйственно-биологическую оценку основных морфобиологических признаков и свойств ультрараннего сорта озимого ячменя Фокс 1 в сравнении со стандартом.

Объектом исследований является сорт Фокс 1. Исследуемый сорт проходит сравнение со стандартным сортом Тимофей (включен в Госреестр РФ по 6-му региону и в Грузии).

**Материалы и методы исследований.** Основным методом создания нового исходного материала в нашем учреждении является ступенчатая гибридизация отдаленных в эколого-географическом отношении сортов и форм ячменя и дальнейшее испытание их по основным хозяйственно-биологическим признакам в различных почвенно-климатических нишах.

Экспериментальная часть исследований выполнена в специальном севообороте отдела селекции и семеноводства озимого и ярового ячменя ФГБНУ «АНЦ «Донской» (г. Зерноград, Ростовская обл., РФ).

Тип почвы – обыкновенный чернозем (предкавказский карбонатный). По механическому составу глинистая и легкоголистая. Сумма поглощенных оснований в слое 0–20 см – 49,4 м/экв. Реакция почвенного раствора слабощелочная (pH = 7,0–7,5). Структура почвы зернисто-комковатая (Агафонов, 1992).

Учеты, наблюдение и оценки проводились согласно существующим методикам государственного сортоиспытания с.-х. культур (2019).

Посев проводили сеялкой Wintersteiger Plotseed. Площадь делянки – 10 м<sup>2</sup>. Норма высева – 500 всхожих семян на м<sup>2</sup>. Посев в шести повторениях.

Через каждые 10 номеров в питомнике высеивали стандарт, в качестве которого использовали сорт Тимофей.

Фенологические наблюдения, оценку устойчивости сортов к полеганию и болезням, учет урожая и структурный анализ растения проводили в соответствии с системой оценки основных хозяйственно ценных признаков в баллах согласно Международному классификатору СЭВ рода *Hordeum* L. (1985).

Оценку поражения растений мучнистой росой, сетчатым гелиминтоспориозом, карликовой ржавчиной, пыльной и каменной головней проводили в естественных условиях и на фоне искусственного заражения.

Уборку проводили при достижении полной спелости зерна (14%) комбайном Wintersteiger. Математическая обработка проводилась по методике Б. А. Доспехова (2014) с применением программ Microsoft Word, Excel, Statistica.

**Результаты и их обсуждение.** С 2019 г. в Госреестр охраняемых селекционных достижений РФ, допущенных к использованию в Северо-Кавказском (6) регионе РФ, внесен сорт озимого ячменя Фокс 1.

Сорт создан методом внутривидовой ступенчатой гибридизации с последующим целенаправленным индивидуальным отбо-

ром (в F2) из гибридной комбинации Мастер (ФГБНУ «АНЦ «Донской») x Тигр (ФГБНУ «АНЦ «Донской»).

В родословной сорта Фокс 1 отмечены сорта отечественной и зарубежной селекции (рис. 1).



**Рис. 1.** Генеалогия сорта Фокс 1  
**Fig. 1.** Genealogy of the variety 'Foks 1

Это высокозимостойкие сорта Худзон (США), Тайна (Одесса, Украина), Радикал (Краснодар, РФ), Ростовский 12, Параллелум 622, Паллидум 763 (Зерноград, РФ); высокоурожайные и устойчивые к полеганию Циклон (Краснодар, РФ), Ростовский 55 (Зерноград, РФ); крупнозерновые Оксамит (Одесса, Украина), Ростовский 908 (Зерноград, РФ).

Авторы сорта: Е. Г. Филиппов, А. А. Донцова, Д. П. Донцов, Е. А. Терновская, Н. И. Сарычева, Э. С. Дорошенко, Н. Г. Янковский (ФГБНУ «АНЦ «Донской»); Е. К. Потокина (ВИР, Санкт-Петербург).

Назначение сорта – использование на фураж.

Год скрещивания – 2007, год выделения элитного растения – 2009, годы малого станционного испытания – 2010–2012, годы конкурсного испытания – 2013–2015.

От материнской формы Тигр отличается высокой зимостойкостью, урожайностью, более высокой устойчивостью к полеганию и болезням.

От отцовской формы Мастер отличается разновидностью, длиной вегетационного периода, устойчивостью к полеганию, листовым болезням и высокой урожайностью.

#### **Апробационные признаки.**

Тип развития – озимый. Разновидность – parallelum.

Тип куста – прямостоячий. Опушение листовых влагалищ нижних листьев отсутствует.

Флаговый лист:

– антоциановая окраска ушек имеется – очень слабая;

– встречаемость растений с наклоненным флаговым листом низкая;

– восковой налет на влагалище слабый.

Ости во время колошения:

– антоциановая окраска кончиков имеется – слабая.

Колос:

– восковой налет очень слабый;

– положение полупрямостоячее;

– количество рядов – 6;

– цилиндрической формы;

– плотный, короткий.

Ости длиннее колоса, зазубренные.

Стержень колоса:

– длина первого сегмента – короткий;

– изгиб первого сегмента отсутствует.

Зерновка:

– тип опушение основной щетинки – длинное;

– пленчатость имеется;

– антоциановая окраска нервов наружной цветковой чешуи отсутствует или очень слабая;

– зазубренность внутренних боковых нервов наружной цветковой чешуи сильная;

– опушение брюшной бороздки отсутствует;

– расположение лодикул – фронтальное;

– окраска алейронового слоя – белая

(Самофалова и др., 2019).

В среднем за годы изучения в конкурсном сортоиспытании (2017–2019) масса 1000 зерен сорта Фокс 1 составила 42,5 г, у стандартного сорта Тимофей – 40,2 г; натура зерна – 672 и 656 г/л соответственно. Число зерен в колосе у нового сорта – 51 шт., у стандарта – 45 шт. Ультраранний (вегетационный период – 250–256 дней), созревает в среднем на 8–10 дней раньше стандарта (табл. 1).

### 1. Характеристика нового сорта Фокс 1 в сравнении со стандартным сортом Тимофей (2017–2019 гг.)

#### 1. Characteristics of the new variety 'Foks 1' in comparison with the standard variety 'Timofey' (2017–2019)

| Сорт              | Зимостойкость, балл | Устойчивость к полеганию, балл | Кол-во зерен в колосе, шт. | Урожайность, т/га | Масса 1000 зерен, г | Натура зерна, г/л | Содержание белка в зерне, % |
|-------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-----------------------------|
| Тимофей, ст.      | 9                   | 9                              | 45                         | 7,6               | 40,2                | 656               | 12,3                        |
| Фокс 1            | 9                   | 9                              | 51                         | 8,1               | 42,5                | 672               | 13,1                        |
| НСР <sub>05</sub> | —                   | —                              | —                          | 0,2               | —                   | —                 | —                           |

За годы изучения в конкурсном испытании он сформировал урожай в среднем 8,1 т/га, превышение над стандартом составляет 0,5 т/га. Устойчивость к полеганию высокая. По содержанию белка в зерне Фокс 1 превышает стандарт (13,1 и 12,3% соответственно).

Обладает высокой биологической и полевой зимостойкостью. По устойчивости к головным заболеваниям и листовым болезням сорт Фокс 1 более устойчив в сравнении со стандартом (табл. 2).

### 2. Поражение основными болезнями сорта Фокс 1 в сравнении со стандартом и восприимчивым сортом (2017–2019 гг.)

#### 2. Incidence of disease of the variety 'Foks 1' in comparison with the standard and the susceptible variety (2017–2019)

| Болезни              | Фокс 1 |      |      | Стандарт Тимофей |      |      | Восприимчивый тест-сорт Тигр |       |       |
|----------------------|--------|------|------|------------------|------|------|------------------------------|-------|-------|
|                      | Годы   |      |      |                  |      |      |                              |       |       |
|                      | 2017   | 2018 | 2019 | 2017             | 2018 | 2019 | 2017                         | 2018  | 2019  |
| Карликовая ржавчина  | 0      | 0    | 0    | 0                | 0    | 0    | 0                            | 0     | 0,1–1 |
| Пыльная головня      | 0,01   | 0,02 | 0,01 | 0,01             | 0,01 | 0,01 | 5                            | 5-10  | 10    |
| Мучнистая роса       | 2,5    | 1    | 01   | 2,5–3            | 1    | 01   | 2,5–3                        | 2–2,5 | 1     |
| Сетчатая пятнистость | 2.0    | 1.5  | 2.0  | 2.5–3            | 1.5  | 2.0  | 3–3.5                        | 3     | 3     |

Затраты на производство семян в ФГБНУ «АНЦ «Донской» составили 25,7 тыс. руб. на 1 га. Условно чистый доход с 1 га – 64 700. Рентабельность возделывания нового сорта составила 180%.

В 2017 г. сорт Фокс 1 сформировал достоверные прибавки к стандартам Тимофей,

Буряк на сортоучастках Ростовской области и Республики Крым. На сортоучастках Краснодарского и Ставропольского краев ультрананний сорт озимого ячменя Фокс 1 сформировал урожайность на уровне со среднеспелыми стандартами (табл. 3).

### 3. Результаты государственного испытания сорта озимого ячменя Фокс 1 в сравнении со стандартом (2017 г.)

#### 3. Results of the State Variety Testing of the winter barley variety 'Foks 1' in comparison with the standard variety (2017)

| Название сорта                         | Урожайность, ц/га |
|----------------------------------------|-------------------|
| Республика Крым, Красноперекоский ГСУ  |                   |
| Буряк, ст.                             | 56,4              |
| Фокс 1                                 | 60,6              |
| НСР <sub>05</sub>                      | 0,6               |
| Республика Крым, Красногвардейский ГСУ |                   |
| Буряк, ст.                             | 72,0              |
| Фокс 1                                 | 71,3              |
| НСР <sub>05</sub>                      | 1,0               |
| Ростовская обл., Целинский ГСУ         |                   |
| Тимофей, ст.                           | 62,8              |
| Фокс 1                                 | 65,1              |
| НСР <sub>05</sub>                      | 2,3               |
| Ставропольский край, Арзгирский ГСУ    |                   |
| Хуторок, ст.                           | 64,1              |
| Фокс 1                                 | 65,3              |
| НСР <sub>05</sub>                      | 1,8               |
| Краснодарский край, Ейский ГСУ         |                   |
| Михайло, ст.                           | 68,0              |
| Фокс 1                                 | 68,6              |
| НСР <sub>05</sub>                      | 2,1               |
| Краснодарский край, Кущевский ГСУ      |                   |
| Стратег, ст.                           | 71,7              |
| Фокс 1                                 | 67,0              |
| НСР <sub>05</sub>                      | 5,9               |

В СПК «50 лет Октября» в 2017 г. Фокс 1 сформировал урожайность 68,8 ц/га (стандарт Тимофей – 67,2 ц/га).

В 2018 г. прибавки к стандарту по новому сорту Фокс 1 получены на сортоучастках Ростовской области, Ставропольского и Краснодарского краев (табл. 4).

**4. Результаты государственного испытания сорта озимого ячменя Фокс 1 в сравнении со стандартом (2018 г.)**  
**4. Results of the State Variety Testing of the winter barley variety 'Foks 1' in comparison with the standard variety (2018)**

| Название сорта                             | Урожайность, ц/га |
|--------------------------------------------|-------------------|
| Краснодарский край, Ейский ГСУ             |                   |
| Гордей, ст.                                | 49,6              |
| Фокс 1                                     | 54,3              |
| НСР <sub>05</sub>                          | 1,5               |
| Ростовская обл., Азовский ГСУ              |                   |
| Тимофей, ст.                               | 50,9              |
| Фокс 1                                     | 57,4              |
| НСР <sub>05</sub>                          | 1,1               |
| Ростовская обл., Ростовский ГСУ            |                   |
| Тимофей, ст.                               | 52,3              |
| Фокс 1                                     | 62,7              |
| НСР <sub>05</sub>                          | 1,5               |
| Ростовская обл., Целинский ГСУ             |                   |
| Тимофей, ст.                               | 59,3              |
| Фокс 1                                     | 72,0              |
| НСР <sub>05</sub>                          | 1,8               |
| Ставропольский край, Александровский ГСУ   |                   |
| Хуторок, ст.                               | 59,5              |
| Фокс 1                                     | 63,3              |
| НСР <sub>05</sub>                          | 3,1               |
| Ставропольский край, Арзгирский ГСУ        |                   |
| Хуторок, ст.                               | 53,9              |
| Фокс 1                                     | 60,0              |
| НСР <sub>05</sub>                          | 1,8               |
| Ставропольский край, Благодарненский ГСУ   |                   |
| Хуторок, ст.                               | 49,4              |
| Фокс 1                                     | 52,0              |
| НСР <sub>05</sub>                          | 3,6               |
| Ставропольский край, Ипатовский ГСУ        |                   |
| Хуторок, ст.                               | 37,7              |
| Фокс 1                                     | 38,9              |
| НСР <sub>05</sub>                          | 1,3               |
| Ставропольский край, Кочубеевский ГСУ      |                   |
| Хуторок, ст.                               | 74,3              |
| Фокс 1                                     | 74,0              |
| НСР <sub>05</sub>                          | 3,8               |
| Ставропольский край, Красногвардейский ГСУ |                   |
| Хуторок, ст.                               | 81,9              |
| Фокс 1                                     | 79,5              |
| НСР <sub>05</sub>                          | 2,4               |

В ООО «АГРО» Песчанокопского района в 2018 г. сорт Фокс 1 сформировал прибавку к стандарту Тимофей 0,8 т/га. В экологическом испытании на базе ФГБНУ Калмыцкий НИИСХ им. М. Б. Нармаева урожайность Фокс 1 составила 37,6 ц/га (стандарт Платон – 32,4 ц/га).

В 2019 г. лучшие результаты урожайности по новому сорту получены на Целинском ГСУ Ростовской области – 73,3 ц/га.

В экологическом испытании в ФГБНУ НИИСХ Крыма в 2019 г. Фокс 1 сформировал

максимальную среди изучаемых сортов урожайность – 84,8 ц/га (стандарт Достойный – 78,8 ц/га, НСР<sub>05</sub> – 4,34 ц/га).

Новый сорт озимого ячменя Фокс 1 в условиях усиления засушливости климата несомненно представляет практический интерес для выращивания в Северо-Кавказском и других регионах РФ.

**Выводы.** Создан и внесен в Госреестр селекционных достижений РФ с 2019 г. новый ультрананний сорт озимого ячменя Фокс 1 с по-

тенциалом урожайности в производственных условиях до 9 т/га. Уровень засухоустойчивости и зимостойкости – высокий. Среднерослый, устойчивый к полеганию. Имеет полевою устойчивостью к листовым болезням.

#### Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Яценко В. А., Попов А. С., Герасименко Г. П., Донцова А. А. Урожайность и качество зерна сортов ячменя ярового в восточной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2017. № 3(51). С. 3–7.
2. Алабушев А. В., Попов А. С., Лысенко А. А., Яценко В. А. Урожайность и качество сортов озимого ячменя в восточной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4(58). С. 21–24.
3. Алабушев А. В. Состояние и пути эффективной отрасли растениеводства (избранные труды). Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2012. 234 с.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 2014. 336 с.
5. Международный классификатор СЭВ. Л.: ВИР, 1983. 52 с.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. М.: ООО «Группа Компаний Море», 2019. 384 с.
7. Самофалова Н. Е., Скрипка О. В., Марченко Д. М., Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Краснова Е. В., Кривошеев Г. Я., Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В., Игнатьев С. А. Характеристика сортов и гибридов ФГБНУ «АНЦ «Донской»: каталог. Воронеж: ООО «Издательство Черноземье», 2019. 134 с.
8. Филенко Г. А., Фирсова Т. И., Сковорода Ю. Г., Филиппов Е. Г. Динамика посевных площадей и урожайности ярового ячменя в РФ // Зерновое хозяйство России. 2017. № 5(53). С. 20–25.
9. Филиппов Е. Г., Алабушев А. В. Селекция ярового ячменя. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2014. 208 с.
10. Филиппов Е. Г., Донцова А. А. Селекция озимого ячменя. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2014. 208 с.

#### Reference

1. Alabushev A. V., Yacenko V. A., Popov A. S., Gerasimenko G. P., Doncova A. A. Urozhajnost' i kachestvo zerna sortov yachmenya yarovogo v vostochnoj zone Rostovskoj oblasti [Productivity and grain quality of spring barley varieties in the eastern zone of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 3(51). S. 3–7.
2. Alabushev A. V., Popov A. S., Lysenko A. A., Yacenko V. A. Urozhajnost' i kachestvo sortov ozimogo yachmenya v vostochnoj zone Rostovskoj oblasti [Productivity and quality of winter barley varieties in the eastern zone of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). S. 21–24.
3. Alabushev A. V. Sostoyanie i puti effektivnoj otrasli rastenievodstva (izbrannye trudy) [The state and ways of an effective crop production industry (selected works)]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2012. 234 s.
4. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Kolos, 2014. 336 s.
5. Mezhdunarodnyj klassifikator SEV [International classifier of COMECON]. L.: VIR, 1983. 52 s.
6. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Methodology of the State Variety Testing of agricultural crops]. Vyp. 1. M.: ООО "Группа Компаний Море", 2019. 384 s.
7. Samofalova N. E., Skripka O. V., Marchenko D. M., Filippov E. G., Doncova A. A., Krasnova E. V., Krivosheev G. Ya., Kovtunova N. A., Kovtunov V. V., Ignat'ev S. A. Harakteristika sortov i gibridov FGBNU "ANC "Donskoj" [Characteristics of varieties and hybrids of the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"]: katalog. Voronezh: ООО "Izdat-Chernozem'e", 2019. 134 s.
8. Filenko G. A., Firsova T. I., Skvorcova Yu. G., Filippov E. G. Dinamika posevnykh ploshchadej i urozhajnosti yarovogo yachmenya v RF [Dynamics of sown areas and productivity of spring barley in the Russian Federation] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 5(53). S. 20–25.
9. Filippov E. G., Alabushev A. V. Selekcija yarovogo yachmenya [Spring barley breeding]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2014. 208 s.
10. Filippov E. G., Doncova A. A. Selekcija ozimogo yachmenya [Winter barley breeding]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2014. 208 s.

Поступила: 31.01.20; принята к публикации: 05.03.20.

**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.** Филиппов Е. Г. – концептуализация и проектирование исследования, анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи; Донцова А. А. – анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи; Донцов Д. П., Шаповалова И. М. – выполнение полевых опытов и сбор данных.

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

## ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 633.161:631.52:470.61

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-84-94

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ МИРОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ ГОЛОЗЕРНОГО ЯЧМЕНЯ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ КАЧЕСТВА ЗЕРНА В УСЛОВИЯХ ЮГА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**Э. С. Дорошенко**, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства ярового ячменя, ORCID ID: 0000-0002-0787-9754;  
**Е. Г. Филиппов**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент специальности, зав. отделом селекции и семеноводства ячменя, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;  
**А. А. Донцова**, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией селекции и семеноводства озимого ячменя, ORCID ID: 0000-0002-6570-4303;  
**Д. П. Донцов**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства ячменя, ORCID: 0000-0001-9253-3864  
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,  
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

В статье представлены результаты изучения коллекционных сортообразцов голозерного ярового ячменя по качественным показателям зерна (белок, крахмал, лизин и  $\beta$ -глюкан). В качестве исходного материала для изучения в условиях Юга Ростовской области использованы более 100 сортов и линий голозерного ячменя, полученных из ФГБНУ «ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова». Исследования проводились в севообороте отдела селекции и семеноводства ячменя ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» в 2016–2018 гг. Цель исследований заключалась в изучении качественных показателей зерна сортов голозерного ячменя. Закладка опыта осуществлялась согласно методике государственного сортоиспытания. Учетная площадь делянки – 10 м<sup>2</sup>, норма высева – 450 всхожих зерен на 1 м<sup>2</sup>, стандартный сорт Ратник высевался через 20 номеров, повторность – однократная. Посев проводился сеялкой *Wintershteiger Plotseed S*, уборка – комбайном *Wintershteiger-Classik*. Качественные показатели определяли согласно общепринятым ГОСТам. В ходе изучения в контрастных погодных условиях были выделены образцы с повышенными показателями белка, лизина, крахмала и  $\beta$ -глюкана. В 2016 г. сорт Голозерный (РФ) характеризовался высоким содержанием лизина и  $\beta$ -глюкана. В 2018 г. образцы K-3800 (Украина) и Nigohodaka (Япония) сочетали в себе высокое содержание нескольких показателей. За три года изучения по содержанию белка в зерне выделялся образец Nigohadaka (Япония), который показывал стабильно высокие значения данного признака; по содержанию крахмала – CDC Dawn (Канада). За годы изучения можно проследить тенденцию преимущества голозерных образцов по качественным показателям над пленчатым стандартом. Из этого можно сделать вывод, что голозерный ячмень можно использовать в скрещиваниях для повышения качества.

