

# ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ 1(73)2021

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

### GRAIN ECONOMY OF RUSSIA

#### THEORETICAL AND SCIENCE PRACTICAL JOURNAL

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

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

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

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

#### РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

#### EDITORIAL COUNCIL:

**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 УрФАНЦ УрО РАН (Екатеринбург, Россия);  
**Лукомец В. М.** – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ «ФНЦ «ВНИИМК» (Краснодар, Россия);

**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. Lukiyanenko 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);  
**Zeze N. N.**, Uralsky Research Institute of Agriculture – Dr. Sci. (Agriculture) (Ekaterinburg, Russia);  
**Lukomets V. M.**, Federal Scientific Center "V. S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil crops" – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Krasnodar, Russia);

**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);

**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);

**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);

**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);

**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);

**Romanenko A. A.**, "P.P. Lukiyanenko National Center of Grain" – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Krasnodar, Russia);  
**Sandukhadze B. I.**, Federal Research Center "Nemchinovka" – Dr. Sci. (Agriculture), academician of RAS (Odintsovo, Russia);  
**Sotchenko V. S.**, All-Russian Research Institute of Maize – Dr. Sci. (Agriculture), academician of RAS (Pyatigorsk, Russia);  
**Khramtsov I. F.**, Omsk Agrarian Scientific Center – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Omsk, Russia);  
**Shevchenko S. N.**, Samara Federal Research Scientific Center of the Russian Academy of Sciences – Dr. Sci. (Agriculture), corresponding member of RAS (Samara, Russia);

**Ле Зунь Хай** – Агрогенетический институт (Ханой, Вьетнам);  
**Халил Сурек** – 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).

**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).

#### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

#### EDITORIAL BOARD:

**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).

**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 (Persianovsky, 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 20.02.2021.  
Дата выхода 10.03.2021. Формат 60x84/8. Тираж 300. Заказ № 0000-00.  
Отпечатано в ООО «Амирит», 410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 88.

## ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ

### Содержание

#### СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

- Ионова Е. В., Лиховидова В. А., Газе В. Л.** Изменение механизмов адаптивности и урожайности сортов озимой мягкой пшеницы в засушливых условиях по этапам сортосмены **3**
- Пономарева М. Л., Пономарев С. Н., Маннапова Г. С., Гильмуллина Л. Ф., Илалова Л. В., Вафина Г. С.** Новый сорт озимой ржи «Зилант» с широкой адаптацией **8**
- Левакова О. В.** Селекционная работа по созданию адаптированных к нечерноземной зоне РФ сортов ярового ячменя и перспективы развития данной культуры в Рязанской области **14**
- Корелина В. А., Батакова О. Б., Зобнина И. В., Кабашов А. Д.** Хозяйственно-биологические признаки нового сорта овса ярового «Архан» **20**
- Крючкова Н. А., Муругова Г. А., Клыков А. Г.** Величина гетерозиса хозяйственно-ценных признаков у многорядных гибридов F<sub>1</sub> ярового ячменя при насыщающих скрещиваниях **26**
- Малокостова Е. И.** Хозяйственно-биологическая характеристика сортов яровой мягкой пшеницы селекции НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева **31**

#### ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

- Биктимиров Р. А., Низаева А. А.** Оценка экологической стабильности и пластичности сортов зернового сорго в условиях Республики Башкортостан **39**
- Костылев П. И., Ладатко М. А., Краснова Е. В., Зеленева И. А., Фолиянц Б. В., Аксенов А. В.** Экологическое испытание ростовских сортов риса в условиях Краснодарского края **44**
- Горянин О. И., Мадякин Е. В., Джангабаев Б. Ж., Яковлева Н. А.** Совершенствование технологии возделывания озимой пшеницы в засушливых условиях Поволжья **52**
- Зезин Н. Н., Постников П. А.** Формирование и налив зерна с урожаем яровой пшеницы в различных метеоусловиях **57**
- Садовой А. С., Барановский А. В.** Биоэнергетическая оценка применения регуляторов роста растений на посевах проса в условиях Донбасса **63**
- Метлина Г. В., Васильченко С. А.** Эффективность гербицида Балерина на сорго зерновом **68**
- Бахвалова С. А., Пискунова Х. А., Федорова А. В.** Повышение качества зерна яровой пшеницы при применении водорастворимого удобрения «Акварин 5» **73**
- Черепанова Т. А., Безмутко С. В., Лелявская В. Н.** Оценка влияния инсектофунгицидного протравителя Селест Топ на растения риса **78**

#### АГРОХИМИЯ

- Ледовский Е. Н., Доронин В. Г.,** Влияние азотных удобрений и их баковых смесей с гербицидами и фунгицидом на урожайность яровой пшеницы **82**

## GRAIN ECONOMY OF RUSSIA

### Contents

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

- Ionova E. V., Likhovidova V. A., Gaze V. L.** The changes of adaptability and productivity of the winter bread wheat varieties in arid conditions according to the stages of variety changing **3**
- Ponomareva M. L., Ponomarev S. N., Mannapova G. S., Gilmullina L. F., Ilalova L. V., Vafina G. S.** The new winter rye variety 'Zilant' with broad adaptability **8**
- Levakova O. V.** The breeding work on development of the spring barley varieties adapted to the non-blackearth region of the Russian Federation and the prospects for growing of the variety in the Ryazan Region **14**
- Korelina V. A., Batakova O. B., Zobnina I. V., Kabashov A. D.** Economic and biological characteristics of the new spring oats variety "Arkhan" **20**
- Kryuchkova N. A., Murugova G. A., Klykov A. G.** The heterosis value of economically valuable traits in the multi-row hybrids F<sub>1</sub> of spring barley obtained by saturating crossings **26**
- Malokostova E. I.** Economic and biological characteristics of the spring bread wheat varieties developed in the Voronezh FASC named after V. V. Dokuchaev **31**

#### GENERAL AGRICULTURE AND PLANT-BREEDING

- Biktimirov R. A., Nizaeva A. A.** The estimation of environmental stability and adaptability of the grain sorghum varieties in the Republic of Bashkortostan **39**
- Kostylev P. I., Ladatko M. A., Krasnova E. V., Zeleneva I. A., Foliyants B. V., Aksenov A. V.** Ecological trial of the rostov rice varieties in the Krasnodar territory **44**
- Goryanin O. I., Madyakin E. V., Dzhangabaev B. Zh., Yakovleva N. A.** The improvement of the winter wheat cultivation technology in arid conditions of the Povolzhie **52**
- Zein N. N., Postnikov P. A.** Spring wheat grain formation and filling and its productivity under various weather conditions **57**
- Sadovoy A. S., Baranovsky A. V.** The bioenergetic estimation of the use of plant growth regulators for millet sowings in the Donbass **63**
- Metlina G. V., Vasilchenko S. A.** The efficiency of the herbicide 'Ballerina' on grain sorghum **68**
- Bakhvalova S. A., Piskunova Kh. A., Fedorova A. V.** Improving of spring wheat grain quality when using the water-soluble fertilizer "Akvarin 5" **73**
- Cherepanova T. A., Bezmutko S. V., Lelyavskaya V. N.** The estimation of the insect fungicidal disinfectant 'Selist Top' effect on rice plants **78**

#### CHEMISTRY

- Ledovsky E. N., Doronin V. G.** The effect of nitrogen fertilizers and their tank mixtures with herbicides and fungicides on spring wheat productivity **82**

## СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

УДК 633.11:631.521:632.111.6

DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-3-7

### ИЗМЕНЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ АДАПТИВНОСТИ И УРОЖАЙНОСТИ СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ ПО ЭТАПАМ СОРТОСМЕНЫ

**Е. В. Ионова**, доктор сельскохозяйственных наук, руководитель центра фундаментальных научных исследований, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;  
**В. А. Лиховидова**, младший научный сотрудник лаборатории физиологии растений, ORCID ID: 0000-0002-5340-4901;  
**В. Л. Газе**, младший научный сотрудник лаборатории физиологии растений, ORCID ID: 0000-0002-4618-6125  
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,  
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Представлены результаты исследований по изменению степени адаптивности к водному и температурному стрессам и величины урожайности по этапам сортосмены. Для исследований были взяты 13 сортов озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». Установлено, что сорта первых этапов сортосмены (I–IV этап, 1950–1989 г.) практически не различались по степени засухоустойчивости и величине продуктивности растений озимой мягкой пшеницы. В связи с этим анализ изменения адаптивности сортов озимой пшеницы проведен, начиная с V этапа сортосмены. Уровень засухоустойчивости вырос от слабосреднезасухоустойчивых сортов (37,4–51%), относящиеся к V этапу сортосмены до высокозасухоустойчивых образцов (80,4–93,3%) – VII этап сортосмены. Отмечен значительный рост урожайности сортов озимой мягкой пшеницы, районированных с 2010 по 2019 год (VII этап сортосмены). Наибольшее число устьиц на единицу площади листа в V этапе сортосмены зафиксировано у сорта Дон 95 (12,2 шт/мм<sup>2</sup>). В VI этапе сортосмены наивысшее значение данного показателя отмечено у сорта Дон 105 (18,8 шт/мм<sup>2</sup>), а в VII – этапе у сорта Краса Дона (26,9 шт/мм<sup>2</sup>). Сухая масса корней сортов пятого этапа сортосмены варьировала от 1,18 (Донщина) до 1,41 г (Дон 95), тогда как у сортов VI этапа этот показатель изменялся от 1,97 (Донской маяк) до 2,29 г (Дон 105), а наибольшие показатели сухой массы корней зафиксированы на VII этапе сортосмены и составили от 2,34 (Дон 107) до 2,79 (Аскет). Такие же закономерности отмечены и в изменении величины объема корней по этапам сортосмены.

**Ключевые слова:** озимая мягкая пшеница, сорт, сортосмена, засухоустойчивость, урожайность, ксероморфность, корневая система.

**Для цитирования:** Ионова Е. В., Лиховидова В. А., Газе В. Л. Изменение механизмов адаптивности и урожайности сортов озимой мягкой пшеницы в засушливых условиях по этапам сортосмены // Зерновое хозяйство России. 2021. № 1(73). С. 3–7. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-3-7.



### THE CHANGES OF ADAPTABILITY AND PRODUCTIVITY OF THE WINTER BREAD WHEAT VARIETIES IN ARID CONDITIONS ACCORDING TO THE STAGES OF VARIETY CHANGING

**E. V. Ionova**, Doctor of Agricultural Sciences, head of the Center of fundamental researches, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;  
**V. A. Likhovidova**, junior researcher of the laboratory for plant physiology, ORCID ID: 0000-0002-5340-4901;  
**V. L. Gaze**, junior researcher of the laboratory for plant physiology, ORCID ID: 0000-0002-4618-6125  
Agricultural Research Center “Donskoy”,  
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; email: vniizk30@mail.ru

The current paper has presented the study results on the change of adaptability to water and temperature stresses and the value of productivity according to the stages of variety changing. There have been selected 13 winter bread wheat varieties developed in the FSBSI Agricultural Research Center “Donskoy”. It was found that the varieties of the first stages of the variety changing (I–IV stage, 1950–1989) practically did not differ in the degree of drought tolerance and the value of productivity of winter bread wheat. In this regard, there was carried out an analysis of changes in the adaptability of winter wheat varieties starting from the V stage of the variety changing. The degree of drought tolerance increased from the weakly-medium drought-resistant varieties (37.4–51%) belonging to the V stage of the variety changing to highly drought-resistant samples (80.4–93.3%) belonging to the VII stage of the variety changing. There was a significant productivity increase of the winter bread wheat varieties zoned from 2010 to 2019 (the VII stage of the variety changing). The largest number of stomata per unit of leaf area in the V stage of the variety changing was identified in the variety ‘Don 95’ (12.2 pcs/mm<sup>2</sup>). In the VI stage of the variety changing, the largest value of this indicator was identified in the variety ‘Don 105’ (18.8 pcs/mm<sup>2</sup>), and in the variety ‘Krasa Dona’ (26.9 pcs/mm<sup>2</sup>) in the VII stage of the variety changing. The dry weight of roots of the varieties of the V stage of the variety changing varied from 1.18 (the variety ‘Donshchina’) to 1.41 g (the variety ‘Don 95’), while in varieties of the VI stage this indicator varied from

1.97 (the variety 'Donskoy Mayak') to 2.29 g (the variety 'Don 105'), and the largest dry weight of roots was identified at the VII stage of the variety changing and ranged from 2.34 (the variety 'Don 107') to 2.79 (the variety 'Asket'). The same regularity was established for the change in the amount of roots according to the stages of variety changing.