**Ключевые слова:** голозерный ячмень,  $\beta$ -глюкан, белок, эндосперм, лизин, сорт, крахмал.

**Для цитирования:** Дорошенко Э. С., Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Донцов Д. П. Результаты изучения мировой коллекции голозерного ячменя по показателям качества зерна в условиях юга Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2020. № 6 (72). С. 84–94. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-84-94.



### THE STUDY RESULTS OF THE WORLD COLLECTION OF HULL-LESS BARLEY ACCORDING TO GRAIN QUALITY IN THE SOUTH OF THE ROSTOV REGION

**E. S. Doroshenko**, junior researcher of the laboratory for spring barley breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-0787-9754;  
**E. G. Filippov**, Candidate of Agricultural Sciences, docent, head of the department of barley production, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;  
**A. A. Dontsova**, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory for winter barley breeding and seed production, dontsova601@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6570-4303;  
**D. P. Dontsov**, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the department of barley production, ORCID ID: 0000-0001-9253-3864  
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 the collection varieties of hull-less spring barley according to grain quality indices (protein, starch, lysine and  $\beta$ -glucan). The initial material for the varieties' study in the conditions of the south of the Rostov region were than 100 varieties and lines of hull-less barley developed in the Federal State Budgetary Scientific Institution "FRC All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N. I. Vavilov". The study was carried out in the crop rotation of the department of barley breeding and seed production of the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" in 2016-2018. The purpose of the study was to scrutinize quality indices of the hull-less barley varieties. The trials were carried out according to the Methodology of the State Variety Testing. The accounting area of the plot was 10 m<sup>2</sup>, the seeding rate was 450 germinating grains per 1 m<sup>2</sup>, the standard variety 'Ratnik' was sown in 20 numbers with single sequence. The sowing was carried out with the seeder Wintershteiger Plo-

tseed S; the harvesting was conducted with the combine Wintershtеiger-Classik. The qualitative indices were determined according to generally accepted GOST standards. During the study under contrasting weather conditions, there have been identified the samples with increased indices of protein, lysine, starch and  $\beta$ -glucan. In 2016 the variety 'Golozerny' (RF) was characterized by a high content of lysine and  $\beta$ -glucan. In 2018 the samples 'K-3800' (Ukraine) and 'Nigohodaka' (Japan) combined a high content of several indices. Throughout three years of study, according to seed protein percentage, there has been identified the sample 'Nigohadaka' (Japan), which showed consistently high values of this trait. According to starch content there has been identified the sample 'CDC Dawn' (Canada). During the years of study, it was possible to trace that there were the advantages of hull-less samples according to quality indices over the unhulled standard variety. There could be made the conclusion that hull-less barley can be used in hybridization to improve quality.

**Keywords:** hull-less barley,  $\beta$ -glucan, protein, endosperm, lysine, variety, starch.

**Введение.** Ячмень – культура высокоурожайная, засухоустойчивая, малотребовательная к условиям произрастания, особенно в сравнении с пшеницей. Высокий уровень адаптивности культуры к различным условиям ее возделывания определяет широкий ареал внедрения по всем континентам мира. Такой ареал эта культура получила благодаря относительно высокой и стабильной урожайности и отзывчивости на удобрения (Филенко и др., 2017).

Ячмень – самая скороспелая и поэтому самая северная культура. Ячмень – важная продовольственная, кормовая и техническая культура. Ячменная крупа, мука и солод имеют важное продовольственное значение. Ячмень был важной зерновой культурой еще в древнем Египте, Месопотамии и Греции (Жуковский, 1964).

В XXI в. в связи с увеличением уровня жизни резко возрос интерес к здоровому питанию (Кирдогло и др., 2013).

Южный федеральный округ – один из ключевых зернопроизводящих регионов РФ. Наибольшие площади посева зернофуражных культур здесь отводятся под яровой ячмень, доля производства которого составляет 12–15% от общероссийского (Донцова и др., 2016).

Ячменное зерно имеет пониженное содержание жира, сложные углеводы (в основном крахмал) для восполнения энергии, хорошо сбалансированный белок. Оно способно удовлетворять потребность человека в аминокислотах, минералах, витаминах и других антиоксидантах, в первую очередь полифенолах, а также растворимой и нерастворимой клетчатке, приносящих общую пользу для здоровья (Грязнов и др., 2010).

Главным растворимым компонентом пищевых волокон зерновых культур являются (1,3;1,4)- $\beta$ -D-глюканы. Это обобщенный термин, который служит для обозначения высокомолекулярных полимеров глюкозы, связанной  $\beta$ (1-3) и  $\beta$ (1-4) гликозидными связями.

Полисахариды  $\beta$ -глюканы распространены исключительно в растениях семейства Мятликовые и найдены в составе клеточных стенок ячменя, овса, пшеницы, кукурузы, ржи, сорго, риса (Fincher et al., 1986). Полисахариды  $\beta$ -глюканы формируют внутренний слой стенок эндосперма ячменя (Bamforth et al., 2001). У семян злаков стенки клеток алейронового слоя и эндосперма состоят главным образом

из (1,3;1,4)- $\beta$ -D-глюканов и арабиноксиланов.

По содержанию  $\beta$ -глюканов овес и ячмень являются рекордсменами среди зерновых злаков (Fastnaught et al., 2001). Величина этого показателя в целом зерне у ячменя составляет 4,2% в расчете на сухую биомассу, у пшеницы, овса, ржи – 0,6; 3,9; 2,5% соответственно (Henry, 1987).

Удаление внешних слоев, включая пленку, с зерновок злаков понижает содержание нерастворимых пищевых волокон, белка, золы и свободных липидов, но увеличивает концентрацию крахмала и бета-глюканов (Fincher, 1975). В целом голозерный ячмень является лидером среди зерновых культур по содержанию бета-глюканов.

Цель исследований заключалась в изучении качественных показателей сортов голозерного ячменя в условиях юга Ростовской области.

#### **Материалы и методы исследований.**

В качестве исходного материала для изучения использованы образцы голозерного ярового ячменя (более 100 образцов), полученные из ФГБНУ «ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова».

Закладка опыта осуществлялась согласно методике государственного сортоиспытания. Учетная площадь делянки – 10 м<sup>2</sup>, норма высева – 450 всхожих зерен на 1 м<sup>2</sup>, стандартный сорт Ратник высевался через 20 номеров, повторность – однократная. Посев проводился сеялкой Wintershtеiger Plotseed S, уборка – комбайном Wintershtеiger-Classik.

Содержание белка в зерне голозерного ячменя определяли по Кьельдалю (ГОСТ 10846-91). Определение крахмала – поляриметрическим методом по Эверсу (ИСО 1052:1997). Содержание лизина определяли по ГОСТ 33428-2015.

Содержания  $\beta$ -глюканов проводилось в соответствии с процедурами, разработанными для наборов образцов "Mixed-linkage. Beta-glucan" K-BGLU 07/11 ([www.megazyme.com](http://www.megazyme.com)).

Математическую обработку данных проводили на компьютере с помощью специальных программ (Microsoft Office Excel, Статистика 10).

Погодные условия 2016 г. характеризовались обилием осадков в период март – июнь (259,0 мм, или 128,0% к норме), повышенными среднесуточными температурами в марте (5,6 °C) и апреле (13,3 °C). Наиболее обильные осадки отмечены в марте – 64,6 мм (174,6% к норме) и в мае – 158,6 (309,2% к норме). В мае

температурный режим был на уровне среднемноголетних значений, осадков выпало 156,8 мм (305,7%). В июне температура воздуха была выше средних многолетних данных на 1,8 °С. За месяц выпало 23,8 мм осадков (33,4% от средней многолетней).

2017 г. отличался повышенным температурным режимом в марте (6 °С) и интенсивными осадками в апреле и мае. Пониженный температурный режим в апреле и начале мая оказал неблагоприятное влияние на рост и развитие растений голозерного ячменя. В летний период температурный режим был повышенный: в июне – 20,8 °С, в июле – 24,4 °С (+1,3 °С к норме). За летний сезон выпало 176,3 мм (на уровне средней многолетней нормы), в том числе в июне – 88,6 мм, июле – 42,2 мм.

В марте 2018 г. осадков выпало 43,8 мм, что больше среднемноголетних данных на 6,8 мм. Однако уже в апреле количество осадков резко сократилось как по сравнению со среднемноголетними данными, так по сравнению с влажным 2017 г. (апрель 2018 г. – 9 мм, апрель 2017 г. – 57,3 мм, среднемноголетняя – 42,7 мм). В мае, июне и июле данная тенденция сохранилась. В июне наблюдались су-

ховейные явления, в связи с чем влажность воздуха опускалась до 38% (на 23% ниже среднемноголетней).

В целом сложившиеся климатические условия позволили достаточно полно оценить коллекционный материал по основным хозяйственно ценным признакам и свойствам. Анализ образцов по качественным показателям показал, что наиболее благоприятным по влагообеспеченности и температурному режиму для ярового голозерного ячменя был 2016 г.

**Результаты и их обсуждение.** Голозерный ячмень – ценный источник для селекции на качество зерна. За счет снижения содержания клетчатки кормовая ценность голозерных форм выше по сравнению с пленчатыми. Изучение голозерных форм мировой коллекции ВИР показало, что они менее продуктивны, чем пленчатые, и обладают слабой адаптивностью (Дорошенко и др., 2019).

В 2016 г. содержание белка в зерне у изучаемых образцов мировой коллекции голозерного ячменя варьировало от 11,5 до 16,5%. Значения наибольшего числа образцов находились в интервале от 12,5 до 14,0% (рис. 1).

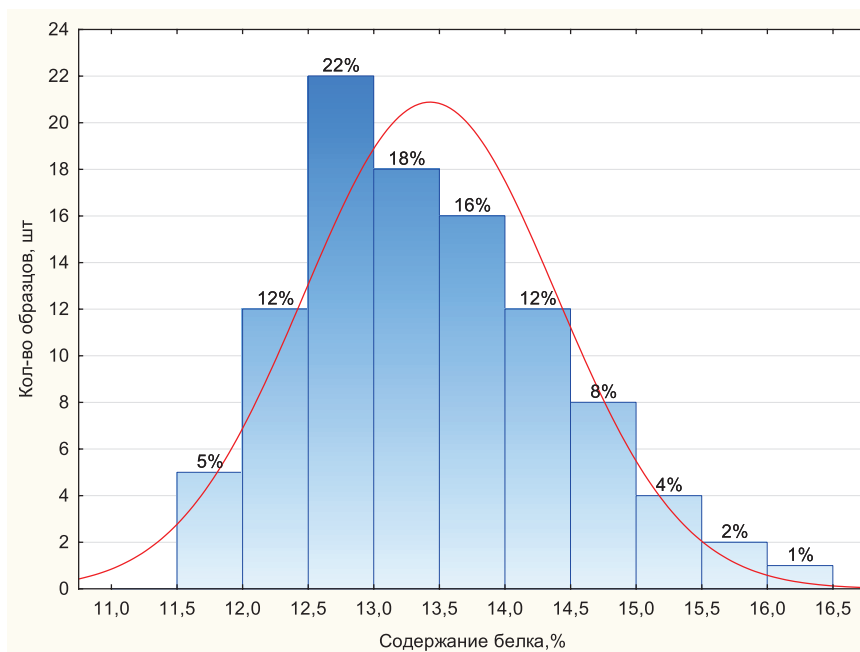


Рис. 1. Содержание белка в зерне голозерного ячменя (2016 г.)

Fig. 1. Protein percentage in hull-less barley seeds (2016)

Содержание белка у стандартного пленчатого сорта Ратник составило 13,4%. Превзошли стандарт по данному показателю 43% исследуемых голозерных сортообразцов, в связи с чем можно сделать вывод о более высоком содержании белка в зерне голозерного ячменя.

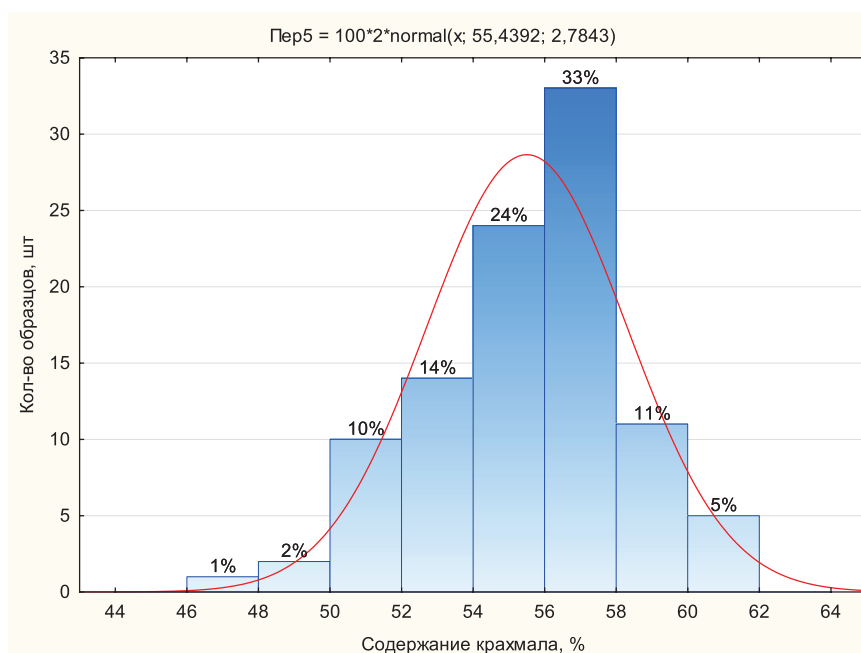
Наибольший показатель белка отмечен у образцов Kitaki-nadaka (Япония) – 16,1%; Nigohadaka (Япония) – 16,0%; K-3115 (Таджикистан) – 15,4%; K-21811 (Дагестан) – 15,0%; K-6497 (Афганистан) – 15,8%; K-11082 (РФ) – 15,1%.

Содержание крахмала у образцов голозерного ячменя варьировало от 46 до 62% (рис. 2).

Содержание крахмала у стандартного сорта составило 53,62%. Более высокое содержание крахмала по сравнению со стандартом имели 73% сортообразцов коллекции голозерного ячменя, по этому показателю также наблюдалось значительное преимущество сортообразцов голозерного ячменя над пленчатым ячменем.

Высокое содержание крахмала выявлено у образцов Омский голозерный 2 (РФ) –

60,7%; CDC Dawn (Канада) – 60,3%; 1218-524 Bowman (Канада) – 59,5%; Юдинский 1 (РФ) – (Чехия) – 60,0%; 1057-1923 (Чехия) – 59,1%; 60,0%; Омский голозерный 1 (РФ) – 59,6%.



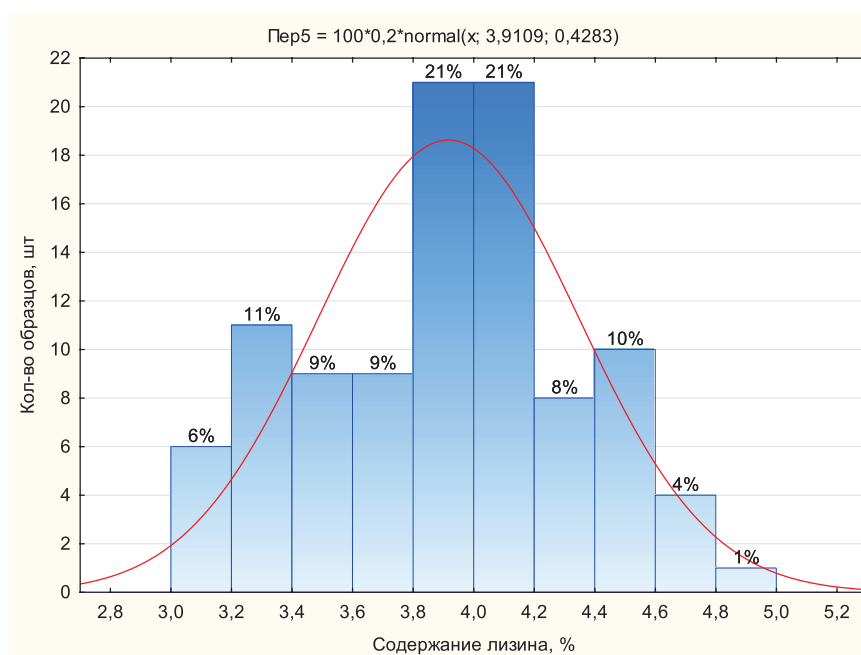
**Рис. 2.** Содержание крахмала в зерне голозерного ячменя (2016 г.)

**Fig. 2.** Content of starch in hull-less barley seeds (2016)

Лизин понижает уровень триглицеридов в сыворотке крови, а лизин в сочетании с пролином и витамином С предупреждает образование липопротеинов, вызывающих закупорку артерий, поэтому весьма эффективен при сердечно-сосудистых патологиях (Bekes

et al., 2016). Синтетический лизин также применяют для обогащения кормов и пищевых продуктов (Oscarsson et al., 1996).

Большая часть изучаемого материала имела высокое содержание лизина (больше 3,8%) (рис. 3).



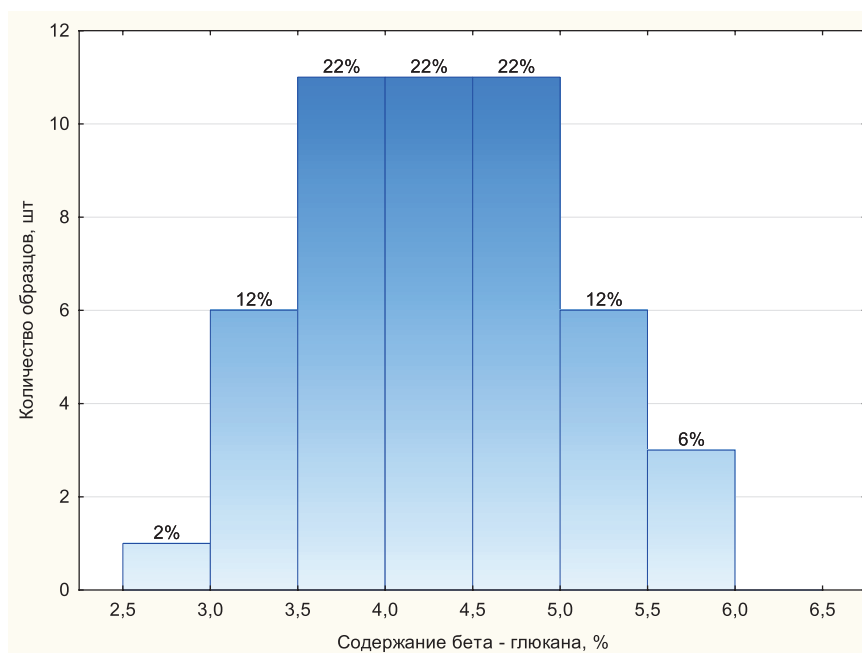
**Рис. 3.** Содержание лизина в зерне голозерного ячменя (2016 г.)

**Fig. 3.** Content of lysine in hull-less barley seeds (2016)

Содержание лизина в зерне стандартного сорта составило 4,4%. Превысили стандарт по содержанию лизина 15% сортообразцов. По этому показателю выделились образцы К-3772 (Дагестан) – 4,7%; К-11182 (Япония) –

4,6%; Голозерный (РФ) – 5,0%; К-3082 (Иран) – 4,6%.

Содержание β-глюкана варьировало от 2,5 до 6,0%, стандартный пленчатый сорт Ратник показал значение данного признака 4,7% (рис. 4).