**Keywords:** winter bread wheat, variety, variety changing, drought resistance/tolerance, productivity, xeromorphy, root system.

**Введение.** Одним из основных путей получения высокой урожайности зерновых культур является подбор адаптивных сортов, способных обеспечить стабильную урожайность вне зависимости от погодных условий. Сорт является наиболее экономически эффективным средством получения высокой урожайности при минимальных затратах (Хронок и др., 2016). Замена старых сортов новыми, более продуктивными, обладающими высокой адаптацией к региональному типу засухи, является одним из наиболее действующих и вместе с тем наиболее эффективных способов повышения урожайности (Сапега, 2016). Поэтому большая роль в решении этих проблем отводится сортомене. Сортомена – это замена одного районированного сорта другим, с более ценными хозяйственными признаками. Сортомена должна осуществляться через 4–5 лет, чтобы скорее реализовать преимущества нового сорта (Черткова и др., 2020).

Селекционно-опытные учреждения непрерывно создают новые сорта и гибриды сельскохозяйственных культур, которые, как правило, существенно превосходят старые, распространенные в производстве сорта по урожайности и адаптивности к неблагоприятным условиям выращивания (Кравченко и др., 2018). У разных сортов проявляются специфические приспособительные реакции к засухе и к высоким положительным температурам. Исследование природы реакции сортов на влияние почвенной, воздушной засухи и высоким положительным температурам воздуха является актуальным (Сухоруков, 2015; Ходаницкий и др., 2017).

Целью исследований являлось изучение изменения степени адаптивности к водному и температурному стрессам и величины урожайности по этапам сортомены.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводили в 2014–2019 гг. Объектом исследований служили сорта озимой мягкой пшеницы селекции «АНЦ «Донской». Определение засухоустойчивости косвенными методами проводили по методическому руководству «Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям» под редакцией В. Г. Удовенко (1988). Испытание сортов на засухоустойчивость в условиях модельной засухи («засушник») по методу В. В. Маймистова (1988). Оценка засухоустойчивости по характеристикам развития корневой системы (на протяжении всего вегетационного периода) – по методу ВИР в изложении Г. С. Балык (1979). Ксероморфность озимой пшеницы определяли по методу Г. В. Удовенко (1988). Полученные данные обрабатывали статистически с использованием пакетов программ Microsoft Office Excel 10.

**Результаты и их обсуждение.** Одно из важных средств борьбы с засухой – возделывание засухоустойчивых сортов. Под засухоустойчивостью растений подразумевается их способность наиболее продуктивно использовать воду при высокой температуре, низкой влажности почвы и воздуха и давать в этих условиях высокий урожай при хорошем качестве продукции. Большая роль в повышении продуктивности и устойчивости к неблагоприятным условиям среды используется в производстве сортов отводится сортомене. Каждый период сортомены представляет собой как бы более высокую ступень, качественно новый этап совершенствования той или иной сельскохозяйственной культуры (Черткова и др., 2020).

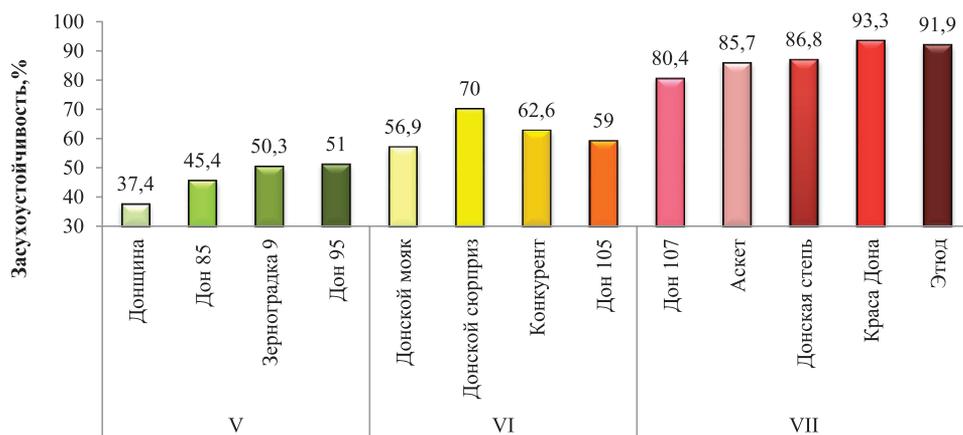
Сорта первых этапов сортомены (I–IV этап, 1950–1989 гг.) практически не различались по степени засухоустойчивости и величине продуктивности растений озимой мягкой пшеницы (Газе и др., 2018). В связи с этим анализ изменения адаптивности сортов озимой пшеницы проведен, начиная с V этапа сортомены. Засухоустойчивость современных сортов значительно превышает адаптивность сортов на предыдущих этапах сортомены. Уровень засухоустойчивости вырос от слабо-среднезасухоустойчивых сортов (37,4–51%), относящиеся к V этапу сортомены, до высокозасухоустойчивых образцов (80,4–93,3%) – VII этап сортомены (рис. 1).

Сорта озимой пшеницы VI этапа сортомены обладали более высокой засухоустойчивостью в сравнении с V этапом сортомены, но имели более низкую адаптивность к засухе в сравнении с VII этапом.