**Рис. 4.** Содержание  $\beta$ -глюкана в зерне голозерного ячменя (2016 г.)

**Fig. 4.** Content of  $\beta$ -glucan in hull-less barley seeds (2016)

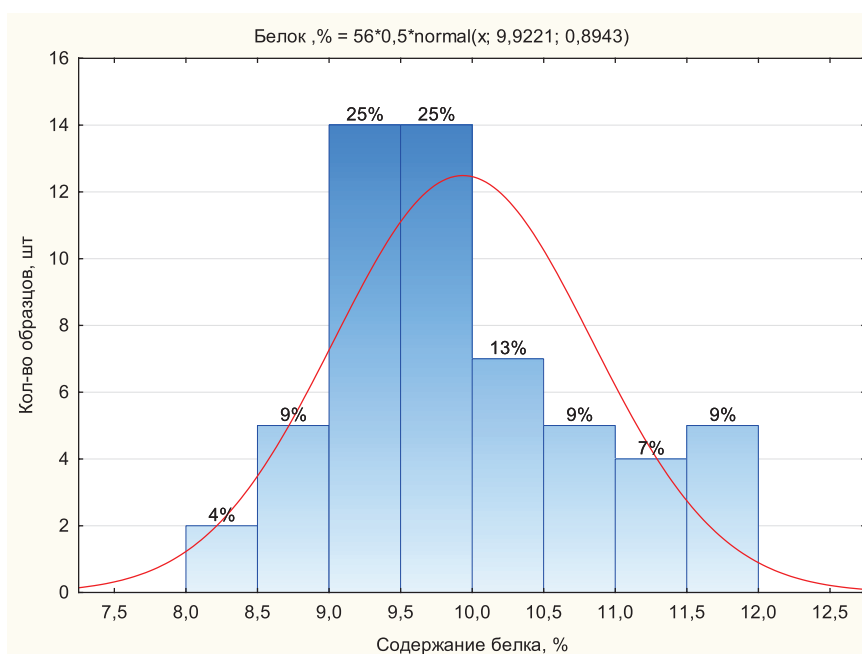
32% голозерных образцов превысили стандарт по данному показателю, среди них выделились: Нудум 265 (Монголия) – 5,6%; Голозерный (РФ) – 5,5%; К-16535 (РФ) – 5,9%; К-16548 (Северная Осетия) – 5,9%; К-16610 (Грузия) – 5,5%.

В 2016 г. можно отметить преимущество сортообразцов голозерного ячменя по показателю «содержание крахмала и белка в зерне» над пленчатым сортом Ратник. А по содержанию лизина и  $\beta$ -глюкана пленчатый стандарт

имел высокое значение данных показателей, но также были выявлены образцы голозерного ячменя, которые имели более высокое значение этих показателей.

В 2017 г. было отмечено снижение содержания белка в зерне голозерного ячменя по сравнению с 2016 г. Содержание белка в зерне у изучаемых образцов мировой коллекции голозерного ячменя варьировало от 8 до 12%.

Значения наибольшего числа образцов находились в интервале от 9 до 10% (рис. 5).



**Рис. 5.** Содержание белка в зерне голозерного ячменя (2017 г.)

**Fig. 5.** Protein percentage in hull-less barley seeds (2017)

Содержание белка у стандартного пленчатого сорта Ратник составило 8,84%. Превысили

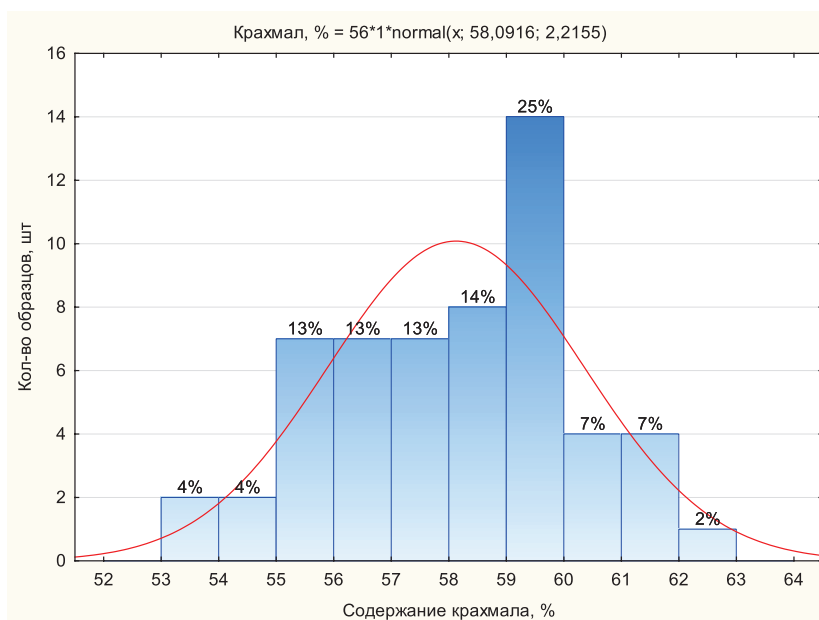
стандартный сорт по данному показателю 88% исследуемых голозерных сортообразцов.

Как и 2016 г., прослеживается тенденция преимущества голозерного ячменя по содержанию белка в зерне.

По данному показателю были выделены сортообразцы с максимальными показателями: К-3772 (Дагестан) – 10,5%; К-3800

(Украина) – 10,7%; К-111 (РФ) – 10,7%; К-16548 (Северная Осетия) – 10,6%; Nigohodaka (Япония) – 10,6%; Дублет (Беларусь) – 10,2%.

Содержание крахмала у образцов голозерного ячменя варьировало от 53 до 63% (рис. 6).



**Рис. 6.** Содержание крахмала в зерне голозерного ячменя (2017 г.)

**Fig. 6.** Content of starch in hull-less barley seeds (2017)

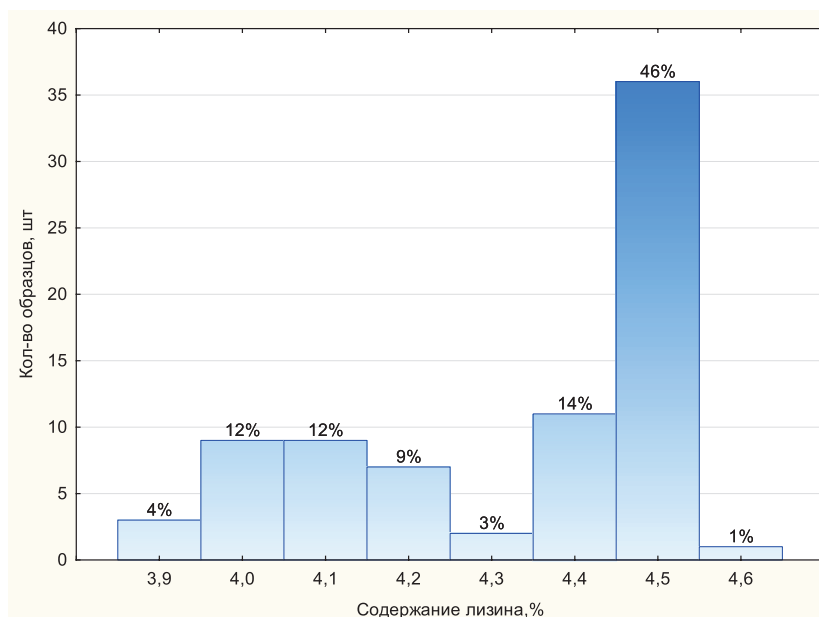
По сравнению с 2016 г. содержание крахмала осталось на том же уровне, но уменьшился размах варьирования данного показателя.

Содержание крахмала в зерне стандартного сорта составило 58,4%. Более высокое содержание крахмала по сравнению со стандартом имели 41% голозерных сортообразцов. Высокое содержание крахмала выявлено у сортообразцов Виск CDC (Канада) – 61,4%;

Orgeniepetite (Франция) – 61,89%; К-26598 (Эфиопия) – 60,0%; 84469/70 (Чехия) – 61,4%; CDC Dawn (Канада) – 61,0%.

Как и в 2016 г., по содержанию крахмала в зерне прослеживается преимущество голозерных форм ячменя.

Содержание лизина в зерне голозерного ячменя варьировало от 3,9 до 4,6% (рис. 7).



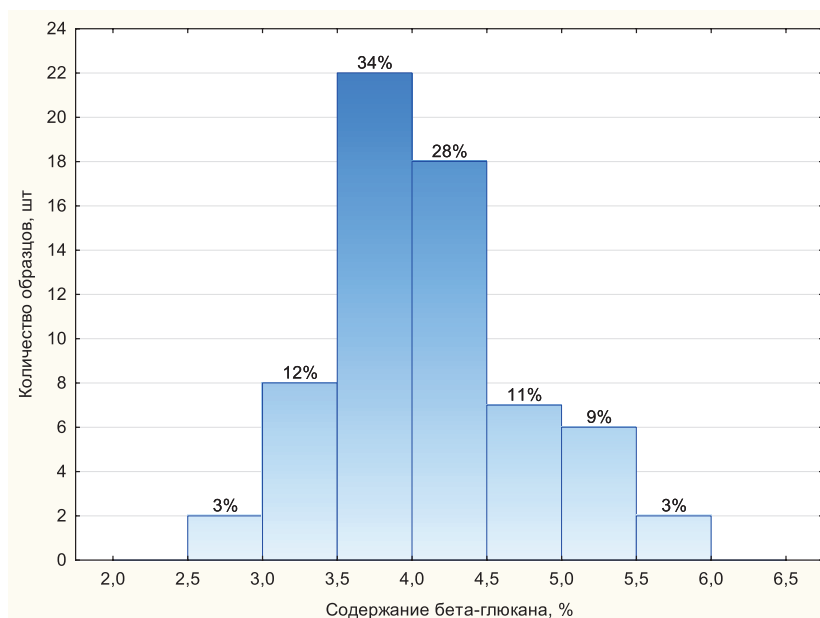
**Рис. 7.** Содержание лизина в зерне голозерного ячменя (2017 г.)

**Fig. 7.** Content of lysine in hull-less barley seeds (2017)

Содержание лизина у стандартного пленчатого сорта составило 4,3%. Более половины (61%) исследуемых сортообразцов превысили стандарт по данному показателю. По этому показателю выделились следующие образцы: Омский голозерный 1 (РФ) – 4,5%; Brunee (Эфиопия) – 4,5%; Komohadaka (Япония) – 4,5%; S-264 (Мексика) – 4,5%; K-26648 (Пакистан) – 4,5%; Юдинский 1 (РФ) – 4,5% и др.

По сравнению с 2016 г. прослеживается более явное преимущество голозерного ячменя по содержанию лизина в зерне.

Содержание  $\beta$ -глюкана варьировало от 2,5 до 6,0%, стандартный пленчатый сорт Ратник показал значение данного показателя 3,87% (рис. 8).

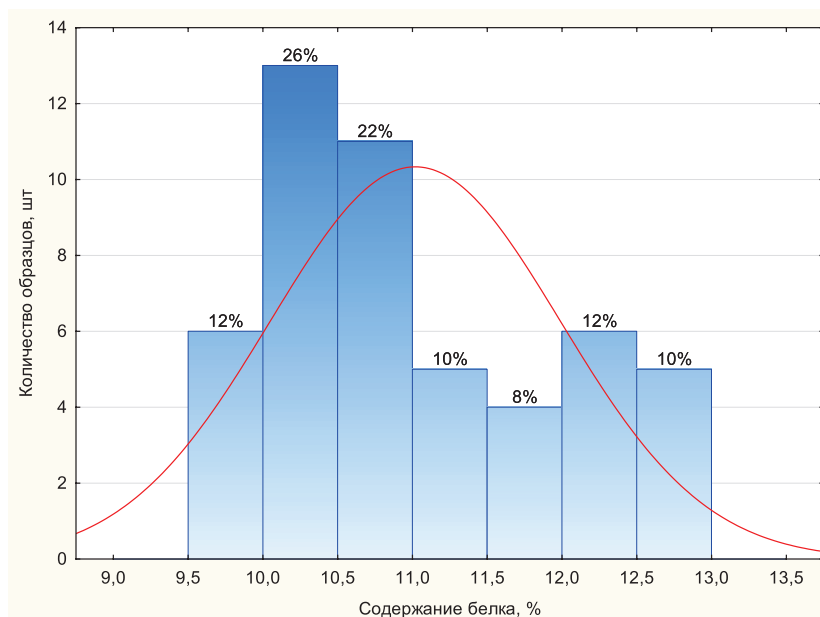


**Рис. 8.** Содержание  $\beta$ -глюкана в зерне голозерного ячменя (2017 г.)

**Fig. 8.** Content of  $\beta$ -glucan in hull-less barley seeds (2017)

По содержанию  $\beta$ -глюкана в зерне 51% исследуемых сортообразцов превысили стандарт Ратник. По данному показателю выделились сортообразцы K-19103 (Япония) – 5,8%; Nigohadaka (Япония) – 5,2%; K-6099 (Афганистан) – 5,1%; K-3780 (Таджикистан) – 5,3%; K-16610 (Грузия) – 5,6%; Нудум 265 (Монголия) – 5,2%; K-3800 (Украина) – 5,2%.

Содержание белка в зерне у изучаемых образцов коллекции голозерного ячменя в 2018 г. варьировало от 9,5 до 13%. Значения наибольшего числа образцов находились в интервале от 10 до 11%, у стандартного сорта Ратник – 10,4% (рис. 9).



**Рис. 9.** Содержание белка в зерне голозерного ячменя (2018 г.)

**Fig. 9.** Protein percentage in hull-less barley seeds (2018)

В 2018 г. содержание белка в зерне голозерного ячменя было выше, чем в 2017 г., но ниже, чем 2016 г. Большая часть изучаемых образцов (52%) превосходили пленчатый стандартный сорт по данному показателю. Высокое содержание в зерне показали такие образцы, как Nigohadaka (Япония) – 12,9%; Orgenuepetite (Франция) – 12,6%; K-3800 (Украина) – 12,8%;

K-16610 (Грузия) – 12,9%; K-3115 (Таджикистан) – 12,6% и др.

За три года изучения выделился один образец – Nigohadaka (Япония), который показывал стабильно высокое содержание белка в зерне голозерного ячменя.

Содержание крахмала у образцов голозерного ячменя варьировало от 54 до 67% (рис. 10).

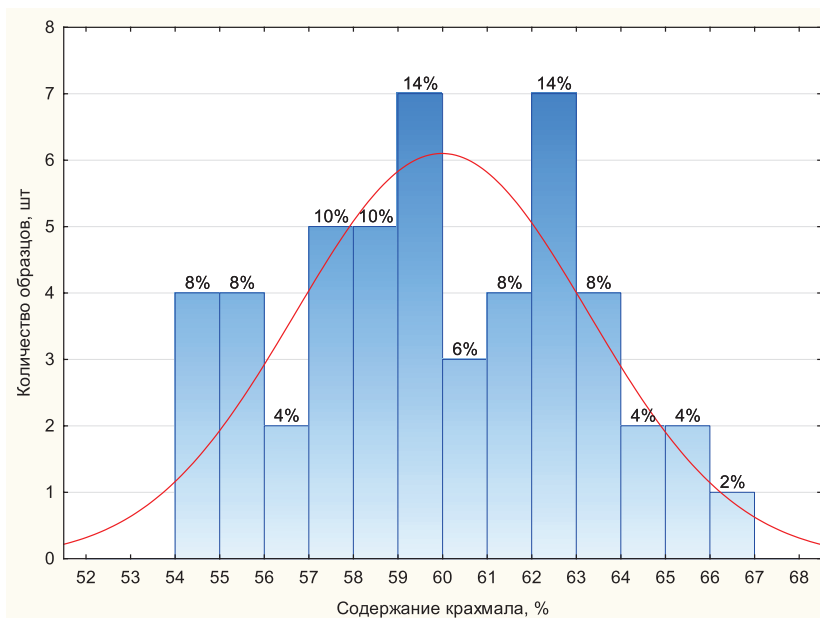


Рис. 10. Содержание крахмала в зерне голозерного ячменя (2018 г.)

Fig. 10. Content of starch in hull-less barley seeds (2018)

Наибольшее содержание крахмала выявлено у образцов Дублет (Белоруссия) – 65,6%; Омский голозерный 1 (РФ) – 66,5%; CDC Dawn (Канада) – 66,7%; Deimerneiss (Иран) – 65,3%; Омский голозерный 2 (РФ) – 63,6%; CDC MCYwize (Канада) – 62,4% и др. Самое низкое содержание крахмаласформировали образцы KoronaLaschego (Польша) – 54,4%; K-3082 (Иран) – 54,6%; K-1328 (Турция) – 54,8%; Kitaki-nadaka (Япония) – 54,1%;

K-3082 (Пакистан) – 54,1%; Н 235/66 (Бельгия) – 54,9%; Юдинский 1 (Московская обл.) – 54,3%.

За три года изучения выделился один образец – CDC Dawn (Канада), который показывал стабильно высокое содержание крахмала в зерне голозерного ячменя.

Содержание лизина в зерне голозерного ячменя в 2018 г. варьировало от 3,8 до 4,6% (рис. 11).

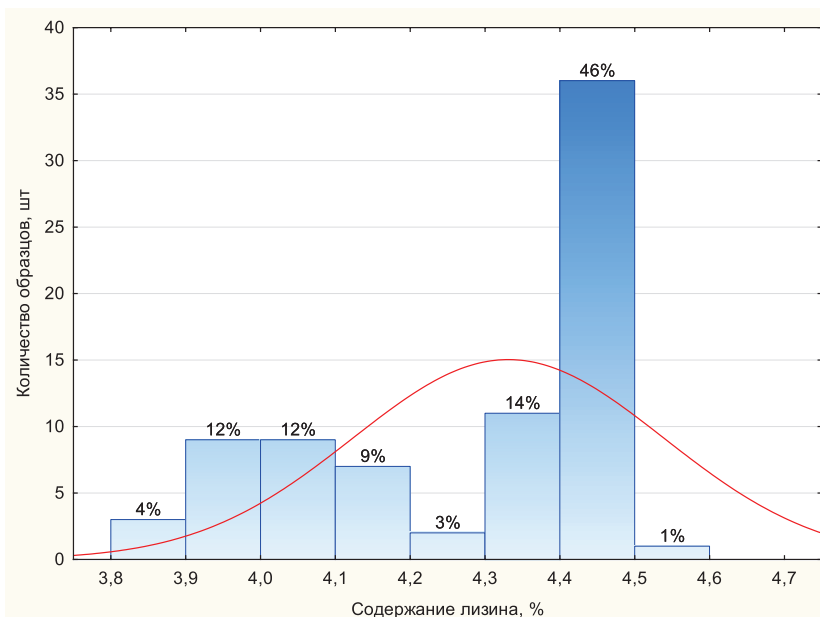


Рис. 11. Содержание лизина в зерне голозерного ячменя (2018 г.)

Fig. 11. Content of lysine in hull-less barley seeds (2018)

Содержание лизина у стандартного пленчатого сорта Ратник составило 4,1%. Превысили стандарт по данному показателю 73% исследуемых сортообразцов. По этому показателю выделились следующие образцы: К-3772 (Дагестан) – 4,5%; К-26598 (Эфиопия) – 4,6%; Buck CDC (Канада) – 4,5%; Orgeniepetite (Франция) – 4,5%; CDC Dawn (Канада) – 4,5% и др.

За годы исследований прослеживается более явное преимущество голозерного ячменя по содержанию лизина в зерне над пленчатым стандартом Ратник.

Содержание  $\beta$ -глюкана варьировало от 2,5 до 7,0%, стандартный пленчатый сорт Ратник показал значение данного показателя 3,5% (рис. 12).