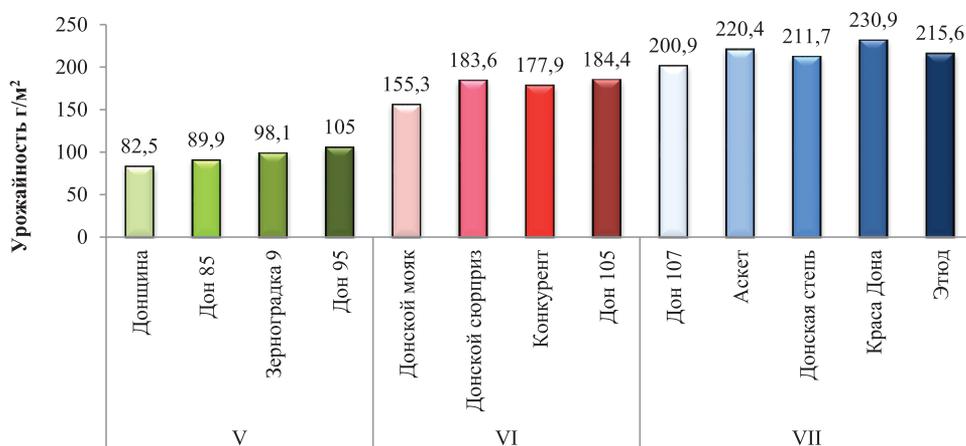
Урожайность сортов пшеницы V этапа сортомены варьировала от 82,5 (Донщина) до 105,5 г/м<sup>2</sup> (Дон 95) (рис. 2).

Рост урожайности сортов VI этапа сортомены в сравнении с V этапом составил в среднем 80,7 (46,4%) г/м<sup>2</sup>. Максимальную урожайность VI этапа сортомены в условиях жесткой засухи 30% ПВ сформировали Дон 105 (184,4 г/м<sup>2</sup>) и Донской сюрприз (183,6 г/м<sup>2</sup>). Отмечен значительный рост урожайности сортов озимой мягкой пшеницы районированных с 2010 по 2019 год (VII этап сортомены). В сравнении с сортами V этапа сортомены в среднем урожайность увеличилась на 121,3 г/м<sup>2</sup> (56,5%), а с VI на 40,6 г/м<sup>2</sup> (18,8%).

Обезвоживание тканей, возникающее во время засухи, изменяет ход физиолого-биохимических процессов, что в свою очередь отражается на ростовых процессах, анатомии и морфологии.



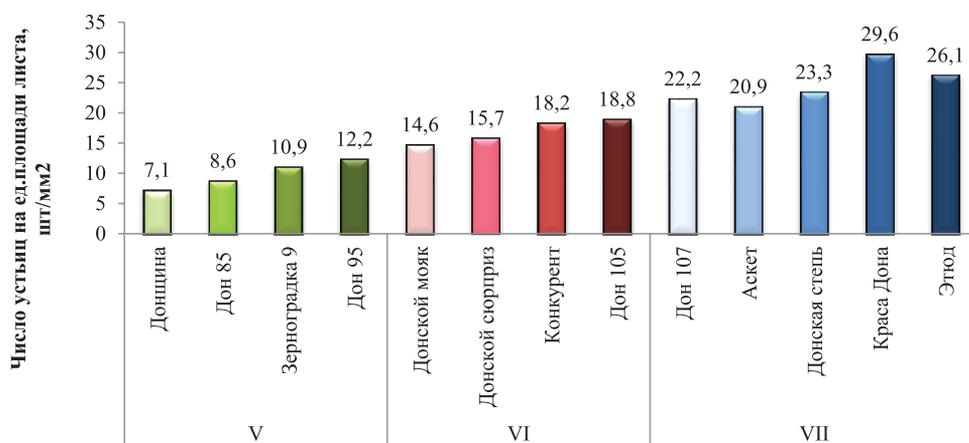
**Рис. 1.** Изменение засухоустойчивости сортов озимой мягкой пшеницы по этапам сортосмены  
**Fig. 1.** The changes of drought tolerance of the winter bread wheat varieties according to the stages of variety changing



**Рис. 2.** Изменение величины урожайности сортов озимой мягкой пшеницы по этапам сортосмены в условиях острой засухи  
**Fig. 2.** The changes of productivity of the winter bread wheat varieties according to the stages of variety changing in tough drought

Водный дефицит способствует более быстрой дифференцировке тканей, что при замедлении общего роста приводит к развитию ксероморфизма (мелкоклеточная структура), который определяется числом устьиц на еди-

ницу площади листа. Наибольшее число устьиц на единицу площади листа в V этапе сортосмены зафиксировано у сорта Дон 95 (12,2 шт/мм<sup>2</sup>) (рис. 3).



**Рис. 3.** Изменение количества устьиц на единицу площади листа сортов озимой мягкой пшеницы по этапам сортосмены в условиях острой засухи  
**Fig. 3.** The changes of a number of stomata per unit of leaf area of the winter bread wheat varieties according to the stages of variety changing in tough drought

В VI этапе сортосмены наивысшее значение данного показателя отмечены у сорта Дон 105 (18,8 шт/мм<sup>2</sup>), а в VII этапе – у сорта Краса Дона (26,9 шт/мм<sup>2</sup>).

Установлено, что меньший объем клеток растений позволяет им легче выносить напряжение, возникающее при сжатии клеток в процессе обезвоживания, мелкоклеточные формы построены более целесообразно, чем крупноклеточные. Мелкие клетки способны выдерживать более сильный отрицательный тургор, чем крупные, и это может быть важным фактором в адаптации к засухе.

Рост урожайности VI и VII этапа сортосмены по сравнению с V зависит также и от развития

корневой системы растений. На величину продуктивности сортов озимой мягкой пшеницы большое влияние оказывает степень развития корневой системы растений. Изменение сухой массы и объема корней по этапам сортосмены показывает успехи селекционной работы в данном направлении.

Сухая масса корней сортов пятого этапа сортосмены варьировала от 1,18 (Донщина) до 1,41 г (Дон 95), тогда как у сортов VI этапа этот показатель изменялся от 1,97 (Донской маяк) до 2,29 г (Дон 105), а наибольшие показатели сухой массы корней зафиксированы на VII этапе сортосмены и составили от 2,34 (Дон 107) до 2,79 г (Аскет) (рис. 4).

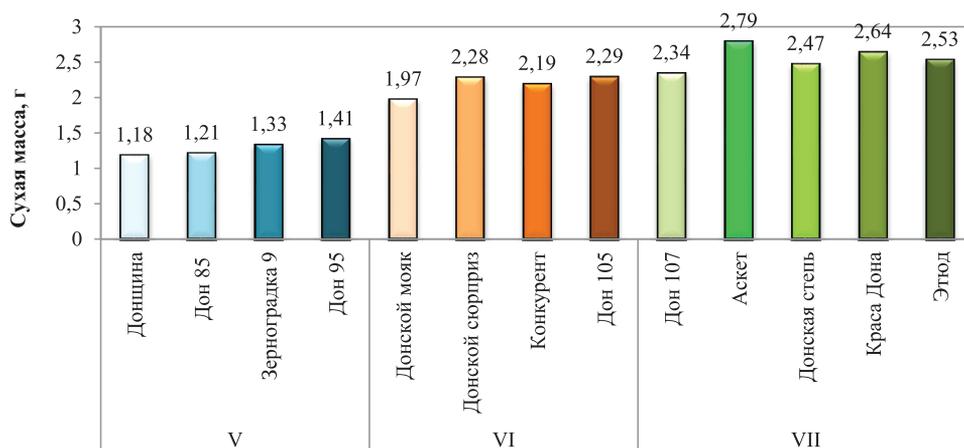


Рис. 4. Изменение сухой массы корней сортов озимой мягкой пшеницы по этапам сортосмены в условиях острой засухи

Fig. 4. The changes of dry weight of roots of the winter bread wheat varieties according to the stages of variety changing in tough drought

Такие же закономерности отмечены и в изменении величины объема корней по этапам сортосмены. На V этапе растения озимой пшеницы формировали объем корней от 2,32

(Донщина) до 2,7 см<sup>3</sup> (Дон 95), на VI этапе – от 2,77 (Донской маяк) до 3,06 см<sup>3</sup> (Дон 105) и на VII этапе – от 3,09 (Дон 107) до 3,61 см<sup>3</sup> (Аскет) (рис. 5).

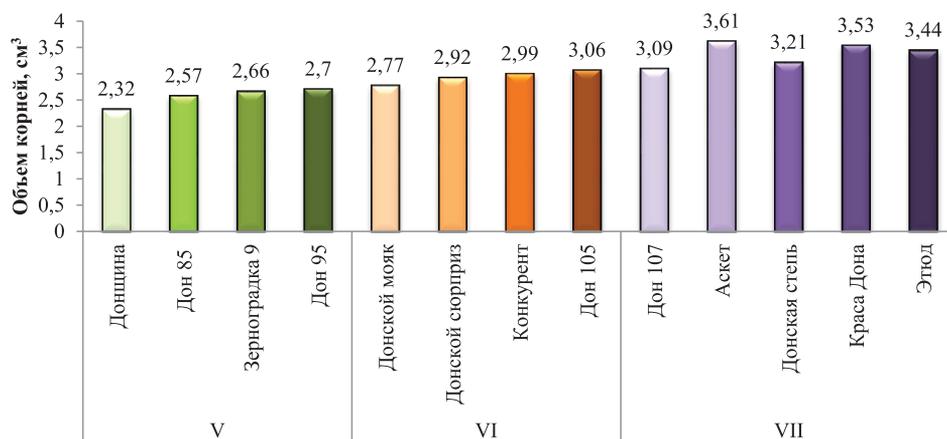


Рис. 5. Изменение объема корней сортов озимой мягкой пшеницы по этапам сортосмены в условиях острой засухи

Fig. 5. The changes of the amount of roots of the winter bread wheat varieties according to the stages of variety changing in tough drought

**Выводы.** Для объективной оценки исходного и селекционного материала, сочетающе-

го в себе целый комплекс ценных признаков и свойств, требуются разработка, освоение но-

вых и усовершенствование существующих подходов и методов. Для осуществления сортосмены и для устойчивого развития зернового производства в регионе необходимо создание новых конкурентоспособных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, устойчивых к целому комплексу стрессовых факторов

за счёт эффективной мобилизации адаптивного потенциала растений. К таким относятся сорта последнего этапа сортосмены с высоким уровнем урожайности от 200,9 г (Дон 107) до 230,9 г/м<sup>2</sup> Краса Дона в условиях жесткой засухи.

#### Библиографические ссылки

1. 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.
2. Кравченко Н. С., Лиховидова В. А., Скрипка О. В. Качество зерна и засухоустойчивость сортов озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 28–32.
3. Сапега В. А. Потенциал урожайности, стрессоустойчивость и экологическая пластичность среднеранних сортов яровой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2016. № 2(44). С. 6–10.
4. Сухоруков А. А. Влияние различных типов засухи на урожайность сортов озимой пшеницы // Молодой ученый. 2015. № 22.2. С. 12–14.
5. Хронюк В. Б., Панченко М. В. Приемы повышения продуктивности сортов озимой мягкой пшеницы в засушливых условиях Нижнего Дона // Зерновое хозяйство России. 2016. № 4(46). С. 7–21.
6. Черткова Н. Г., Скворцова Ю. Г., Фирсова Т. И., Филенко Г. А. Семеноводство и периоды сортосмены ярового ячменя в ФГБНУ «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2020. № 4(70). С. 61–64. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-70-4-61-64>.
7. Ходаницкий В., Ходоницкая А. Вторичные корни пшеницы озимой и урожай // Пропозиция. 2017. № 2. С. 64–65.