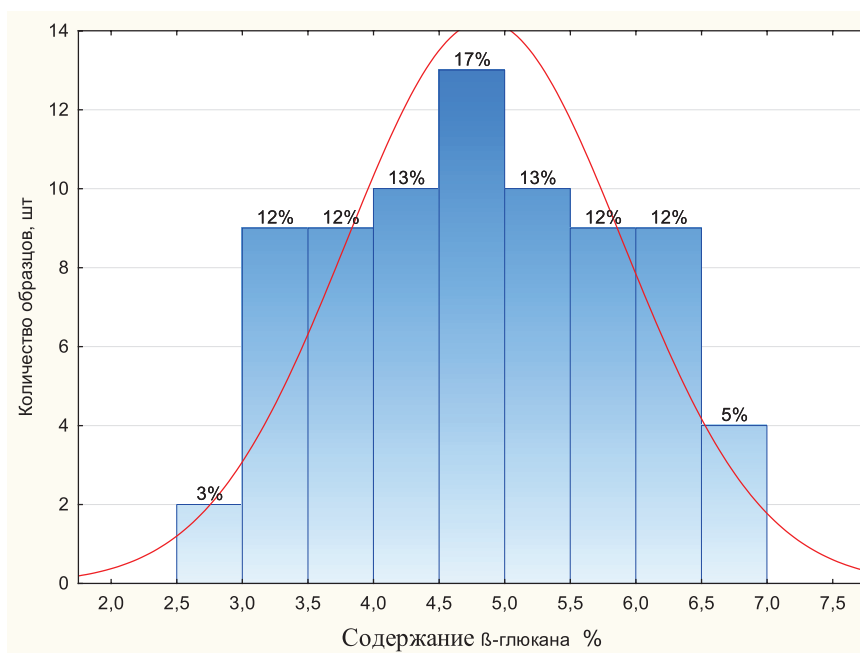


Рис. 12. Содержание  $\beta$ -глюкана в зерне голозерного ячменя (2018 г.)

Fig. 12. Content of  $\beta$ -glucan in hull-less barley seeds (2018)

85% исследуемых сортообразцов превысили стандарт Ратник по содержанию  $\beta$ -глюкана в зерне. По данному показателю выделились сортообразцы К-111 (РФ) – 6,5%; Н 235/66 (Бельгия) – 6,7%; К-6099 (Афганистан) – 6,8%; 84469/70 (Чехия) – 6,6%; К-266 (Пакистан) – 6,6%; Nigohadaka (Япония) – 6,9%.

За годы изучения выделились два сорта – К-16610 (Грузия) и Нудум 265 (Монголия), которые показывали стабильно высокое содержание  $\beta$ -глюкана в зерне голозерного ячменя.

За годы изучения можно проследить тенденцию преимущества голозерных образцов по качественным показателям над пленчатым стандартом. Из этого можно сделать вывод, что голозерный ячмень можно использовать в скрещиваниях для повышения качества.

**Выводы.** По результатам изучения сортов голозерного ячменя выделены источники, характеризующиеся высоким качеством зерна. В 2016 г. высокое содержание белка в зерне отмечено у образцов Kitaki-nadaka (Япония), Nigohadaka (Япония), К-3115, К-21811 (Дагестан), К-6497 (Афганистан), К-11082 (РФ); крахмала – Омский голозерный 2 (РФ), CDC Dawn (Канада), 1218-524 (Чехия), 1057-1923 (Чехия), Bowman (Канада), Юдинский 1 (РФ), Омский голозерный 1 (РФ); лизина – К-3772 (Дагестан), К-11182 (Япония), Голозерный (РФ), К-3082 (Иран);  $\beta$ -глюкана – Нудум 265 (Монголия), Голозерный

(РФ), К-16535 (РФ), К-16548 (Северная Осетия), К-16610 (Грузия). Выделен сорт Голозерный (РФ), который сочетал высокое содержание нескольких признаков.

В 2017 г. по содержанию белка в зерне выделились образцы К-3772 (Дагестан), К-3800 (Украина), К-111 (РФ), К-16548 (Северная Осетия), Nigohadaka (Япония), Дублет (Беларусь); крахмала – Buck CDC (Канада), Orgeniepetite (Франция), К-26598 (Эфиопия), 84469/70 (Чехия), CDC Dawn (Канада); лизина – Омский голозерный 1 (РФ), Brune (Эфиопия), Komohadaka (Япония), S-264 (Мексика), К-26648 (Пакистан), Юдинский 1 (РФ);  $\beta$ -глюкана – К-19103 (Япония), Nigohadaka (Япония), К-6099 (Афганистан), К-3780 (Таджикистан), К-16610 (Грузия), Нудум 265 (Монголия), К-3800 (Украина).

В 2018 г. сорта Nigohadaka (Япония), Orgeniepetite (Франция), К-3800 (Украина), К-16610 (Грузия), К-3115 (Таджикистан) являлись высокобелковыми; Дублет (Белоруссия), Омский голозерный 1 (РФ), CDC Dawn (Канада), Deimepneiss (Иран), Омский голозерный 2 (РФ), CDC MC Ywize (Канада) – высококрахмалистыми; К-3772 (Дагестан), К-26598 (Эфиопия), Buck CDC (Канада), Orgeniepetite (Франция), CDC Dawn (Канада) – высоколизиновыми; К-111 (РФ), Н 235/66 (Бельгия), К-6099 (Афганистан), 84469/70 (Чехия), К-266 (Пакистан), Nigo-

hadaka (Япония) – с высоким содержанием  $\beta$ -глюкана.

За три года изучения выделился один образец – Nigohadaka (Япония), который показывал стабильно высокое содержание белка в зерне голозерного ячменя.

За три года изучения выделился один образец – CDC Dawn (Канада), который показывал стабильно высокое содержание крахмала в зерне голозерного ячменя.

За три года изучения выделились два сорта – K-16610 (Грузия) и Нудум 265 (Монголия),

которые показывали стабильно высокое содержание  $\beta$ -глюкана в зерне голозерного ячменя.

Выделены образцы K-3800 (Украина) и Nigohadaka (Япония), которые сочетали высокое содержание нескольких признаков.

Выделившиеся по комплексу признаков образцы рекомендуются для использования в селекционных программах при создании нового селекционного высококачественного материала ярового голозерного ячменя.

#### Библиографические ссылки

1. Грязнов А. А., Лойкова А. В. Голозерный ячмень на Южном Урале. Челябинск: ЧГАА, 2010. 113 с.
2. Донцова А. А., Филиппов Е. Г., Донцов Д. П., Терновская Е. А. Производство ячменя в мире и России // Зерновое хозяйство России. 2016. № 6(48). С. 47–51.
3. Дорошенко Э. С., Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Сидоренко В. С. Изучение голозерных сортов ярового ячменя в условиях Северного Кавказа // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 2(30). С. 131–139. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11103.
5. Жуковский П. М. Культурные растения и их сородичи. Л.: Колос, 1964. 792 с.
6. Кирдогло Е. К., Полищук С. С., Червонис М. В. Методология и результаты селекции ячменя пищевого использования // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Т. 171. СПб.: ВИР, 2013. С. 240–253.
7. Филенко Г. А., Фирсова Т. И., Скворцова Ю. Г., Филиппов Е. Г. Динамика посевных площадей и урожайности ярового ячменя в РФ // Зерновое хозяйство России. 2017. № 5(53). С. 20–25.
8. Bamforth C. W., Kanauchi M. A simple model for the cell wall of the starchy endosperm in barley // Journal of the Institute of Brewing. 2001. Vol. 107. Pp. 235–240.
9. Bekes F., Wrigley C. The protein chemistry of cereal grains // Encyclopedia of Food Grains (Second Edition). 2016. Vol. 2. Pp. 98–108.
10. Fastnought C. E., Cho S., Dreher M. Barley fibre // Handbook of Dietary Fibre. Marcel Dekker. New York. 2001. Pp. 519–542.
11. Fincher G. B. Morphology and chemical composition of barley endosperm cell walls // Journal of the Institute of Brewing. 1975. Vol. 81. Pp. 116–122.
12. Fincher G. B., Stone B. A. Cell walls and their components in cereal grain technology // Advances in Cereal Science and Technology. American Association of Cereal Chemists. St. Paul. 1986. Pp. 207–295.
13. Henry R. J. Pentosan and (1-3,1-4)- $\beta$ -glucan concentrations in endosperm and wholegrain of wheat, barley, oats, and rye // Journal of Cereal Science. 1987. Vol. 6. Pp. 253–258.
14. Megazyme [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.megazyme.com/industries-served/analyte/beta-glucan>.
15. Oscarsson M., Andersson R., Salomonsson A. C., Aman P. Chemical composition of barley samples focusing on dietary fibre components // Journal of Cereal Science. 1996. Vol. 24. Pp. 161–170.

#### References

1. Gryaznov A. A., Lojkova A. V. Golozernyj yachmen' na Yuzhnom Urale [Hull-less barley in the South Urals]. Chelyabinsk: CHGAA, 2010. 113 s.
2. Doncova A. A., Filippov E. G., Doncov D. P., Ternovaya E. A. Proizvodstvo yachmenya v mire i Rossii [Production of barley in the world and in Russia] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 6(48). S. 47–51.
3. Doroshenko E. S., Filippov E. G., Doncova A. A., Sidorenko V. S. Izuchenie golozernyh sortov yarovogo yachmenya v usloviyah Severnogo Kavkaza [Study of hull-less spring barley varieties in the conditions of the North Caucasus] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2019. № 2(30). S. 131–139. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11103.
5. Zhukovskij P. M. Kul'turnye rasteniya i ih sorodichi [Cultivated plants and their progeny]. L.: Kolos, 1964. 792 s.
6. Kirdoglo E. K., Polishchuk S. S., Chervonis M. V. Metodologiya i rezul'taty selekcii yachmenya pishchevogo ispol'zovaniya [Methodology and results of barley breeding for food use] // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. T. 171. SPb.: VIR, 2013. S. 240–253.
7. Filenko G. A., Firsova T. I., Skvortsova Yu. G., Filippov E. G. Dinamika posevnyh ploschadej i urozhajnosti yarovogo yachmenya v RF [Dynamics of sown areas and spring barley productivity in the Russian Federation] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 5(53). S. 20–25.
8. Bamforth C. W., Kanauchi M. A simple model for the cell wall of the starchy endosperm in barley // Journal of the Institute of Brewing. 2001. Vol. 107. Pp. 235–240.
9. Bekes F., Wrigley C. The protein chemistry of cereal grains // Encyclopedia of Food Grains (Second Edition). 2016. Vol. 2. Pp. 98–108.
10. Fastnought C. E., Cho S., Dreher M. Barley fibre // Handbook of Dietary Fibre. Marcel Dekker. New York. 2001. Pp. 519–542.
11. Fincher G. B. Morphology and chemical composition of barley endosperm cell walls // Journal of the Institute of Brewing. 1975. Vol. 81. Pp. 116–122.
12. Fincher G. B., Stone B. A. Cell walls and their components in cereal grain technology // Advances in Cereal Science and Technology. American Association of Cereal Chemists. St. Paul. 1986. Pp. 207–295.

13. Henry R. J. Pentosan and (1-3,1-4)- $\beta$ -glucan concentrations in endosperm and wholegrain of wheat, barley, oats, and rye // Journal of Cereal Science. 1987. Vol. 6. Pp. 253–258.
14. Megazyme [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://www.megazyme.com/industries-served/analyte/beta-glucan>.
15. Oscarsson M., Andersson R., Salomonsson A. C., Aman P. Chemical composition of barley samples focusing on dietary fibre components // Journal of Cereal Science. 1996. Vol. 24. Pp. 161–170.

Поступила: 16.03.2020; принята к публикации: 30.06.2020.

**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.** Дорошенко Э. С., Донцова А. А., Донцов Д. П. – выполнение полевых опытов, анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи; Филиппов Е. Г. – концептуализация и проектирование исследования, анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи.

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

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ГОРОХА ПОСЕВНОГО ЗИМУЮЩЕГО ТИПА РАЗВИТИЯ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЗОНЫ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**А. Р. Ашиев**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, arkady.ashiev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2101-2321;

**М. В. Скулова**, агроном, povolotskaya68@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7382-4703;

**К. Н. Хабибуллин**, аспирант, 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

Представлены результаты исследований по экологической оценке гороха посевного разного типа развития. Целью наших исследований являлась оценка количественных и качественных показателей сортов гороха посевного с разным типом развития в условиях южной зоны Ростовской области. Исследования проводили на опытном поле ФГБНУ «АНЦ «Донской» лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур. Осенний посев проводили во второй декаде октября. Весенний посев – в третью декаду марта. Объектом исследования был сорт Легион, высевавшийся в осеннем и весеннем посевах, в сравнении с сортом Аксайский усатый 5, используемым в сортоиспытаниях в качестве стандарта. Обработку статистических данных проводили по Б. А. Доспехову (2012) с использованием программы Excel с приложением Statistica 10. В сравнении со стандартным сортом Аксайский усатый 5 сорт Легион в осеннем посеве созревал раньше. Более раннее созревание гороха зимующего типа, чем ярового, дает возможность равномерно распределить нагрузку на уборочную технику, так как созревание ярового гороха часто совпадает с созреванием озимых колосовых культур, таких как озимый ячмень и озимая пшеница. Хорошо показал себя сорт Легион в зимующем посеве, превысив стандартный сорт Аксайский усатый 5 по таким показателям, как высота растения, число бобов на растении, число семян с растения, масса семян с одного растения и содержание белка. Результаты исследований показывают, что условия южной зоны Ростовской области благоприятны для возделывания зимующего гороха. Срок созревания гороха посевного зимующего типа развития – на декаду раньше, чем при яровом посеве, а урожайность семян выше в 1,7–1,8 раза.

**Ключевые слова:** зимующий горох, условия вегетации, урожайность, тип развития, погодно-климатические условия.

**Для цитирования:** Ашиев А. Р., Скулова М. В., Хабибуллин К. Н. Экологическая оценка гороха посевного зимующего типа развития в условиях южной зоны Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2020. № 6(72). С. 95–100. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-95-100.



## ECOLOGICAL ESTIMATION OF WINTER PEAS IN THE CONDITIONS OF THE SOUTHERN PART OF THE ROSTOV REGION

**A. R. Ashiev**, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for legumes breeding and seed production, arkady.ashiev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2101-2321;

**M. V. Skulova**, agronomist, povolotskaya68@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7382-4703;

**K. N. Khabibullin**, a postgraduate, 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 on the ecological estimation of seed peas of different types of development. The purpose of our study was to assess the quantitative and qualitative indicators of seed peas varieties of different types of development in the southern part of the Rostov region. The trials were carried out on the experimental plots of the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" at the laboratory for legumes breeding and seed production. Autumn sowing was carried out in the second decade of October. Spring sowing was conducted in the third decade of March. The objects of the study were the variety 'Legion' sown in autumn and spring in comparison with the variety 'Aksaysky Usaty 5', which was used as a standard variety in the trials. The statistical data were processed according to B. A. Dospekhov's methodology (2012) using Excel with the STATISTICA 10 application. The variety 'Legion' sown in autumn ripened earlier in comparison with the standard variety 'Aksaysky Usaty 5'. Early ripening of winter peas than spring peas made it possible to evenly distribute the load on the harvesting equipment, since ripening of spring peas often coincided with ripening of winter grain crops, such as winter barley and winter wheat. The variety 'Legion' sown in winter exceeded the standard variety 'Aksaysky Usaty 5' in such indicators as "plant height", "number of beans", "number of seeds", "seed weight per plant" and "protein percentage". The study results have shown that the

conditions of the southern part of the Rostov region were favorable for the cultivation of winter peas. The winter peas ripened a decade earlier than spring peas, and seed productivity was 1.7–1.8 times larger.

**Keywords:** winter peas, growing conditions, productivity, type of development, weather and climatic conditions.

**Введение.** Горох является основной зернобобовой культурой нашей страны и имеет широкое распространение и разнообразное применение: пищевое, кормовое и на зеленое удобрение. На его долю в Российской Федерации приходится 86% площадей зернобобовых культур. Помимо пищевой и кормовой ценности, эта культура в севообороте способствует повышению плодородия почвы и является фактором биологической интенсификации растениеводства (Брежнева, 2012).

Благодаря разнообразию биологических особенностей можно возделывать горох в весеннем посеве почти повсеместно, во многих зонах в паровом, пожнивном и поукосном, а в ряде Южных районах страны – и в осеннем посеве.

Научные исследования, проводимые по озимым культурам в ФГБНУ «АНЦ «Донской» в условиях южной зоны Ростовской области, показывают их преимущество перед яровыми (Самофалова и др., 2017; Донцова и др., 2016; Громова и др., 2019).

Ранее на Северном Кавказе горох выращивали в яровом посеве, но погодные условия региона позволяют выращивать и зимующий горох без значительного ущерба посевам в зимний период. Селекция зимующего гороха первоначально осуществлялась в направлении укосных сортов на зеленую массу. На современном этапе создаются сорта зимующего гороха зернового направления. Потребность в них высока в южных зонах, где наблюдается сильное увлажнение почвы в осенне-зимний и ранневесенний периоды (Брежнева, 2016). Вследствие этого начало посева гороха ярового типа откладывается на более поздние сроки, в то время как зимующий и возобновивший вегетацию после зимнего периода благополучно развивается дальше.

По данным И. В. Кислова и Е. М. Агеева (2010), семена зимующего гороха начинают прорастать при температуре воздуха 1–2 °С, но наиболее дружные всходы отмечаются при более высокой температуре 15–19 °С.

Преимущество зимующего гороха перед яровым бесспорно, особенно в благоприятных для перезимовки условиях. Зимующий горох формирует более стабильный урожай зерна и высокий урожай зеленой массы за счет лучшего использования осенне-зимних запасов влаги и ухода от неблагоприятного воздействия высоких температур в летний период. Зимующие культуры гороха защищают почву от ветровой и водной эрозии и позволяют получать высокобелковые витаминные корма ранней весной. Зимующий горох зимой способен выдержать кратковременные заморозки до –20 °С (без снежного покрова) или до –13 °С на глубине посадки семян (Панова, автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственных наук, 1970; Макашева, 1973).

По питательной ценности корма из зимующего гороха не уступают кормам из других бобовых культур. Так, в 100 кг зеленой массы зимующего гороха содержится 18 к. ед. и 2,8 кг переваримого протеина (Цвиринько, 2012).

Сроки сева зимующего гороха зависят от климатических и погодных условий, а также от вида его использования. При раннем посеве растения зимующего гороха могут перейти к генеративной фазе развития, а закладка генеративных органов ведет к резкому снижению зимостойкости.

Для роста и развития гороха лучшими почвами являются различные подтипы черноземов. Горох отрицательно реагирует на уплотнение, бесструктурность и тяжелый гранулометрический состав почв, заболачивание. Негативно относится к почвенной засухе. Не благоприятны песчаные и супесчаные почвы. Эта культура высокочувствительна к засолению и солонцеватости почвы (Шеуджен, 2012).

Климат южной зоны Ростовской области характеризуется как полусухой с умеренно жарким летом и мягкой зимой (2013).

Цель исследований – оценить количественные и качественные показатели сортов гороха посевного с разным типом развития в условиях южной зоны Ростовской области.

**Материалы и методы исследований.** Полевые опыты проводили на опытном поле ФГБНУ «АНЦ «Донской» согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1985) и методике полевого опыта (2012). Почва представлена черноземом обыкновенным. Опыты закладывались по предшественнику озимый ячмень в трехкратной повторности. Учетная площадь делянки – 15 м<sup>2</sup>. Способ посева – обычный рядовой с глубиной заделки семян 6–8 см. Норма высева – 1,2 млн всхожих семян на 1 га. Осенний посев проводился в первую декаду октября, весенний – в последнюю декаду марта. Объектом исследования в качестве сорта зимующего типа использовался сорт Легион, высевавшийся в осеннем и весеннем посевах, в сравнении с сортом Аксайский усатый 5, используемым в сортоиспытаниях в качестве стандарта. Для анализа метеоусловий использовали данные метеостанции «Зерноград». Обработку статистических данных проводили по Б. А. Доспехову (2012) с использованием программы Excel с приложением Statistica 10.

**Результаты и их обсуждение.** Основываясь на исследованиях по зимующему гороху (Брежнева, 2012), учитывая аридизацию климата и сложившиеся погодно-климатические условия в последние годы, возникла необходимость изучения возможности возделывания гороха с зимующим типом развития в условиях южной зоны Ростовской области. Погодно-климатические условия в сельскохо-

зяйственные годы исследования были различными, но складывались благоприятно для роста

и развития растений зимующего гороха в осенне-зимний период (табл. 1).