#### References

1. 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 improving productivity and resistance to abiotic environmental factors] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 6(60). S. 16–20.
2. Kravchenko N. S., Lihovidova V. A., Skripka O. V. Kachestvo zerna i zasuhoustojchivost' sortov ozimoy myagkoj pshenicy [Grain quality and drought resistance of winter bread wheat varieties] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(55). S. 28–32.
3. Sapega V. A. Potencial urozhajnosti, stressoustojchivost' i ekologicheskaya plastichnost' srednerannih sortov yarovoj pshenicy [Productivity potential, stress resistance and ecological adaptability of middle-early spring wheat varieties] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 2(44). S. 6–10.
4. Suhorukov A. A. Vliyanie razlichnyh tipov zasuhi na urozhajnost' sortov ozimoy pshenicy [Effect of different types of drought on productivity of the winter wheat varieties] // Molodoj uchenyj. 2015. № 22.2. S. 12–14.
5. Hronyuk V. B., Panchenko M. V. Priemy povysheniya produktivnosti sortov ozimoy myagkoj pshenicy v zasushlivyh usloviyah Nizhnego Dona [Methods for improving productivity of winter bread wheat varieties in arid conditions of the Nizhny Don] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 4(46). S. 7–21.
6. Chertkova N. G., Skvorcova Yu. G., Firsova T. I., Filenko G. A. Semenovodstvo i periody sortosmeny yarovogo yachmenya v FGBNU «ANC «Donskoj» [Seed production and periods of variety change of spring barley in the Federal State Budgetary Scientific Institution "ARC "Donskoy"] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2020. № 4(70). S. 61-64. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-70-4-61-64>.
7. Hodanickij V., Hodonickaya A. Vtorichnye korni pshenicy ozimoi i urozhaj // Propoziciya. 2017. № 2. S. 64–65.

Поступила: 3.11.20; принята к публикации: 11.01.21.

**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 исследования; Газе В. Л. – выполнение полевых / лабораторных опытов и сбор данных; Лиховидова В. А. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

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

## НОВЫЙ СОРТ ОЗИМОЙ РЖИ ЗИЛАНТ С ШИРОКОЙ АДАПТАЦИЕЙ

**М. Л. Пономарева**, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела селекции озимых культур, smponomarev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-1648-3938;  
**С. Н. Пономарев**, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела селекции озимых культур, smponomarev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-8898-4435;  
**Г. С. Маннапова**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции озимых культур, mgs1980@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-9097-783X;  
**Л. Ф. Гильмуллина**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела селекции озимых культур, lilya-muslima@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-9358-5471;  
**Л. В. Илалова**, научный сотрудник отдела селекции озимых культур, love\_bulkina@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7654-7676;  
**Г. С. Вафина**, научный сотрудник отдела селекции озимых культур, gulnara.mannapowa@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-1181-0098  
*Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства ФИЦ Казанский научный центр РАН, 420059, Республика Татарстан, г. Казань, Оренбургский тракт, 48, e-mail: tatniva@mail.ru*

Цель работы – создать высокопродуктивный сорт озимой ржи хлебопекарного направления с повышенной устойчивостью к комплексу неблагоприятных факторов и широкой адаптивной способностью.

Селекционная работа по созданию ржи Зилант выполнена в ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН в 2005–2015 гг. Изучение сорта в конкурсном сортоиспытании проводили в 2016–2019 гг. в сравнении со стандартами Радонь и Танта. Представлена развернутая характеристика Зиланта по хозяйственно-ценным показателям и адаптивному потенциалу по урожайности зерна. Данный сорт озимой ржи сформировал наивысшую урожайность в среднем за 4 года (50,2 ц/га) в сочетании с высоким качеством зерна (число падения – 229 с, высота амилограммы – 647 е.а. против 224 с и 625 е.а. у стандарта Радонь). Зилант обладает доминантно-моногонным типом короткостебельности, прочной короткой соломиной (на 14–13 см ниже стандартов). Сорт имеет полевую устойчивость к ржавчинным инфекциям и спорынье, устойчивость к мучнистой росе на уровне стандарта Радонь. Установлено, что рожь Зилант в среднем за годы испытания характеризуется достоверно более высокой урожайностью (50,2 ц/га, НСР<sub>05</sub> = 1,5 ц/га) по сравнению с контролем обладает хорошим сочетанием пластичности ( $b_1 = 1,149$ ) и стабильности ( $\sigma^2 = 3,17$ ). Эти преимущества сорта обеспечиваются устойчивостью к неблагоприятным условиям среды, формированием более густого ценоза, полевой устойчивостью к болезням, коротким неполегающим стеблестоем. Рожь Зилант формирует зерно с высокими хлебопекарными качествами, соответствующее 1 классу стандартов по зерну и муке. Сорт отзывчив на улучшение условий возделывания, в меньшей степени реагирует на стрессовые факторы и адаптирован к широкому кругу сред.

**Ключевые слова:** озимая рожь, селекция, сорт, урожайность, экологическая пластичность, стабильность, качество зерна.

**Для цитирования:** Пономарева М. Л., Пономарев С. Н., Маннапова Г. С., Гильмуллина Л. Ф., Илалова Л. В., Вафина Г. С. Новый сорт озимой ржи Зилант с широкой адаптацией // Зерновое хозяйство России. 2021. № 1(73). С. 8–13. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-8-13.