### 1. Погодно-климатические условия в годы проведения исследований 1. Weather and climatic conditions in the years of study

| Месяц       | Сумма осадков, мм     |                       |                   | Средняя месячная температура воздуха, °С |                       |                   |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|------------------------------------------|-----------------------|-------------------|
|             | 2017/2018<br>с.-х. г. | 2018/2019<br>с.-х. г. | среднемноголетняя | 2017/2018<br>с.-х. г.                    | 2018/2019<br>с.-х. г. | среднемноголетняя |
| Сентябрь    | 27,8                  | 10,9                  | 42,3              | 15,8                                     | 19,6                  | 16,3              |
| Октябрь     | 46,0                  | 47,3                  | 38,7              | 7,9                                      | 12,8                  | 9,4               |
| Ноябрь      | 45,9                  | 77,6                  | 50,5              | 3,3                                      | 0,5                   | 3,3               |
| Декабрь     | 67,8                  | 56,1                  | 63,3              | -4,7                                     | -0,3                  | -1,2              |
| Январь      | 53,2                  | 73,7                  | 45,1              | -2,7                                     | -0,8                  | -3,8              |
| Февраль     | 66,7                  | 17,4                  | 37,3              | -2,9                                     | -0,2                  | -3,0              |
| Март        | 43,8                  | 58,0                  | 37,0              | 6,1                                      | 5,0                   | 2,0               |
| Апрель      | 9,0                   | 27,2                  | 42,7              | 10,2                                     | 11,3                  | 10,7              |
| Май         | 12,5                  | 63,9                  | 51,3              | 15,9                                     | 20,0                  | 16,5              |
| Июнь        | 4,2                   | 10,8                  | 71,3              | 20,8                                     | 25,3                  | 20,5              |
| Июль        | 71,7                  | 71,4                  | 57,7              | 24,4                                     | 22,7                  | 23,1              |
| Август      | 4,8                   | 13,6                  | 45,2              | 26,0                                     | 23,4                  | 21,6              |
| За с.-х. г. | 453,4                 | 527,9                 | 582,4             | 10,0                                     | 11,6                  | 9,6               |

2017/2018 сельскохозяйственный год. Посев зимующего гороха был проведен в первой декаде октября во влажную почву. Дружные всходы появились на 15-й день. Перезимовка проходила при средней температуре воздуха  $-4,7^{\circ}\text{C}$  в декабре,  $-2,7^{\circ}\text{C}$  в январе,  $-2,9^{\circ}\text{C}$  в феврале. Минимальные отрицательные температуры в зимний период опускались в ноябре до  $-5,1^{\circ}\text{C}$ , в декабре – до  $-1,3^{\circ}\text{C}$ , в январе – до  $-10,4^{\circ}\text{C}$  и в феврале – до  $-12,0^{\circ}\text{C}$ . Данный температурный режим позволил пройти перезимовку в мягких погодных условиях.

Весной при достаточной влажности почвы и пониженном фоне положительных температур проходило возобновление весенней вегетации зимующего гороха, а также появление всходов посевов ярового гороха.

Сложившиеся дальнейшие погодно-климатические условия вегетации для зимующего и ярового гороха в 2018 г. носили негативный характер. Так, количество выпавших осадков за апрель – июнь (25,7 мм) было значительно ниже уровня среднемноголетних (165,3 мм).

В начале лета количество атмосферных осадков превышало среднемноголетние значения (88,6 мм при норме 71,3 мм в июне). Таким образом, благоприятные метеорологические условия весны и начала лета способствовали благоприятному развитию гороха как ярового, так и зимующего типа развития.

2018/2019 сельскохозяйственный год. Из-за посева в сентябре 2018 г. в слабо увлажненную почву всходы были неравномерными, что обусловило изреженность посевов зимующего гороха. Однако обильные осадки (36,2 мм) и высокие среднемесячные температуры в 3-й декаде октября способствовали прорастанию невзошедших семян зимующего гороха.

В зимний период выпало 146,8 мм осадков в виде дождя и снега. Среднесуточная температура воздуха была выше среднемноголетней. Минимальная температура воздуха в ноябре снижалась до  $-11,4^{\circ}\text{C}$ , в декабре – до  $-7,5^{\circ}\text{C}$ , в январе – до  $-8,3^{\circ}\text{C}$  и в феврале – до  $-11,4^{\circ}\text{C}$ . Перезимовку зимующий горох проходил в фазе 4–6 листьев (рис. 1).



Рис. 1. Перезимовка зимующего гороха (сорт Легион)  
Fig. 1. Overwintering of wintering peas (Legion variety)

Зима 2018/2019 сельскохозяйственного года отличалась благоприятной погодой для перезимовки. Весна 2019 г. характеризовалась теплой, влажной погодой в марте и мае с небольшим недобором осадков в апреле. Вегетация зимующего гороха возобновилась в фазе 5–7 листьев. Условия для посева ярового гороха были вполне благоприятными, так

как почва была увлажненная, осадки выпали с превышением среднесуточной нормы. Среднесуточная температура воздуха за весну составила 12,1 °С, в том числе в марте – 5,0 °С, апреле – 11,3 °С, мае – 20,0 °С.

Посев сортов гороха весной проводился в 3-й декаде марта. В это время зимующий горох находился в фазе 6–8 листьев (рис. 2).



**Рис. 2.** Состояние посевов гороха посевного разного типа развития весной:

1 – Аксайский усатый 5 (весенний посев); 2 – Легион (весенний посев); 3 – Легион (осенний посев)

**Fig. 2.** Conditions of peas of different types of development sown in spring:

1 – 'Aksaysky Usaty 5' (spring sowing); 2 – 'Legion' (spring sowing); 3 – 'Legion' (autumn sowing)

Всходы появились через 13–15 дней. Выпавшие во второй декаде апреля обильные осадки (36,5 мм) и постепенное увеличение среднесуточной температуры от 3,8 до 18,3 °С благоприятно повлияли на рост и развитие растений ярового и зимующего гороха.

Сложившиеся погодные условия мая положительно повлияли на интенсивность роста и развития растений зимующего и ярового гороха. Однако нарастающие температуры воздуха к концу месяца привели к тому, что растения зимующего и ярового гороха проходили фазу цветения ускоренными темпами, что отрицательно сказалось на завязываемости бобов.

Лето было сухое и жаркое. Данные условия вегетации у зимующего и ярового гороха привели к ускоренному прохождению фазы «цветение – созревание» и, как следствие, снижению урожайности из-за сокращения притока питательных веществ.

Урожайность стандартного сорта Аксайский усатый 5 в среднем за два года составила 2,26 т/га. Урожайность семян сорта Легион при зимующем типе развития составила 3,81 т/га, превышая яровой посев на 1,73 т/га и стандарт на 1,55 т/га (табл. 2).

## 2. Урожайность и качество семян сортов гороха посевного разного типа развития (ФГБНУ «АНЦ «Донской», 2018–2019 гг.)

### 2. Productivity and quality of seeds of the pea varieties of different types of development (FSBSI "ARC "Donskoy", 2018–2019)

| № дел. | Сорт, срок посева                 | Урожайность, т/га |      |         |                         | Содержание белка, % |      |         |                         |
|--------|-----------------------------------|-------------------|------|---------|-------------------------|---------------------|------|---------|-------------------------|
|        |                                   | Годы              |      | среднее | отклонение от стандарта | Годы                |      | среднее | отклонение от стандарта |
|        |                                   | 2018              | 2019 |         |                         | 2018                | 2019 |         |                         |
| 1      | Аксайский усатый 5 (весенн.), ст. | 2,25              | 2,26 | 2,26    | –                       | 24,5                | 24,7 | 24,6    | –                       |
| 2      | Легион (весенн.)                  | 2,12              | 2,04 | 2,08    | –0,18                   | 24,8                | 26,0 | 25,4    | +0,8                    |
| 3      | Легион (осенн.)                   | 4,30              | 3,31 | 3,81    | 1,55                    | 25,2                | 26,3 | 25,8    | +1,2                    |
|        | Среднее                           | 2,89              | 2,54 | 2,72    | –                       | 24,8                | 25,9 | 25,3    | –                       |
|        | Стандартное отклонение            | –                 | –    | –       | –                       | 0,48                | 0,50 | –       | –                       |
|        | НСР <sub>05</sub>                 | 0,21              | 0,20 | –       | –                       | –                   | –    | –       | –                       |

Содержание белка у сорта Легион в осеннем посеве составило 25,8%, что превышало содержание белка при весеннем посеве на 0,4% и стандартный сорт Аксайский усатый 5 на 1,2%.

Анализ хозяйственно-биологической характеристики дает представление, за счет каких элементов структуры урожая происходит формирование продуктивности семян сортов гороха посевного разного типа развития (табл. 3).

### 3. Хозяйственно-биологическая характеристика гороха посевного разного типа развития (среднее за 2018–2019 гг.)

### 3. Economic and biological characteristics of the pea varieties of different types of development (average in 2018–2019)

| Сорт, срок посева                 | Дата полного созр. | Период вег., дней | Высота раст., см | Число бобов, шт./раст. | Число семян, шт./раст. | Масса 1000 семян, г | Масса семян с 1 раст., г |
|-----------------------------------|--------------------|-------------------|------------------|------------------------|------------------------|---------------------|--------------------------|
| Аксайский усатый 5 (весенн.), ст. | 27/06              | 79                | 55,3             | 2,5                    | 10,4                   | 163,3               | 1,7                      |
| Легион (весенн.)                  | 27/06              | 79                | 52,1             | 2,0                    | 7,3                    | 137,9               | 1,0                      |
| Легион (осенн.)                   | 16/06              | 250               | 89,2             | 5,9                    | 24,2                   | 125,8               | 3,0                      |
| Среднее                           | –                  | –                 | 65,5             | 3,5                    | 14,0                   | 142,3               | 1,9                      |
| Стандартное отклонение            | –                  | –                 | 11,9             | 1,2                    | 5,2                    | 11,0                | 0,13                     |

В осеннем посеве сорт Легион в среднем за два года созрел раньше на 11 дней, чем стандартный сорт Аксайский усатый 5 (рис. 3).



**Рис. 3.** Фазы развития гороха посевного разного типа развития:

зимующий (3) – полная спелость; яровой (1, 2) – бобообразование

**Fig. 3.** Development phases of peas of different development types of development: winter peas (3) – full ripeness; spring peas (1, 2) – bean formation

Более раннее созревание гороха зимующего типа, чем ярового, дает возможность равномерно распределить нагрузку на уборочную технику, так как созревание ярового гороха часто совпадает с созреванием озимых колосовых культур, таких как озимый ячмень и озимая пшеница.

Урожайность гороха формируется за счет таких элементов структуры урожая, как число бобов и семян с растения, масса 1000 семян и семян с одного растения. Сорт Легион в зимующем посеве превысил показатели элементов структуры урожая, полученного в яровом посеве, по таким, как высота растения, число бобов, число семян, масса семян с одного растения.

По высоте растений в сравнении со стандартным сортом Аксайский усатый 5 (55,3 см) сорт Легион в зимующем посеве (89,2 см) значительно превысил стандарт, а в весеннем посеве (52,1 см) был на уровне стандарта.

По числу бобов сорт Легион в осеннем посеве составил 5,9 шт., что превысило весенний посев в 2 раза, а стандартный сорт – в 2,5 раза.

Число семян с растения сорта Легион в осеннем посеве составило 24,2 шт., что превысило и весенний посев (на 16,9 шт.), и стандартный сорт (на 13,0 шт.).

По показателю «масса 1000 семян» наибольшее значение было у стандартного сорта – 163,3 г, превосходя Легион в весеннем посеве на 25,4 г и в зимующем – на 37,5 г. Но наименьшая масса 1000 семян, полученная при зимующем типе развития сорта Легион, не отразилась на преимуществе данного типа развития. По показателю массы семян с одного растения у сорта Легион в осеннем посеве наблюдалось превышение, чем в весеннем посеве, на 2,0 г и у стандартного сорта Аксайский усатый 5 – на 1,3 г.

**Выводы.** Условия южной зоны Ростовской области благоприятны для возделывания зимующего гороха. Преимущества зимующего типа развития гороха посевного перед яровым неоспоримы. Срок созревания гороха посевного зимующего типа развития – на декаду раньше, чем ярового, а урожайность семян выше в 1,7–1,8 раза.

#### Библиографические ссылки

1. Авдеенко А. П., Агафонов Е. В., Артохин К. С., Гайворонская Н. Ф., Гринько А. В., Ильинская И. Н., Лабынцев А. В., Назаренко О. Г., Пашковская Т. Г., Полуэктов Е. В., Продан В. И., Тита-

- ренко А. В., Целуйко О. А. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы. Ч. I. Ростов н/Д.: Донской издательский дом, 2013. 248 с.
2. Брежнева В. И., Брежнев А. В. Селекционная ценность новых сортов зимующего гороха // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30, № 3. С. 54–56.
  3. Брежнева В. И., Мирошниченко А. М., Брежнев А. В. Достижение в селекции зимующего гороха // Научный журнал КубГАУ. 2012. № 78(04). С. 1–10.
  4. Громова С. Н., Скрипка О. В., Самофалов А. П., Подгорный С. В., Некрасова О. А., Чернова В. Л. Продуктивность и элементы структуры урожая сортов и линий озимой мягкой пшеницы в конкурсном сортоиспытании в условиях «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2019. № 3(63). С. 26–29.
  5. Донцова А. А., Филиппов Е. Г., Донцов Д. П., Терновская Е. А. Производство ячменя в мире и России // Зерновое хозяйство России. 2016. № 6(48). С. 7–13.
  6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.
  7. Кислов А. В., Агеев Е. М. Горох – перспективная культура в биологическом земледелии Оренбуржья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2010. Т. 2, № 26-1. С. 27–28.
  8. Макашева Р. Х. Горох. Л.: Колос, 1973. 312 с.
  9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. Вып. 1. 269 с.
  10. Самофалова Н. Е., Иличкина Н. П., Костыленко О. А., Дубинина О. А., Каменева А. С., Игнатова Н. Г., Дерова Т. Г. Использование яровых сортов в селекции озимой твердой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2017. № 6(54). С. 64–68.
  11. Цвиринько Г., Кульпина Н. Хороший резерв – зимующий горох // Животноводство России. 2012. № 6. С. 61.
  12. Шеуджен А. Х. Питание и удобрение зерновых бобовых культур. Краснодар: КубГАУ, 2012. 56 с.

### References

1. Avdeenko A. P., Agafonov E. V., Artohin K. S., Gajvoronskaya N. F., Grin'ko A. V., Il'inskaya I. N., Labynceva A. V., Nazarenko O. G., Pashkovskaya T. G., Poluektov E. V., Prodan V. I., Titarenko A. V., Celujko O. A. Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoj oblasti na 2013–2020 gody [Zonal farming systems of the Rostov region for 2013–2020]. Ch. I. Rostov n/D.: Donskoj izdatel'skij dom, 2013. 248 s.
2. Brezhneva V. I., Brezhnev A. V. Selekcionnaya cennost' novyh sortov zimuyushchego goroha [Breeding value of the new varieties of wintering peas] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2016. T. 30, № 3. S. 54–56.
3. Brezhneva V. I., Miroshnichenko A. M., Brezhnev A. V. Dostizhenie v selekcii zimuyushchego goroha [Achievement in breeding wintering peas] // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2012. № 78(04). S. 1–10.
4. Gromova S. N., Skripka O. V., Samofalov A. P., Podgornyj S. V., Nekrasova O. A., Chernova V. L. Produktivnost' i elementy struktury urozhaya sortov i linij ozimoy myagkoj pshenicy v konkursnom sortoispytanii v usloviyah "ANC "Donskoj" [Productivity and elements of the yield structure of the varieties and lines of winter bread wheat in the Competitive Variety Testing in the conditions of "ANC "Donskoj"] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 3(63). S. 26–29.
5. Doncova A. A., Filippov E. G., Doncov D. P., Ternovaya E. A. Proizvodstvo yachmenya v mire i Rossii [Production of barley in the world and in Russia] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 6(48). S. 7–13.
6. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Kniga po trebovaniyu, 2012. 352 s.
7. Kislov A. V., Ageev E. M. Goroh – perspektivnaya kul'tura v biologicheskom zemledelii Orenburzh'ya [Peas is a promising legume in biological agriculture in the Orenburg region] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2010. T. 2, № 26-1. S. 27–28.
8. Makasheva R. H. Goroh [Peas]. L.: Kolos, 1973. 312 s.
9. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Methodology of the State Variety Testing of agricultural crops.]. M., 1985. Vyp. 1. 269 s.
10. Samofalova N. E., Ilichkina N. P., Kostylenko O. A., Dubinina O. A., Kameneva A. S., Ignat'eva N. G., Derova T. G. Ispol'zovanie yarovykh sortov v selekcii ozimoy tverdoj pshenicy [The use of spring varieties in winter durum wheat breeding] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 6(54). S. 64–68.
11. Cvirin'ko G., Kul'pina N. Horoshij rezerv – zimuyushchij goroh [A good reserve is wintering peas] // Zhivotnovodstvo Rossii. 2012. № 6. S. 61.
12. Sheudzhen A. X. Pitanie i udobrenie zernovykh bobovykh kul'tur [Nutrition and fertilization of grain legumes]. Krasnodar: KubGAU, 2012. 56 s.

Поступила: 17.12.2019; принята к публикации: 27.12.2019.

**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., Скулова М. В., Хабибуллин К. Н. – концептуализация исследования, подготовка опыта, выполнение полевых и лабораторных опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация; Ашиев А. Р., Скулова М. В. – подготовка рукописи.

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

## КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОРТОВ И ЛИНИЙ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**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;

**О. А. Некрасова**, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, [nekrasova\\_olesya@rambler.ru](mailto:nekrasova_olesya@rambler.ru), ORCID ID: 0000-0002-4409-4542;

**Н. Г. Игнатьева**, техник-исследователь лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ORCID ID: 0000-0002-8506-8711;

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

**Ю. Н. Алты-Садых**, техник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ORCID ID: 0000-0002-3969-1166

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,  
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: [vniizk30@mail.ru](mailto:vniizk30@mail.ru)

Качество зерна озимой мягкой пшеницы – актуальная проблема в России и в мире. Признаки и свойства зерна, которые характеризуют качество зерна, формируются в поле под влиянием погодно-климатических условий. Исследования проводили в 2017–2019 гг. Объектом исследований были 12 сортов и 3 перспективные линии озимой мягкой пшеницы основного конкурсного сортоиспытания. В качестве стандарта использовали сорт Ермак. Цель исследований – провести сравнительную оценку сортов и перспективных линий озимой мягкой пшеницы по показателям качества, выявить варьирование признаков по годам и определить влияние условий выращивания на формирование качества зерна. Установлено, что изучаемые сорта и линии формировали массу от 799 г/л (Аксинья) до 830 г/л (Юбилей Дона) и соответствовали I классу качества. Выделены сорта Этюд (62%; Cv = 6,6%), Ермак (62%; Cv = 7,0%) и линия 1005/14 (68%; Cv = 8,1%) с сочетанием высоких значений общей стекловидности и незначительного варьирования признака по годам. Определено, что сорт Находка (14,11%; Cv = 3,6%) и линия 1261/13 (14,10%; Cv = 6,1%) характеризовались максимальным содержанием белка и низкими значениями коэффициента вариации. Установлены сорта, сочетающие высокую общую хлебопекарную оценку со стабильностью данного признака: Аксинья (4,5 балла; 7,9%) и Танаис (4,0 балла; 2,5%). При оценке влияния факторов «генотип», «год исследований» и их взаимодействий на признаки качества зерна было установлено, что общая стекловидность (52,59%), массовая доля белка в зерне (58,31%), удельная работа деформации теста (57,78%), валориметрическая оценка (46,01%), объемный выход хлеба (41,77%) и общая хлебопекарная оценка (51,24%) в значительной степени зависят от генотипа. Условия выращивания оказывали влияние на формирование количества и качества клейковины и коэффициент P/I.

**Ключевые слова:** озимая мягкая пшеница, сорт, массовая доля белка, количество и качество клейковины, реологические свойства теста, объем хлеба.

**Для цитирования:** Кравченко Н. С., Некрасова О. А., Игнатьева Н. Г., Олдырева И. М., Алты-Садых Ю. Н. Качество зерна сортов и линий озимой мягкой пшеницы в условиях Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2020. № 6(72). С. 101–107. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-101-107.



## GRAIN QUALITY OF THE WINTER BREAD WHEAT VARIETIES AND LINES IN THE ROSTOV REGION

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

**O. A. Nekrasova**, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and grain quality, [nekrasova\\_olesya@rambler.ru](mailto:nekrasova_olesya@rambler.ru), ORCID ID: 0000-0002-4409-4542;

**N. G. Ignatieva**, research technician of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and grain quality, ORCID ID: 0000-0002-8506-8711;

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

**Yu. N. Alty-Sadykh**, research technician of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and grain quality, ORCID ID: 0000-0002-3969-1166

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

Grain quality of winter bread wheat is an urgent issue in Russia and in the world. The traits and properties of grain that characterize the quality are formed in the field under the effect of weather and climatic conditions. The current

study was carried out in 2017–2019. The objects of the study were 12 varieties and 3 promising lines of winter bread wheat of the Competitive Variety Testing. The variety 'Ermak' was used as a standard variety. The purpose of the study was to carry out a comparative estimation of grain quality of the varieties and promising lines of winter bread wheat, to identify the variation of traits over the years and to determine the effect of growing conditions on the formation of grain quality. There has been established that the studied varieties and lines formed nature weight from 799 g/l (the variety 'Aksiniya') to 830 g/l ('Yubiley Dona') and corresponded to the 1-st quality class. There have been identified the varieties 'Etyud' (62%; Cv = 6.6%), 'Ermak' (62%; Cv = 7.0%) and the line '1005/14' (68%; Cv = 8.1%) with a combination of high values of the general hardness and insignificant variation of the trait over the years. There has been determined that the variety 'Nakhodka' (14.11%; Cv = 3.6%) and the line '1261/13' (14.10%; Cv = 6.1%) were characterized by the maximum protein percentage and low values of the coefficient of variation. There has been established that the varieties 'Aksiniya' (4.5 points; 7.9%) and 'Tanais' (4.0 points; 2.5%) combined a high baking value with the stability of the trait. When estimating the effect of the factors "genotype", "year of study" and their correlation on the characteristics of grain quality, there has been found that general hardness (52.59%), mass fraction of grain protein (58.31%), dough deformation (57, 78%), valorimetric value (46.01%), volume of bread (41.77%) and general baking assessment (51.24%) were largely dependent on genotype. The growing conditions had an effect on the formation of the quantity and quality of gluten and the P/I ratio.

**Keywords:** winter bread wheat, variety, mass fraction of protein, quantity and quality of gluten, rheological properties of dough, volume of bread.

**Введение.** Пшеница – основная зерновая культура в России и во всем мире. Повышение качества зерна пшеницы является важной задачей сельскохозяйственного производства. Особенно актуальна данная проблема в связи с тем, что в последние годы Россия – ведущий экспортер зерна в мире.

В настоящее время российская пшеница уступает по качеству лучшим сортам Канады, США и Австралии. В связи с этим повышение качества зерна пшеницы было и остается основным приоритетом селекции этой культуры (Кондратенко и др., 2016).

В Ростовской области озимая пшеница высеивается на площади около 2,8 млн га. В основном в посевах используются семена сортов сильной и ценной пшеницы. Однако потенциал качества зерна реализуется не всегда, а доля продовольственной пшеницы в общем сборе зерна в отдельные годы резко снижается. Это связано с тем, что технологические свойства зерна пшеницы, являясь сортовыми признаками, в значительной степени изменяются под влиянием погодных-климатических условий выращивания. Внедрение в производство и расширение посевов сильных и наиболее ценных сортов пшеницы, стабильно реализующих потенциал урожайности и качества зерна в условиях региона, являются актуальной задачей (Скрипка и др., 2019).

Цель исследований – провести сравнительную оценку сортов и перспективных линий озимой мягкой пшеницы по показателям качества, выявить варьирование признаков по годам и определить влияние условий выращивания на формирование качества зерна.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводили в 2017–2019 гг. Объектом исследований были 12 сортов и 3 перспективные линии озимой мягкой пшеницы интенсивного типа основного конкурсного сортоиспытания. В качестве стандарта использовали сорт Ермек.

Почва опытного поля – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый мощный. Для него характерна высокая карбонатность – от 2,5 до 4,0%  $\text{CaCO}_3$  в пахотном слое мощного горизонта (до 140 см). Содержание

гумуса – 3,6–4,0%; подвижного фосфора – 20–23 мг/кг; обменного калия – 300–380 мг/кг почвы. Климат зоны характеризуется полувлажным жарким летом и умеренно мягкой зимой. Сумма положительных температур за период вегетации в среднем составляет 3450 °C, среднегодовая температура – +9,7 °C; среднемноголетнее количество осадков – 588,8 мм, в том числе за вегетацию озимой пшеницы – 480,5 мм. В 2017 и 2018 гг. отмечены благоприятные погодные условия для формирования урожая озимой мягкой пшеницы высокого качества, в 2019 г. наблюдалась воздушная засуха.

Для определения признаков, характеризующих качество зерна, использовали среднюю пробу образца; аналитические исследования проводили в 2-кратной повторности.

Оценку качества зерна и муки проводили согласно общепринятым методикам и ГОСТам в лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Математическая и статистическая обработка данных проводилась по методике Б. А. Доспехова (2014).

Изменчивость коэффициента вариации принято считать незначительной или слабой, если коэффициент вариации (Cv)  $\leq 10\%$ ; средней, если его значение выше 10%, но менее 20%, а значительной или высокой, если он составляет более 20% (Дзюба, 2010).

**Результаты и их обсуждение.** Натурная масса зерна является важным признаком качества, который характеризует крупность и выполненность зерновок и служит косвенным критерием мукомольных свойств.

Выявлено, что изучаемые сорта и линии формировали массу от 799 г/л (Аксинья) до 830 г/л (Юбилей Дона) (табл. 1).

Все сорта и линии характеризовались высокой натурной массой зерна и соответствовали I классу качества (не менее 750 г/л) по ГОСТ 9353-2016.

Изучение варьирования признака позволило установить незначительную или слабую изменчивость от 0,7% (Донская степь) до 4,6% (Аксинья).

# 1. Характеристика сортов и линий озимой мягкой пшеницы по натурной массе (г/л) и общей стекловидности зерна, % (2017–2019 гг.)

## 1. Characteristics of the winter bread wheat varieties and lines according to nature weight (g/l) and general hardness of grain, % (2017–2019)

| Сорт/линия         | Натурная масса зерна, г/л |       | Общая стекловидность, % |       |
|--------------------|---------------------------|-------|-------------------------|-------|
|                    | среднее                   | Cv, % | среднее                 | Cv, % |
| Ермак, ст.         | 805                       | 1,9   | 62                      | 7,0   |
| Танаис             | 814                       | 3,3   | 74                      | 11,5  |
| Аксинья            | 799                       | 4,6   | 59                      | 11,9  |
| Находка            | 817                       | 2,1   | 78                      | 10,2  |
| Этюд               | 820                       | 1,0   | 62                      | 9,9   |
| Шеф                | 827                       | 1,0   | 79                      | 10,2  |
| Донская степь      | 819                       | 0,7   | 66                      | 10,6  |
| Юбилей Дона        | 830                       | 1,1   | 75                      | 13,1  |
| Универ             | 808                       | 3,0   | 68                      | 19,8  |
| Зодиак             | 817                       | 1,7   | 58                      | 10,0  |
| 1261/13            | 816                       | 1,5   | 71                      | 15,9  |
| 1005/14            | 808                       | 3,0   | 68                      | 8,1   |
| 1580/14            | 816                       | 1,0   | 67                      | 18,0  |
| Раздолье           | 812                       | 2,2   | 60                      | 6,3   |
| Рубин Дона         | 820                       | 0,8   | 69                      | 10,1  |
| НСР <sub>0,5</sub> | 12,24                     | –     | 4,08                    | –     |

Изучаемые сорта и линии могут быть использованы в селекционном процессе в качестве источников высокой натурной массы зерна.

Общая стекловидность зерна – признак, который включен в ГОСТ 9353-2016 и является важным критерием при определении класса качества зерна. Стекловидное зерно содержит большее количество белка и, соответственно, клейковины и характеризуется высокими мукомольными свойствами.

Установлено, что изучаемые сорта и линии в среднем за изучаемый период формировали стекловидность на уровне I класса качества (не менее 60%) – от 60% (Раздолье) до 78% (Находка). Исключение составили сорта Аксинья (59%) и Зодиак (58%), которые соответствовали требованиям, предъявляемым к III классу качества.

Изменчивость коэффициента вариации общей стекловидности отмечена от низкой у сорта Раздолье (6,3%) до средней у сорта Универ (19,8%).

Выделены сорта Этюд (62%; Cv = 6,6%), Ермак (62%; Cv = 7,0%) и линия 1005/14 (68%; Cv = 8,1%), у которых сочетаются высокие значения общей стекловидности и незначительное варьирование признака по годам.

Выделенные генотипы могут быть использованы в селекционном процессе в качестве источников высокой общей стекловидности зерна.

Содержание белка в зерне – важный признак, от которого зависят технологические свойства муки и теста, а также питательная ценность конечного продукта.

За годы исследований сорта и линии озимой мягкой пшеницы формировали количество белка от 12,39% (Раздолье) до 14,11% (Находка), что позволяет отнести ко II и III классам качества (табл. 2).

Значения коэффициента вариации отмечены от 1,6% (Универ) до 6,1% (1261/13). Варьирование массовой доли белка отмечено на низком уровне у всех изучаемых генотипов, что свидетельствует о стабильности формирования признака по годам.

Выделены сорт Находка (14,11%; Cv = 3,6%) и линия 1261/13 (14,10%; Cv = 6,1%), которые характеризовались максимальным содержанием белка и низкими значениями коэффициента вариации.

Количество и качество клейковины – важные признаки качества генотипа, от которых в значительной степени зависят реологические и хлебопекарные свойства сортов.

Анализ экспериментальных данных показал, что количество клейковины в зависимости от сорта изменялось в значительной степени от 22,4% (Раздолье) до 31,1% (Аксинья).

Значения коэффициента вариации отмечены от низких 7,3% (Рубин Дона) до высоких (20,2%) (1005/14).

Выделены генотипы с максимальным содержанием клейковины: Аксинья (31,1%), Танаис (29,9%), Находка (29,4%) и линия 1261/13 (29,1%), которые характеризовались средними значениями коэффициента вариации 12,7; 14,3; 11,9 и 11,9% соответственно.

Индекс деформации клейковины является характеристикой физических и реологических свойств клейковины, который, в свою очередь, влияет на объемный выход хлеба.

Большинство из изучаемых сортов характеризовались ИДК на уровне I–II класса качества (43–77 единиц прибора ИДК) – от 55 ед. п. (Раздолье) до 76 ед. п. (Аксинья, Донская степь).

Сорт Универ (83 ед. п.), линии 1261/13 (78 ед. п.) и 1005/14 (79 ед. п.) относились ко II классу качества.

**2. Характеристика клейковинно-белкового комплекса сортов  
и линий озимой мягкой пшеницы (2017–2019 гг.)**  
**2. Characteristics of the gluten and protein complex of the winter bread wheat varieties  
and lines (2017–2019)**

| Сорт/линия         | Массовая доля белка<br>в зерне, % |       | Количество клейковины<br>в зерне, % |       | Индекс деформации клейковины,<br>единиц прибора ИДК |       |
|--------------------|-----------------------------------|-------|-------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------|-------|
|                    | среднее                           | Cv, % | среднее                             | Cv, % | среднее                                             | Cv, % |
| Ермак, ст.         | 12,90                             | 4,4   | 25,8                                | 15,3  | 65                                                  | 36,0  |
| Танаис             | 13,85                             | 3,6   | 29,9                                | 14,3  | 68                                                  | 39,5  |
| Аксинья            | 13,67                             | 1,7   | 31,1                                | 12,7  | 76                                                  | 24,9  |
| Находка            | 14,11                             | 3,6   | 29,4                                | 11,9  | 66                                                  | 21,0  |
| Этюд               | 13,32                             | 1,8   | 27,0                                | 11,3  | 73                                                  | 7,5   |
| Шеф                | 13,55                             | 2,3   | 28,6                                | 16,4  | 75                                                  | 16,1  |
| Донская степь      | 13,31                             | 3,4   | 26,8                                | 7,9   | 76                                                  | 17,6  |
| Юбилей Дона        | 13,59                             | 3,2   | 26,3                                | 7,8   | 64                                                  | 7,2   |
| Универ             | 12,95                             | 1,6   | 25,6                                | 15,2  | 83                                                  | 17,5  |
| Зодиак             | 13,45                             | 3,7   | 26,0                                | 8,4   | 68                                                  | 5,3   |
| 1261/13            | 14,10                             | 6,1   | 29,1                                | 11,9  | 78                                                  | 15,8  |
| 1005/14            | 13,23                             | 5,3   | 27,3                                | 20,2  | 79                                                  | 13,9  |
| 1580/14            | 13,06                             | 2,7   | 25,4                                | 15,8  | 71                                                  | 13,9  |
| Раздолье           | 12,39                             | 2,0   | 22,4                                | 13,2  | 55                                                  | 28,1  |
| Рубин Дона         | 13,42                             | 3,0   | 27,2                                | 7,3   | 71                                                  | 14,2  |
| НСР <sub>0,5</sub> | 0,15                              | –     | 0,46                                | –     | 4,08                                                | –     |

Все изучаемые генотипы могут быть использованы в селекционном процессе в качестве родительских форм.

Реологические и физические свойства муки и теста не регламентируются ГОСТ 9353-2016, однако это важные характеристики сорта, выраженность которых учитывается при передаче сорта на государственное сортоиспытание, а также в производственном процессе при изготовлении хлебобулочных и других продуктов, где применяется пшеничная мука.

Удельная работа деформации теста и коэффициент отношения упругости теста к его растяжимости характеризуют реологические свойства муки и являются информативными

признаками оценки технологических свойств зерна пшеницы.

Государственной комиссией по сортоиспытанию предъявляются требования к сортам по удельной работе деформации теста (силе муки). Так, значения данной характеристики у сильных сортов должны быть не менее 280 ед. альвеографа, у ценных – не менее 260 ед. альвеографа.

Изучаемые сорта и линии озимой мягкой пшеницы в среднем за годы исследований имели значения удельной работы деформации теста (силы муки) от 159 единиц альвеографа (Универ) до 322 единиц альвеографа (Юбилей Дона) (табл. 3).

**3. Характеристика сортов и линий озимой мягкой пшеницы  
по реологическим свойствам теста (2017–2019 гг.)**  
**3. Characteristics of the winter bread wheat varieties and lines according  
to rheological properties of the dough (2017–2019)**

| Сорт/линия         | Удельная работа<br>деформации теста, ед. а. |       | Коэффициент P/I, ед. |       | Валориметрическая оценка,<br>ед. вал. |       |
|--------------------|---------------------------------------------|-------|----------------------|-------|---------------------------------------|-------|
|                    | среднее                                     | Cv, % | среднее              | Cv, % | среднее                               | Cv, % |
| Ермак, ст.         | 234                                         | 6,2   | 1,8                  | 17,3  | 65                                    | 18,1  |
| Танаис             | 264                                         | 20,2  | 2,7                  | 63,8  | 74                                    | 7,0   |
| Аксинья            | 222                                         | 15,7  | 1,9                  | 33,2  | 73                                    | 9,0   |
| Находка            | 258                                         | 19,2  | 2,9                  | 31,7  | 76                                    | 15,3  |
| Этюд               | 199                                         | 21,8  | 2,4                  | 61,8  | 75                                    | 8,2   |
| Шеф                | 239                                         | 18,3  | 2,5                  | 25,0  | 79                                    | 12,9  |
| Донская степь      | 214                                         | 13,4  | 2,8                  | 34,7  | 70                                    | 10,1  |
| Юбилей Дона        | 322                                         | 19,1  | 3,0                  | 48,3  | 84                                    | 12,7  |
| Универ             | 159                                         | 21,5  | 1,3                  | 61,1  | 55                                    | 18,9  |
| Зодиак             | 204                                         | 20,6  | 2,3                  | 9,2   | 74                                    | 7,5   |
| 1261/13            | 209                                         | 28,7  | 2,0                  | 43,6  | 69                                    | 0,8   |
| 1005/14            | 192                                         | 10,5  | 1,0                  | 48,9  | 62                                    | 8,9   |
| 1580/14            | 187                                         | 4,6   | 4,6                  | 33,2  | 85                                    | 14,2  |
| Раздолье           | 195                                         | 21,9  | 2,2                  | 73,3  | 82                                    | 16,7  |
| Рубин Дона         | 220                                         | 16,5  | 3,3                  | 79,3  | 72                                    | 19,9  |
| НСР <sub>0,5</sub> | 11,07                                       | –     | 0,34                 | –     | 1,85                                  | –     |

Согласно требованиям, классу ценных соответствуют сорта Танаис ( $W = 264$  ед. а.) и Находка ( $W = 258$  ед. а.). Выделен сорт Юбилей Дона с «силой муки» 322 ед. а., который отнесен к классу сильных пшениц. Однако сорта с высокой удельной работой деформации теста могут не в полной мере реализовывать свой потенциал реологических свойств при выпекании хлеба. Для таких сортов требуется изменение технологического процесса (увеличение замеса). В полной мере реализовать свой потенциал данные генотипы по хлебопекарным свойствам могут в смеси с более слабыми, т. е. послужить улучшителем.

Так, сорта Танаис и Находка могут быть использованы в качестве источников высоких реологических свойств, а сорт Юбилей Дона можно использовать в качестве улучшителя в смеси с более слабыми сортами.

Значения коэффициента вариации удельной работы деформации теста изменялись в широких пределах – от низких 4,6 (1580/14) до высоких 28,7% (1261/13). Это свидетельствует о нестабильности его формирования по годам и о значительном влиянии условий выращивания на выраженность данного признака.

Согласно классификационным нормам Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур, коэффициент  $P/I$  для сильных и ценных сортов должен быть в пределах 0,7–2,2.

Установлено, что коэффициент отношения упругости теста к растяжимости теста ( $P/I$ ) у изучаемых генотипов озимой мягкой пшеницы изменялся от 1,0 (1005/13) до 3,3 (Рубин Дона).

Выделены сорта и линии, относящиеся к классу сильных пшениц: 1005/13 (1,0), Универ (1,3), Ермак (1,8), Аксинья (1,9), 1261/14 (2,0), Раздолье (2,2), которые характеризовались оптимальным отношением  $P/I$  и могут быть использованы в селекционном процессе в качестве источников реологических свойств.

Величина коэффициента вариации отношения  $P/I$  отмечена от низких 9,2% (Зодиак)

до очень высоких 79,3% (Рубин Дона). Коэффициент  $P/I$  – один из наиболее сильно варьирующих признаков, что является важной проблемой в селекции озимой пшеницы на высокие хлебопекарные свойства.

Валориметрическая оценка является комплексной характеристикой физических свойств и устойчивости теста к длительной механической нагрузке, которая определяется с помощью прибора фаринограф. Данный признак включен в перечень нормативных требований Госкомиссии по сортоиспытанию при оценке сортов. Для сильной пшеницы требования составляют не ниже 70 е. в., для ценной – не ниже 55 е. в.

Весь изучаемый набор сортов и линий озимой пшеницы по валориметрической оценке соответствовал требованиям, предъявляемым к классу сильных пшениц. Варьирование признака отмечено от 55 ед. в. (Универ) до 85 ед. в. (1580/14).

Значения коэффициента вариации этого признака изменялись в широких пределах – от низких 0,8% (1261/13) до средних 19,9% (Рубин Дона).

Наиболее стабильными по валориметрической оценке были линии 1261/13 (0,8%), 1005/14 (8,9%) и сорта Танаис (7,0%), Зодиак (7,5%), Аксинья (9,0%). Данные генотипы являются источниками ценных признаков и свойств.

Основным методом оценки хлебопекарного качества пшеницы является пробная лабораторная выпечка. Качество хлеба характеризуется объемным выходом и общей хлебопекарной оценкой.