## THE NEW WINTER RYE VARIETY 'ZILANT' WITH BROAD ADAPTABILITY

**M. L. Ponomareva**, Doctor of Biological Sciences, professor, main researcher of the department of winter crop breeding, smponomarev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-1648-3938;  
**S. N. Ponomarev**, Doctor of Agricultural Sciences, main researcher of the department of winter crop breeding, smponomarev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-8898-4435;  
**G. S. Mannapova**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the department of winter crop breeding, mgs1980@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-9097-783X;  
**L. F. Gilmullina**, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the department of winter crop breeding, lilya-muslima@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-9358-5471;  
**L. V. Ilalova**, researcher of the department of winter crop breeding, love\_bulkina@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7654-7676;  
**G. S. Vafina**, researcher of the department of winter crop breeding, gulnara.mannapowa@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-1181-0098  
*Tatarsky Research Institute of Agriculture FRC of the Kazan Scientific Center of RAS, 420059, Republic of Tatarstan, Kazan, Orenburg tract, 48; e-mail: tatniva@mail.ru*

The purpose of the current work was to develop a highly productive winter rye variety for bakery with improved resistance to a complex of unfavorable factors and broad adaptability. The breeding work on the rye variety 'Zilant' was conducted in the Tatarsky Research Institute of Agriculture FRC of the Kazan Scientific Center of RAS in 2005–2015. The study of the variety in the Competitive Variety Testing was carried out in 2016–2019, in comparison with the standard varieties 'Radon' and 'Tantana'. There has been presented a detailed characteristics of the variety 'Zilant' in terms of economically valuable indicators and adaptive potential according to grain productivity. The winter rye variety 'Zilant' formed the largest productivity on average for 4 years (50.2 hwt/ha) and produced high grain quality (229 s of a falling number and 647 u.a. of amylogram height, versus 224 s of a falling number and 625 u.a. of amylogram

height of the standard variety 'Radon'). The variety 'Zilant' has a dominant-monogenic type of short stems, strong short straw (on 14–13 cm lower than that of the standards). The variety possesses the same degree of field resistance to rust infections and ergot, resistance to powdery mildew as the standard variety 'Radon'. There was determined that the rye variety 'Zilant', on average over the years of trials, was characterized by a significantly higher productivity (50.2 hwt/ ha,  $HCP_{05} = 1.5$  c/ha) compared to the control, had a good combination of adaptability ( $b_i = 1.149$ ) and stability ( $\sigma_d^2 = 3.17$ ). These advantages of the variety are provided by resistance to unfavorable environmental conditions, the formation of a denser cenosis, field resistance to diseases, and a short non-lodging stem. The rye variety 'Zilant' produced grain with high baking qualities, corresponding to the 1<sup>st</sup> class of standards for grain and flour. The variety was responsive to improving growing conditions, showed less response to stress factors and was adapted to a wide range of environmental conditions.

**Keywords:** winter rye, breeding, variety, productivity, ecological adaptability, stability, grain quality.

**Введение.** Селекция растений, направленная за формирование адаптивного потенциала возделываемых культур, является главным фактором не только в увеличении производства зерна, но и в снижении ущерба от различных рисков. Поэтому одной из важнейших задач селекции является повышение экологической устойчивости сортов, их способности обеспечивать высокую и стабильную урожайность в различных условиях произрастания (Кривобочек, 2015; Гончаренко, 2016). По мнению Мальчикова с соавторами (2018), в процессе селекции происходят эволюционные изменения, приводящие к формированию сортов как широкого ареала, так и локального значения, приспособленных к конкретным регионам и условиям среды. При этом высоко адаптированные сорта отличаются стабильностью урожайности, определяемой устойчивостью к стрессам разной этиологии. Узкоспециализированные сорта, приспособленные к конкретным условиям среды, как правило, имеют локальное значение.

Поэтому в селекции озимой ржи необходимо находить компромисс между высокой продуктивностью и отзывчивостью на благоприятные условия, с одной стороны, и устойчивостью к стрессовым факторам, – с другой. Современный арсенал генетических, селекционных и математических методов позволяет достичь эту цель, повысить эффективность селекции и сократить время на создание новых сортов ржи (Пономарева и др., 2015).

Необходимо отметить, что сорт может реализовать свой продукционный потенциал как результат «генотип – средовых» взаимодействий в конкретных условиях, под которыми понимаются почвенно-климатические ресурсы, комплекс региональных стрессов и техногенные факторы возделывания. Поэтому при выведении новых сортов необходим поиск экологической ниши, где генотип может обеспечить высокую продуктивность, экологическую стабильность и качество продукции как основные цели селекции растений (Прянишников, Каракотов, 2018).

Цель нашей работы – создать высокопродуктивный сорт озимой ржи хлебопекарно-

го направления с повышенной устойчивостью к комплексу неблагоприятных факторов и широкой адаптивной способностью.

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

Селекционную работу по созданию сорта Зилант проводили в Татарском НИИСХ – обособленном структурном подразделении Федерального исследовательского центра "Казанский научный центр Российской академии наук" (ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН) в рамках выполнения государственного задания (регистрационный номер АААА-А18-118031390148-1). Методологическую основу селекции составлял метод сложных гибридных популяций, отличительной особенностью которого была оценка комбинационной способности и периодический рекуррентный отбор. Исходный материал создавали путем сложной гибридизации в системе тестерных скрещиваний с последующим целенаправленным отбором и испытанием потомств по хозяйственно-ценным признакам методом половинок. Полевая селекционная программа развернута на специальном севообороте ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН в 2005–2015 гг. Изучение сорта проводили в 2016–2019 гг. в конкурсном сортоиспытании в сравнении со стандартами Радонь и Тантана. Почвы опытного участка – серые лесные среднесуглинистые, площадь делянок – 20 м<sup>2</sup>, норма высева – 5 млн/га, повторность – 4-кратная, расположение рендомизированное. В полевых условиях наблюдения проведены по общепринятым методикам. Число падения определяли на приборе Falling Number 1500, высоту амилограммы и температуру клейстеризации – на амилографе Brabender, массовую долю белка по методу Кьельдаля. Анализ урожайности и параметров экологической стабильности и пластичности сортов озимой ржи проведен по методике S. A. Eberhart, W. A. Russel (1966) в редакции В. А. Зыкина с соавторами (2011). Статистическая обработка результатов исследований выполнена с использованием пакета MS Excel 7.0.

Годы изучения отличались друг от друга по характеристике погодных условий (табл. 1).