В среднем за годы исследований объемный выход хлеба изучаемых сортов и линий озимой пшеницы находился на уровне от 493 см<sup>3</sup> (Раздолье) до 670 см<sup>3</sup> (Аксинья). Выделены следующие генотипы с максимальными значениями объема хлеба: Аксинья (670 см<sup>3</sup>), Танаис (627 см<sup>3</sup>), Универ (617 см<sup>3</sup>), Донская степь (600 см<sup>3</sup>) и 1005/14 (633 см<sup>3</sup>) (табл. 4).

#### 4. Характеристика сортов и линий озимой мягкой пшеницы по качеству хлеба (2017–2019 гг.) 4. Characteristics of the winter bread wheat varieties and lines according to the quality of bread (2017–2019)

| Сорт/линия         | Объемный выход хлеба, см <sup>3</sup> |       | Общая хлебопекарная оценка, балл |       |
|--------------------|---------------------------------------|-------|----------------------------------|-------|
|                    | среднее                               | Cv, % | среднее                          | Cv, % |
| Ермак, ст.         | 583                                   | 14,0  | 3,7                              | 14,0  |
| Танаис             | 627                                   | 4,0   | 4,0                              | 2,5   |
| Аксинья            | 670                                   | 5,4   | 4,5                              | 7,9   |
| Находка            | 577                                   | 4,4   | 3,6                              | 9,0   |
| Этюд               | 557                                   | 6,8   | 3,5                              | 7,6   |
| Шеф                | 587                                   | 11,1  | 3,5                              | 8,8   |
| Донская степь      | 600                                   | 16,7  | 3,7                              | 16,1  |
| Юбилей Дона        | 497                                   | 3,1   | 3,0                              | 7,0   |
| Универ             | 617                                   | 16,9  | 3,9                              | 18,7  |
| Зодиак             | 550                                   | 7,9   | 3,4                              | 5,1   |
| 1261/13            | 567                                   | 13,4  | 3,5                              | 12,5  |
| 1005/14            | 633                                   | 13,4  | 3,9                              | 13,6  |
| 1580/14            | 563                                   | 6,2   | 3,6                              | 9,8   |
| Раздолье           | 493                                   | 10,4  | 3,8                              | 14,7  |
| Рубин Дона         | 577                                   | 16,1  | 3,4                              | 18,5  |
| НСР <sub>0,5</sub> | 24,15                                 | –     | 0,18                             | –     |

Значения коэффициента вариации объемного выхода хлеба в зависимости от сорта изменялись от слабых 3,1% (Юбилей Дона) до средних 16,7% (Донская степь). Наиболее низкими коэффициентами, т. е. стабильностью признака, характеризовались образцы Юбилей Дона (3,1%), Танаис (4,0%), Находка (4,4%), Аксинья (5,4%), 1580/14 (6,2%), Этюд (6,8%) и Зодиак (7,9%).

Наиболее ценными для селекционного процесса являются сорта Аксинья и Танаис,

у которых сочетаются максимальные значения признака с низкими коэффициентами вариации.

Общая хлебопекарная оценка варьировала за годы исследований от 3 баллов у сорта Юбилей Дона до 4,5 балла у сорта Аксинья. Выделены сорта и линия с максимальными значениями общей оценки хлеба: Аксинья (4,5 балла), Танаис (4,0 балла), Универ (3,9 балла) и 1005/14 (3,9 балла) (рис. 1).



**Рис. 1.** Пробная лабораторная выпечка сортов, выделившихся по объемному выходу хлеба и общей хлебопекарной оценке

**Fig. 1.** Experimental laboratory baking of the varieties identified according to the volume of bread and general baking assessment

Значения коэффициентов вариации признака изменялись от низких 2,5% (Танаис) до средних 18,7% (Универ). Выделены сорта, сочетающие высокую общую хлебопекарную оценку со стабильностью данного признака: Аксинья (4,5 балла;  $C_v = 7,9\%$ ) и Танаис (4,0 балла;  $C_v = 2,5\%$ ).

Для определения доли влияния факторов (А – генотип; В – год исследования; А х В – их взаимодействия) на признаки качества зерна

и муки озимой мягкой пшеницы был проведен двухфакторный дисперсионный анализ.

В результате проведенного анализа было установлено, что основной вклад в формирование натурной массы зерна вносит взаимодействие факторов АВ (генотип х год исследований) – на 61,06%; вклад фактора А (генотип) составил 24,24%; влияние фактора В (год) было недостоверным ( $F_{\text{факт}} < F_{\text{таб}}$ ) (табл. 5).

#### 5. Доли влияния факторов на формирование признаков качества зерна и муки сортов и линий озимой мягкой пшеницы (2017–2019 гг.) 5. Effects of the factors on the formation of quality traits of grain and flour of the winter bread wheat varieties and lines (2017–2019)

| Признак качества                                     | Влияние фактора А (генотип), % | Влияние фактора В (год исследований), % | Влияние взаимодействия факторов АВ, % |
|------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|
| Натурная масса зерна, %                              | 24,24                          | 0,25                                    | 61,06                                 |
| Общая стекловидность, %                              | 52,59                          | 15,51                                   | 29,32                                 |
| Массовая доля белка в зерне, %                       | 58,31                          | 26,43                                   | 14,35                                 |
| Количество сырой клейковины, %                       | 34,09                          | 46,17                                   | 19,09                                 |
| Качество клейковины, единиц прибора ИДК              | 25,55                          | 40,33                                   | 32,94                                 |
| Удельная работа деформации теста, единиц альвеографа | 57,78                          | 23,83                                   | 18,20                                 |
| Коэффициент Р/Л, единиц                              | 36,63                          | 41,24                                   | 21,25                                 |
| Валориметрическая оценка, единиц валориметра         | 46,01                          | 16,31                                   | 37,49                                 |
| Объем хлеба, см³                                     | 41,77                          | 29,14                                   | 24,35                                 |
| Общая хлебопекарная оценка, балл                     | 51,24                          | 20,61                                   | 23,50                                 |

При расчете влияния факторов А (генотип), В (год исследований) и их взаимодействия на качество зерна и муки было установлено, что общая стекловидность (52,59%), массовая доля белка в зерне (58,31%), удельная работа деформации теста (57,78%), валориметрическая оценка (46,01%), объемный выход хлеба (41,77%) и общая хлебопекарная оценка (51,24%) в значительной степени зависят от генотипа.

Условия выращивания оказывали влияние на формирование количества и качества клейковины и коэффициент Р/Л. Влияние было достоверным ( $F_{\text{факт}} > F_{\text{та}}$ ).

**Выводы.** Сорта и линии, которые выделились как по отдельным признакам и свойствам, так и по комплексу, могут быть использованы

в селекционном процессе в качестве источников высокого качества зерна.

Сорт Юбилей Дона рекомендуем использовать в смеси с более слабыми сортами по силе муки для реализации своего потенциала при проведении хлебопекарного анализа.

В результате исследований было установлено, что выраженность таких признаков, как общая стекловидность, массовая доля белка в зерне, удельная работа деформации, валориметрическая оценка, объемный выход хлеба и общая хлебопекарная оценка, в значительной степени зависит от генотипа.

Условия выращивания оказывали влияние на формирование количества и качества клейковины и коэффициент Р/Л.

#### Библиографические ссылки

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. Стереотип. изд. М.: Альянс, 2014. 351 с.
2. Кондратенко Е. П., Егушова Е. А., Косолапов А. А., Сергеева И. А., Яковченко М. А. Сравнительная характеристика урожайности и качества зерна сортов яровой пшеницы на серых лесных почвах. Вестник КрасГАУ. 2016. № 6. С. 105–112.
3. Скрипка О. В., Подгорный С. В., Самофалов А. П., Некрасова О. А., Громова С. Н., Чернова В. Л., Кравченко Н. С. Хлебопекарные качества зерна озимой мягкой пшеницы в условиях юга ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 33–36. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-66-6-33-36>.

#### References

1. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of research results)]. 5-e izd., pererab. i dop. Stereotip. izd. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
2. Kondratenko E. P., Egushova E. A., Kosolapov A. A., Sergeeva I. A., Yakovchenko M. A. Sravnitel'naya harakteristika urozhajnosti i kachestva zerna sortov yarovoj pshenicy na seryh lesnyh pochvah [Comparative characteristics of productivity and grain quality of spring wheat varieties on gray forest soils]. Vestnik KrasGAU. 2016. № 6. S. 105–112.
3. Skripka O. V., Podgorniy S. V., Samofalov A. P., Nekrasova O. A., Gromova S. N., Chernova V. L., Kravchenko N. S. Hlebopekarnye kachestva zerna ozimoy myagkoj pshenicy v usloviyah yuga rostovskoj oblasti [Baking qualities of winter bread wheat grain in the south of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 6(66). S. 33–36. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-66-6-33-36>.

Поступила: 31.08.2020; принята к публикации: 30.10.2020.

**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. – концептуализация исследования; Некрасова О. А. – подготовка опыта; Игнатьева Н. Г., Олдырева И. М., Алты-Садых Ю. Н. – выполнение лабораторных опытов и сбор данных; Кравченко Н. С. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

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

## ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

УДК 632.9+632.4:633.11:470.61

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-108-114

### ВРЕДНОСНОСТЬ БУРОЙ РЖАВЧИНЫ НА СОРТАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ УСТОЙЧИВОСТИ К ПАТОГЕНУ В УСЛОВИЯХ ЮГА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**Т. Г. Дерова**, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, derova06@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-7969-054X;

**Н. В. Шишкин**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, nik.shishkin.1961@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3863-0297;

**О. С. Павленко**, агроном лаборатории иммунитета и защиты растений, olapavlenko3008@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7012-6440;

**А. П. Самофалов**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции озимой пшеницы, samofalova.1986@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1709-2808  
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,  
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Целью данной работы являлось испытание сортов озимой пшеницы в условиях искусственного заражения северокавказской популяцией бурой ржавчины для выявления ее вредоносности. Исследования проводились в два этапа на двух наборах (8 и 10) сортов, различающихся по своей устойчивости к патогену. В результате испытания выявлена высокая вредоносность ржавчины на восприимчивых к ней сортах, которая приводит к снижению урожая от 16,3 до 32,2%. Среди сортов с максимальным поражением выявлен выносливый сорт Тарасовская 29, который при поражении до 100% имел минимальное снижение урожая – не выше 10,6%. Сорта, слабовосприимчивые к бурой ржавчине, снижали урожай от 11,2 до 20,7%. Меньшие показатели снижения урожая среди этой группы у сорта Спартак. Среди пяти сортов, проявивших среднее поражение бурой ржавчиной, наблюдалось различное снижение показателей урожая. Сорт Донская юбилейная, показавший в условиях искусственного заражения бурой ржавчиной минимальное снижение урожая и его структурных элементов, можно отнести, как и сорт Тарасовская 29, к выносливым к поражению бурой ржавчиной. При прогнозе эпифитотии бурой ржавчины восприимчивым и среднеустойчивым сортам пшеницы требуется обязательная защита фунгицидами.

**Ключевые слова:** бурая ржавчина, сорта, поражение, инфекционный фон, снижение урожая, выносливость.

**Для цитирования:** Дерова Т. Г., Шишкин Н. В., Павленко О. С., Самофалов А. П. Вредоносность бурой ржавчины на сортах озимой пшеницы с различным уровнем устойчивости к патогену в условиях юга Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2020. № 6(72). С. 108–114. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-108-114.



### BROWN RUST DAMAGE OF THE WINTER WHEAT VARIETIES WITH DIFFERENT LEVELS OF RESISTANCE TO THE PATHOGEN IN THE SOUTH OF THE ROSTOV REGION

**T. G. Derova**, leading researcher of the laboratory for plant immunity and protection, derova06@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-7969-054X;

**N. V. Shishkin**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for plant immunity and protection, nik.shishkin.1961@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3863-0297;

**O. S. Pavlenko**, agronomist of the laboratory for plant immunity and protection, olapavlenko3008@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7012-6440;

**A. P. Samofalov**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for winter wheat breeding, samofalova.1986@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1709-2808  
Agricultural Research Center "Donskoy",  
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The purpose of the current work was to study the winter wheat varieties artificially infected with the North Caucasian population of brown rust to identify a damage degree. The study was carried out in two stages on two sets (8 and 10) of varieties with different level of resistance to the pathogen. The trials have established a high damage degree of rust on susceptible varieties, which resulted in productivity decrease from 16.3 to 32.2%. Among the varieties with the maximum damage degree, there was identified the most resistant variety 'Tarasovskaya 29' which, when completely (100%) damaged by the disease, showed a minimum productivity decrease, no more than 10.6%. The varieties being poorly susceptible to brown leaf rust reduced the productivity from 11.2% to 20.7%. The smaller indices of productivity decrease among this group were shown by the variety 'Spartak'. Among the five varieties that showed moderate leaf rust damage, there were different degrees of productivity decrease. The variety 'Donskaya Yubileynaya' artificially

infected with brown rust, showed a minimal productivity decrease and its structural elements, and it could be identified as the leaf rust resistant variety like the variety 'Tarasovskaya 29'. When predicting the brown leaf rust epiphytocy, the susceptible and half-resistant wheat varieties require obligatory protection with fungicides.

**Keywords:** brown leaf rust, varieties, damage, infectious background, productivity decrease, hardiness/resistance.

**Введение.** В связи с современной стратегией сельского хозяйства – производство продовольствия в условиях изменяющегося климата (засуха, повышенный температурный режим в летние месяцы) одним из направлений ее является увеличение урожая при уменьшении посевных площадей с защитой растений от вредных организмов. Одним из наиболее важных факторов, вызывающих снижение валовых сборов зерна и урожайности озимой пшеницы, являются болезни. Основной зерновой культурой, востребованной как на внутреннем, так и на внешнем рынке, в России является озимая пшеница (Вожжова и др., 2018).

Высокая насыщенность севооборотов Северокавказского региона зерновыми культурами, внедрение поверхностной обработки почвы значительно повышают риск развития листовых болезней, в том числе и бурой ржавчины. Несмотря на прогресс, достигнутый в изучении возбудителя бурой ржавчины – гриба *Puccinia triticina* Erikss, и успехи практической селекции на устойчивость, это заболевание по-прежнему вызывает ощутимые потери урожая.

Сущность вредоносности ржавчинных болезней состоит в снижении ассимиляции растений, нарушении фотосинтеза, увеличении транспирации и дыхания. Через разрывы эпидермиса, вызываемые пустулами гриба, растение отдает значительную энергию и пластические вещества для восстановления покровов, в итоге снижаются засухоустойчивость и продуктивность растений (Пересыпкин и др., 1991) (рис. 1).



Рис. 1. Бурая ржавчина пшеницы  
Fig. 1. Brown leaf rust of wheat

Снижение урожая зерна при поражении бурой ржавчиной зависит от интенсивности развития заболевания и от сроков первичного заражения растений.

Так, Терехов и др. в 1982 г. считали, что при благоприятных условиях возбудитель бурой ржавчины может снизить урожай пшеницы до 45% (Терехов и др., 1982). В конце 1990-х гг. ряд исследователей установили, что при пора-

жении растений до 80–100% в фазу колошения ущерб урожаю может достигать 50% (Лебедев и др., 1994; Танский и др., 1998).

В последние десятилетия на полях региона при производстве зерна проходит активная сортомена озимой пшеницы (Газе и др., 2018; Филенко и др., 2019) и значительная часть сортов не обладает устойчивостью к этому патогену. Технологические приемы при выращивании зерна и защита посевов от болезней постоянно совершенствуются, так как создаются новые, более продуктивные и пластичные сорта, адаптированные к изменяющимся условиям среды.

В этих условиях важно учитывать не только урожайный потенциал современных сортов, возделываемых на юге России, но и возможные потери от одного из самых распространенных и опасных заболеваний пшеницы – бурой ржавчины.

Цель исследований – определение максимального снижения урожая различных по устойчивости к бурой ржавчине сортов озимой пшеницы с учетом изменения структурных показателей.

**Материалы и методы исследований.** Опыты проводились в ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2007–2010 гг. на полевом инфекционном участке лаборатории иммунитета и защиты растений.

Объектом испытания служили два набора сортов. В 2008 г. изучался набор из 8 восприимчивых к бурой ржавчине сортов: Лада одесская, Сирена одесская, Повага (Украина), Вдала, Тарасовская 29, Береславка 3, Бадулинка, Волгоградская 23 (Россия). В опыте 2009 г. были представлены 10 сортов, созданных в ФГБНУ «АНЦ «Донской», характеризующихся различной степенью устойчивости к возбудителю: Сирена одесская (восприимчивый сорт), Тарасовская 29, Донская безостая, Девиз, Спартак, Зерноградка 8, Дар Зернограда, Дон 95, Донская юбилейная, Ростовчанка 3.

Материалом изучения была северокавказская популяция бурой ржавчины. Опыты проводили в условиях искусственных инфекционных фонов, создаваемых по методике Т. Г. Деровой (1985) (рис. 2).

Изучаемые сорта высевали на делянках площадью 1 м<sup>2</sup>. На растения испытываемых сортов наносили инокулюм (споры бурой ржавчины в смеси с мукой 1 : 400) с нагрузкой 20 мг всхожих спор на 1 м<sup>2</sup> в 2-кратной повторности. Контролем служили делянки этих же сортов, защищенные фунгицидом Альто Супер, КС (0,5 л/га). Обработки делянок проводились в фазу трубкования растений ранцевым опрыскивателем. Проявление и развитие бурой ржавчины учитывали в динамике с начала проявления пустул до молочно-восковой спелости

зерна. Степень поражения сортов учитывали по шкале Peterson et al. (1948).



**Рис. 2.** Схема посева в питомнике бурой ржавчины  
**Fig. 2.** Sowing scheme in a brown leaf rust nursery

Погодные условия 2007 г. на юге Ростовской области характеризовались сильной почвенной и воздушной засухой, вследствие которой на посевах озимой пшеницы отмечалось слабое развитие листовых болезней. В 2008 г. метеоусловия отличались пониженным температурным режимом и обильными осадками в апреле и мае, что способствовало сильному развитию бурой ржавчины. Высокая влажность воздуха, повышенные температуры весной и в первой половине лета 2009 г. создали благоприятные условия для развития листовых пятнистостей на пшенице, в том числе бурой ржавчины. Погодные условия мая 2010 г. были оптимальными для развития листовых болезней: среднемесячная температура составляла 18 °С, что на 1,6 °С выше среднегодовой; влажность воздуха во второй и третьей дека-

дах достигала 80–83% и достаточно большое количество осадков – 105,4 против 51,3 мм среднегодовых. В таких условиях бурая ржавчина получила хорошее развитие (рис. 3).



**Рис. 3.** Развитие бурой ржавчины  
**Fig. 3.** Development of brown leaf rust

**Результаты и их обсуждение.** Исследованиями выявлено, что поражение сортов бурой ржавчиной в различной степени отрицательно влияет как на отдельные структурные показатели урожая сортов озимой пшеницы, так и на урожай.

Так, в опыте 2008 г. все 8 изучаемых сортов на зараженных делянках были поражены бурой ржавчиной до 100%. В острозасушливый 2007 г. развитие бурой ржавчины не было максимальным, поэтому сорта в этом году были поражены в средней степени и для опыта были отобраны только сорта с более высоким поражением. У сорта Тарасовская 29 в 2007–2008 гг. поражение возбудителем (20–30%) было меньшим относительно других отобранных сортов. Мучнистой росой все сорта в изучаемые годы поражались в средней степени.

На контрольных делянках, защищенных фунгицидом, развитие ржавчины к периоду молочно-восковой спелости составило от 0–5% (сорта Лада одесская, Сирена одесская) до 10–15% (сорт Волгоградская 23). На остальных сортах поражение не превышало 5–10% (табл. 1).

### 1. Поражение сортов озимой пшеницы бурой ржавчиной при искусственном заражении (2007–2008 гг.)

#### 1. Damage degree of the winter wheat varieties artificially infected with brown leaf rust (2007–2008)

| Сорт                      | Мучнистая роса, балл |         | Бурая ржавчина, % |          |           |
|---------------------------|----------------------|---------|-------------------|----------|-----------|
|                           | 2007 г.              | 2008 г. | 2007 г.           | *2008 г. | **2008 г. |
| Тарасовская 29            | 2–2,5                | 2,5     | 20–30             | 40–50    | 100       |
| Тарасовская 29 контроль   | –                    | –       | –                 | 0–5      | 5–10      |
| Лада одесская             | 2,0                  | 2,5     | 40–50             | 50–60    | 100       |
| Лада одесская контроль    | –                    | –       | –                 | 1        | 0–5       |
| Повага                    | 2,0                  | 2,0     | 50–60             | 50–60    | 100       |
| Повага контроль           | –                    | –       | –                 | 0–5      | 5–10      |
| Вдала                     | 1,5–5                | 2,0     | 50–60             | 50–60    | 100       |
| Вдала контроль            | –                    | –       | –                 | 0,5      | 5–10      |
| Сирена одесская           | 1–1,5                | 1,5     | 40–50             | 50–60    | 100       |
| Сирена одесская контроль  | –                    | –       | –                 | 1        | 0–5       |
| Береславка                | 1–1,5                | 2–2,5   | 50–60             | 50–60    | 100       |
| Береславка контроль       | –                    | –       | –                 | 0–5      | 5–10      |
| Бадулинка                 | 1–1,5                | 2,0     | 60–80             | 60–80    | 100       |
| Бадулинка контроль        | –                    | –       | –                 | 0–5      | 5–10      |
| Волгоградская 23          | 1,5                  | 1,5     | 50–60             | 80–100   | 100       |
| Волгоградская 23 контроль | –                    | –       | –                 | 0–5      | 10–15     |

\*, \*\*различные учеты в 2008 г.

В исследованиях 2008 г. все 8 сортов характеризовались разнообразием по величине урожая и элементов продуктивности. Основным критерием вредоносности бурой ржавчины является величина потерянного урожая. Фактическая масса семян из 30 колосьев с пораженных растений и защищенного контроля позволяет найти величину снижения урожая.

По результатам опыта восприимчивые сорта показали снижение урожая при поражении

бурой ржавчиной от 10,6 до 32,2%, при этом наблюдалось уменьшение показателей элементов, составляющих структуру урожая.

Наибольшее снижение веса зерна отмечено у сортов Бадулинка (32,2%) и Сирена одесская (29,4%). Минимальное снижение урожая при поражении бурой ржавчиной было у сорта Тарасовская 29 (10,6%) (табл. 2).

**2. Влияние поражения бурой ржавчиной на урожай и структурные элементы сортов озимой пшеницы (2008 г.)**  
**2. The effect of brown leaf rust damage on the yield and its structure elements of the winter wheat varieties (2008)**

| Сорт             | Снижение урожая и его элементов продуктивности по отношению к контролю, % |                          |                     |              |                         |                        |                           |                  |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------|--------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|------------------|
|                  | масса зерна с 30 колосьев                                                 |                          |                     | длина колоса | число колосков в колосе | число зерен в 1 колосе | число зерен в 30 колосьях | масса 1000 зерен |
|                  | с пораженных делюнок, г                                                   | с контрольных делюнок, г | *снижение урожая, % |              |                         |                        |                           |                  |
| Тарасовская 29   | 51,4                                                                      | 57,5                     | 10,6                | 9,4          | 0,5                     | 2,6                    | 2,6                       | 7,4              |
| Лада одесская    | 38,8                                                                      | 51,1                     | 24,1                | 14,4         | 8,3                     | 22,9                   | 22,9                      | 7,5              |
| Повага           | 39,1                                                                      | 46,7                     | 16,3                | 11,8         | 2,0                     | 7,1                    | 7,1                       | 7,8              |
| Вдала            | 37,7                                                                      | 46,6                     | 19,1                | 14,6         | 14,6                    | 31,4                   | 31,4                      | 14,0             |
| Сирена одесская  | 44,1                                                                      | 62,5                     | 29,4                | 5,1          | 2,1                     | 14,1                   | 14,1                      | 16,9             |
| Береславка       | 44,6                                                                      | 59,8                     | 25,4                | 6,1          | 0,5                     | 23,3                   | 23,3                      | 5,6              |
| Бадулинка        | 40,3                                                                      | 59,4                     | 32,2                | 15,4         | 3,9                     | 25,8                   | 25,8                      | 8,8              |
| Волгоградская 23 | 39,9                                                                      | 50,0                     | 20,2                | 4,9          | 4,9                     | 12,4                   | 12,3                      | 10,0             |

\*оценка существенной средней разности по t-критерию показала, что вес зерна с контрольных делюнок существенно превышает вес зерна с пораженных делюнок ( $t_{\phi} = 7,01 > t_{05} = 2,37$ ).

Сорта озимой пшеницы, проявившие максимальное поражение бурой ржавчиной, в большинстве своем значительно снижали урожай от 16,3% (сорт Повага) до 32,2% (сорт Бадулинка). Минимальное снижение вредоносности или выносливости к поражению бурой ржавчиной выявлено у сорта Тарасовская 29, который и по структурным показателям урожая при поражении возбудителем минимально снижает количество колосьев в колосе и, соответственно, общее количество зерен в пробе и массу 1000 зерен.

Снижение урожая зерна обусловлено снижением величин всех показателей урожая. Длина колоса, по сравнению с контролем, была ниже у всех сортов и составляла от 4,9% (Волгоградская 23) до 15,4% (Бадулинка). Ближе к минимальному значению были сорта Сирена одесская (5,1%) и Береславка (6,1%); к максимальному значению – сорта Лада одесская (14,4%), Вдала (14,6%). Сорта Тарасовская 29 и Повага имели средние показатели 9,4% и 11,8% соответственно.

Снижение количества колосков в колосе при поражении сортов составляло от 0,5% (Тарасовская 29, Береславка) до 14,6% у сорта Вдала. Средние значения снижения этого элемента урожая наблюдались у сортов Лада одесская (8,3%), Бадулинка (3,9%), Волгоградская 23 (4,9%).

Уменьшение количества зерен в 30 колосьях, по сравнению с контролем, среди сортов составляло от 2,6% (Тарасовская 29) до 31,4%

(сорт Вдала). Большая часть сортов имела снижения этого показателя более 10% (табл. 2).

Одним из ведущих структурных элементов, определяющих урожайность сорта, является масса 1000 зерен (Кравченко и др., 2016). Отмечено, что масса 1000 зерен в меньшей степени влияет на урожай по сравнению с количеством зерен с колоса и его массой (Фоменко и Грабовец, 2012). В наших опытах снижение данного показателя у изучаемых сортов изменялось от 7,4% (Тарасовская 29) до 16,9% (Сирена одесская). Значительное снижение массы 1000 зерен при поражении бурой ржавчиной проявили также сорта Вдала (14,0%), Береславка (15,6%). Сорта Лада одесская, Повага, Бадулинка имели снижение массы 1000 зерен, близкое к минимальному: 7,5; 7,8; 8,8% соответственно.

В опыте по вредоносности 2009 г. изучалась группа сортов озимой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской», имеющих различные показатели по поражению бурой ржавчиной. Необходимо было выяснить потери урожая от болезни при возделывании различных по устойчивости к бурой ржавчине сортов озимой пшеницы. В качестве восприимчивого сорта использовался сорт Сирена одесская, проявивший максимальные потери в опыте 2008 г. Сорт Тарасовская 29 проявил себя как выносливый сорт, так как при высоком поражении бурой ржавчиной имел низкие показатели снижения урожая и его структурных составляющих. Остальные сорта, по данным

трехлетнего изучения на инфекционном фоне, имели слабую (Донская безостая, Спартак, Девиз) и среднюю восприимчивость к бу-

рой ржавчине (Зерноградка 8, Ростовчанка 3, Дар Зернограда, Дон 95, Донская юбилейная) (табл. 3).

**3. Поражаемость бурой ржавчиной сортов озимой пшеницы в условиях искусственного заражения (2008–2010 гг.)**  
**3. Damage degree of the winter wheat varieties artificially infected with brown leaf rust (2008–2010)**

| Сорт                                | Поражение бурой ржавчиной, % |        |        |
|-------------------------------------|------------------------------|--------|--------|
|                                     | Годы                         |        |        |
|                                     | 2008                         | 2009   | 2010   |
| Сирена одесская, восприимчивый сорт | 60–80                        | 100    | 80–100 |
| Тарасовская 29                      | 80–100                       | 80–100 | 100    |
| Донская безостая                    | 20–30                        | 20–30  | 20–30  |
| Девиз                               | 20–30                        | 20–30  | 20–30  |
| Спартак                             | 15–20                        | 10–15  | 20–30  |
| Зерноградка 8                       | 40–50                        | 50–60  | 40–50  |
| Дар Зернограда                      | 30–40                        | 40–50  | 50–60  |
| Дон 95                              | 30–40                        | 30–40  | 20–30  |
| Донская юбилейная                   | 30–40                        | 30–40  | 30–40  |
| Ростовчанка 3                       | 30–40                        | 30–40  | 20–30  |

По данным опыта 2009 г., восприимчивый сорт Сирена одесская на пораженных бурой ржавчиной делянках показал значительное снижение по всем элементам структуры и самого урожая. Особенно значительным было снижение количества колосков в колосе (на 24,6%), количества зерен в колосе (на 26,3%), общего количества зерен в опыте (на 19,3%) и массы учетного зерна (на 22,7%).

Выделившийся из первого набора выносливый сорт Тарасовская 29 и в условиях 2009 г. при максимальном поражении патогеном имел низкие показатели снижения урожая (на 7,4%) и его составляющих – от 2,9% (число колосков в колосе) до 3,1% (количество зерен в пробе) и 5,2% (количество зерен в колосе) (табл. 4).

**4. Влияние поражения бурой ржавчиной на урожай и структурные элементы сортов озимой пшеницы (2009 г.)**  
**4. The effect of brown leaf rust damage on the yield and its structure elements of the winter wheat varieties (2009)**

| Сорт              | Снижение урожая и его элементов продуктивности по отношению к контролю, % |                          |                     |              |                         |                        |                           |                  |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------|--------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|------------------|
|                   | масса зерна с 30 колосьев                                                 |                          |                     | длина колоса | число колосков в колосе | число зерен с 1 колоса | число зерен в 30 колосьях | масса 1000 зерен |
|                   | с пораженных делянок, г                                                   | с контрольных делянок, г | *снижение урожая, % |              |                         |                        |                           |                  |
| Сирена одесская   | 44,0                                                                      | 60,6                     | 22,7                | 5,2          | 24,6                    | 26,3                   | 19,3                      | 8,6              |
| Тарасовская 29    | 54,3                                                                      | 58,6                     | 7,4                 | 4,0          | 2,9                     | 5,2                    | 3,1                       | 2,5              |
| Донская безостая  | 43,6                                                                      | 54,8                     | 20,7                | 6,3          | 4,5                     | 17,4                   | 11,0                      | 3,0              |
| Девиз             | 47,2                                                                      | 62,7                     | 24,7                | 4,3          | 3,4                     | 11,2                   | 11,1                      | 5,8              |
| Спартак           | 49,7                                                                      | 59,3                     | 17,0                | 1,1          | 2,7                     | 7,7                    | 7,5                       | 4,0              |
| Зерноградка 8     | 50,0                                                                      | 58,2                     | 14,1                | 11,1         | 7,5                     | 18,5                   | 18,5                      | 7,7              |
| Дар Зернограда    | 53,7                                                                      | 58,2                     | 7,7                 | 5,3          | 3,2                     | 11,9                   | 11,9                      | 2,5              |
| Дон 95            | 52,6                                                                      | 58,3                     | 9,8                 | 3,2          | 5,5                     | 11,9                   | 11,8                      | 4,7              |
| Донская юбилейная | 52,8                                                                      | 57,8                     | 8,6                 | 2,3          | 2,7                     | 3,8                    | 3,7                       | 5,1              |
| Ростовчанка 3     | 54,4                                                                      | 60,3                     | 12,8                | 4,7          | 4,6                     | 5,2                    | 5,2                       | 8,0              |

\*оценка существенной средней разности по t-критерию показал, что вес зерна с контрольных делянок существенно превышает вес зерна с пораженных делянок ( $t_{\phi} = 7,39 > t_{05} = 2,26$ ).

Сорта, условно отнесенные к слабовосприимчивым, снижали урожай от 17,0 до 24,7%. Снижение значений элементов структурного анализа этих сортов были также значительно ниже показателей структуры восприимчивого сорта Сирена одесская (табл. 4). Среди этих сортов лучший урожай сформировал сорт Спартак, снизивший его на пораженных делянках только на 17,0%, в то время как сорт

Девиз – на 24,7%, а сорт Донская безостая имел потерю урожая на 20,7%. Также на сорте Донская безостая отмечены более высокие показатели снижения элементов структуры урожая по сравнению с сортами Девиз и Спартак.

Среди 5 сортов со средним поражением бурой ржавчиной варьирование по снижению длины колоса составляло от 2,3 до 11,1%; по количеству колосьев в коло-

се – от 2,7 до 7,5%; по количеству зерен в колосе – от 3,8 до 18,5%; по количеству всего зерен в пробе – от 3,7 до 18,5%; по массе 1000 зерен – от 2,5 до 8,0%. Максимальные значения при этом имел сорт Зерноградка 8, минимальные показатели – у сорта Донская юбилейная. Максимальное снижение веса зерна с 30 колосьев отмечено также на сорте Зерноградка 8 (14,1%), а менее всех среди средневосприимчивых сортов снижал урожай, по сравнению с контролем, сорт Донская юбилейная – на 8,6%. Этот сорт с минимальным снижением урожая и его структурных элементов можно отнести, как и сорт Тарасовская 29, к выносливым к поражению бурой ржавчиной.

Остальные сорта показали средние значения снижения структурных элементов и урожая: Ростовчанка 3 – 12,8%; Дар Зернограда – 15,9%; Дон 95 – 15,9%.

**Выводы.** Изученные восприимчивые к бурой ржавчине сорта озимой пшеницы при максимальном поражении возбудителем снижают урожай от 16,3 до 32,2%. У выносливого сорта Тарасовская 29 при поражении до 100% в различных опытах выявлено меньшее снижение урожая – до 10,6% (2008 г.) и 7,4% (2009 г.). У слабовосприимчивых к патогену сортов потери составили 11,2–20,7%. Средневосприимчивые сорта снижают урожай от 12,8 до 24,8%. Среди этой группы сортов выявлен толерантный сорт Донская юбилейная с меньшим снижением урожая – до 8,5%. При возделывании современных средне- и сильновосприимчивых к бурой ржавчине сортов в условиях эпифитотии потери урожая могут составить 20–32%, поэтому при благоприятном для развития бурой ржавчины прогнозе для защиты таких сортов необходимо обязательное применение фунгицидов.

#### Библиографические ссылки

1. Вожжова Н. Н., Марченко Д. М., Ионова Е. В. Выявление генов устойчивости к биотическим факторам у образцов озимой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2018. № 6(60). С. 52–55. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-52-55.
2. Газе В. Л., Ионова Е. В., Марченко Д. М., Лиховидова В. А. Сортосмена озимой мягкой пшеницы как механизм увеличения продуктивности и устойчивости к абиотическим факторам среды // Зерновое хозяйство России. 2018. № 6(60). С. 16–20. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-16-20.
3. Дерова Т. Г. Создание инфекционного фона для оценки устойчивости сортов озимой пшеницы к болезням // Селекция и семеноводство с.-х. растений в Ростовской области: сб. науч. трудов. Зерноград, 1985. С. 149–154.
4. Кравченко Н. С., Самофалов А. П., Игнатьева Н. Г., Васюшкина Н. Е. Физические и мукомольные свойства сортов озимой мягкой пшеницы // Аграрный вестник Урала. 2016. № 5(147). С. 11–17.
5. Лебедев В. Б., Васильев А. Н., Якубова Е. В. Расчет возможных потерь яровой пшеницы от бурой ржавчины // Доклады ВАСХНИЛ. 1994. № 1. С. 14–16.
6. Пересыпкин В. Ф., Тютюрев С. Л., Баталова Т. С. Болезни зерновых культур при интенсивных технологиях возделывания. М.: Агропромиздат, 1991. 272 с.
7. Филенко Г. А., Марченко Д. М., Скворцова Ю. Г., Кравченко Н. С., Фирсова Е. В. Урожайные, сортовые и посевные качества семян озимой пшеницы в зависимости от репродукции // Зерновое хозяйство России. 2019. № 1(61). С. 10–13. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-61-1-10-13.
8. Фоменко М. А., Грабовец А. И. Усиление аридности климата на Дону в динамике параметров модели сортов озимой мягкой пшеницы // Земледелие, растениеводство, селекция: настоящее и будущее: мат. Междунар. науч.-практ. конференции. Жодино, 2012. Т. 2. С. 210–215.
9. Peterson R. F., Cambell A. B., Hannah A. E. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals // Can. J. Res. 1948. Vol. 26. Pp. 496–500.

#### References

1. Vozhzhova N. N., Marchenko D. M., Ionova E. V. Vyyavlenie genov ustojchivosti k bioticheskim faktoram u obrazcov ozimoy pshenicy [Identification of resistance genes to biotic factors in the winter wheat samples] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 6(60). S. 52–55. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-52-55.
2. Gaze V. L., Ionova E. V., Marchenko D. M., Lihovidova V. A. Sortosmena ozimoy myagkoj pshenicy kak mekhanizm uvelicheniya produktivnosti i ustojchivosti k abioticheskim faktoram sredy [Variety change of winter bread wheat as a mechanism for improvement of productivity and resistance to abiotic environmental factors] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 6(60). S. 16–20. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-16-20.
3. Derova T. G. Sozdanie infekcionnogo fona dlya ocenki ustojchivosti sortov ozimoy pshenicy k boleznyam [Development of an infectious background for assessing the resistance of winter wheat varieties to diseases] // Selekcija i semenovodstvo s.-h. rastenij v Rostovskoj oblasti: sb. nauch. trudov. Zernograd, 1985. S. 149–154.
4. Kravchenko N. S., Samofalov A. P., Ignat'eva N. G., Vasyushkina N. E. Fizicheskie i mukomol'nye svojstva sortov ozimoy myagkoj pshenicy [Physical and milling properties of winter bread wheat varieties] // Agrarnyj vestnik Urala. 2016. № 5(147). S. 11–17.
5. Lebedev V. B., Vasil'ev A. N., Yakubova E. V. Raschet vozmozhnyh poter' yarovoj pshenicy ot buroj rzhavchiny [Calculation of possible losses of spring wheat from leaf rust] // Doklady VASKHNIL. 1994. № 1. S. 14–16.
6. Peresypkin V. F., Tyuterev S. L., Batalova T. S. Bolezni zernovykh kul'tur pri intensivnykh tekhnologiyah vozdel'nyaniya [Diseases of grain crops under intensive cultivation technologies]. M.: Agropromizdat, 1991. 272 s.

7. Filenko G. A., Marchenko D. M., Skvorcova Yu. G., Kravchenko N. S., Firsova E. V. Urozhajnye, sortovye i posevnye kachestva semyan ozimoy pshenicy v zavisimosti ot reprodukcii [Productive, varietal and sowing qualities of winter wheat seeds, depending on reproduction] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2019. № 1(61). S. 10–13. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-61-1-10-13.

8. Fomenko M. A., Grabovec A. I. Usilenie aridnosti klimata na Donu v dinamike parametrov modeli sortov ozimoy myagkoj pshenicy [Strengthening the climate aridity on the Don area in the dynamics of the model parameters of the winter bread wheat varieties] // *Zemledelie, rastenievodstvo, selekciya: nastoyashchee i budushchee: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Zhodino, 2012. T. 2. S. 210–215.

9. Peterson R. F., Cambell A. B., Hannah A. E. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals // *Can. J. Res.* 1948. Vol. 26. Pp. 496–500.

Поступила: 15.09.20; принята к публикации: 24.09.20.

**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.** Дерова Т. Г., Шишкин Н. В. – концептуализация исследования; Дерова Т. Г., Павленко О. С. – подготовка опыта; Шишкин Н. В., Дерова Т. Г. – выполнение полевых/лабораторных опытов и сбор данных; Дерова Т. Г., Шишкин Н. В., Самофалов А. П. – анализ данных и их интерпретация; Дерова Т. Г., Павленко О. С. – подготовка рукописи.

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