### 1. Характеристика весенне-летнего этапа вегетационного периода озимой ржи, (апрель-июль, 2016–2019 гг.)

#### 1. Characteristics of a spring-summer vegetation period of winter rye (April-July, 2016–2019)

Показатели	Норма	Годы			
		2016	2017	2018	2019
Даты начала и окончания весенне-летнего этапа	–	8.04-19.07	26.04-13.08	17.04-31.07	20.04-1.08
Продолжительность этапа, дни	–	103	110	106	104
Средняя температура, °С	13,4	15,9	12,8	14,5	14,6
Сумма эффективных температур воздуха выше +5 °С, °С	1100	1350	1027	1215	1224
Сумма осадков, мм	190	101	237	166	178
ГТК*	1,01	0,40	1,22	0,59	0,95

Примечание. \*ГТК рассчитан за период май-июль.

Наиболее отличимыми оказались 2016 и 2017 годы. Так, весенне-летний период вегетации в 2016 году характеризовался крайне засушливыми условиями (ГТК = 0,40), связанными с высокой температурой воздуха и небольшим количеством осадков. В 2017 году, наоборот, он был исключительно влажным и прохладным: сумма осадков составила 237 мм (норма 190 мм), сумма эффективных температур воздуха выше +5 °С достигла всего 1027 градусов, что на 73 градуса ниже нормы. Величина ГТК = 1,22 в 2017 г. характеризует его как год с избыточным увлажнением. В результате продолжительность весенне-летнего этапа вегетационного периода в 2017 г. была на 7 дней больше, чем в 2016 г., достигнув самого высокого показателя за годы изучения – 110 дней. Следует отметить, что и по срокам возобновления весенней вегетации и наступления полной спелости зерна эти годы также проявили значительные различия: в 2016 и 2017 г. начало активной вегетации отмечено 8 апреля и 26 апреля, соответственно (разница 18 дней). С созреванием зерна проявилась та же тенденция – запаздывание составило 25 дней: в 2017 г. фаза полной спелости зерна наступила 13 августа, а в 2016 г. – 19 июля. 2018 и 2019 годы занимали промежуточное положение между первыми двумя годами по всем метеопараметрам. При этом в целом 2018 г. можно характеризовать как засушливый (ГТК = 0,59) по причине недостаточного количества осадков (166 мм, или 87% от нормы), а 2019 – с достаточным увлажнением (ГТК = 0,95).

**Результаты и их обсуждение.** В качестве родительских форм для скрещивания привлечены 17 сортов и гибридных форм различного экологического происхождения: сорта собственной селекции – Огонек, Радонь, Татарская 1, Эстафета Татарстана, Спутник, Крепыш, Тантана; сорта других селекционных учреждений – Фаленская 4, Антарес, Саратовская 7, Безенчукская 87, Марусенька и образцы из коллекции ВИР – Волхова 2, Заречанская 2, Гетера 3, Чулпан 7, Иммуная 4. Системные скрещивания перечисленных материнских компонентов проведены с сортом Татьяна в 2005 году. В 2006–2007 гг. проводили повторное опыление гибридных потомств сортом Татьяна. В последующие годы было отобрано и проанализировано более 1300 потомств и гибридов из полученных гибридных комбинаций по различным хозяйственно-ценным показателям. Лучшие потомства, обладающие высокой комбинационной способностью, объединены в сложную гибридную популяцию, получившую впоследствии название Зилант.

Сорт относится к северо-русской экологической группе ржи среднеспелого срока созревания, вегетационный период – в среднем 334 дня, засухоустойчивый, устойчивый к осыпанию зерна в колосе. Рожь Зилант обладает полевой устойчивостью к ржавчинным инфекциям и спорынье, по устойчивости к мучнистой росе – на уровне стандарта Радонь. Сорт характеризуется доминантно-моногонным типом короткостебельности, прочной короткой соломиной (на 14–13 см ниже стандартов) (табл. 2).

### 2. Хозяйственно-биологическая характеристика нового сорта озимой ржи Зилант (2016–2019 гг.)

#### 2. Economic and biological characteristics of the new winter rye variety 'Zilant' (2016–2019)

Признаки	Зилант	Радонь (стандарт)	Тантана (стандарт с 2019 г)
Вегетационный период, сут.	334	339	334
Зимостойкость, балл	4,17	4,08	4,27
Продуктивный стеблестой, шт./м <sup>2</sup>	457,3	411,3	445,5
Высота растений, см	130,0	144,2	143,3
Масса 1000 зерен, г	29,6	30,5	29,3
Натурная масса зерна, г/л	721,8	723,9	716,4
Выравненность зерна, %	89,7	95,3	90,3
Содержание белка, %	10,39	10,81	11,02
Число падения, с	229	224	225
Высота амилограммы, е.а.	647	625	647
Температура пика клейстеризации, °С	73,1	72,6	72,7

По густоте продуктивного стеблестоя новый сорт превышает оба стандарта, по зимостойкости (4,2 балла) и массе 1000 зерен (29,6 г) соответствует им. По натурной массе Зилант сравним с сортом Радонь, а по выравненности зерна – с сортом Тантана. По содержанию белка он уступает Радони и Тантане на 0,42 и 0,63% соответственно.

Новые продовольственные сорта играют важнейшую роль в сфере переработки зерна ржи, обеспечивающей качество конечного продукта и необходимой для здоровья и питания человека. Сорт Зилант сочетает высокую зерновую продуктивность с хорошими технологическими достоинствами. Проведен всесторонний анализ зерна и разных видов муки (обойной, обдирной и сеяной) по хлебопекарным свойствам. Было выявлено, что у Зиланта число падения (ЧП), определяемое у зернового шрота, составляет 229 с, высота амилограммы – 647 е.а. против 224 с и 625 е.а. у стандарта Радонь. При сравнении нового сорта со стандартом Тантана статистически значимых различий не выявлено. Температура пика клейстеризации крахмала нового сорта близка к обоим стандартам. Согласно последним межгосударственным стандартам ГОСТ 7045-2017 «Мука ржаная хлебопекарная. Технические условия» и ГОСТ 16990-2017 «Рожь. Технические условия», вступившими в силу в 2019 г., огра-

ничительные нормы для первого класса по ЧП составляют 160 и 200 с соответственно. Сорт Зилант, как и стандарты, превосходил нормируемые показатели как по зерну, так и по муке.

Адаптивная селекция направлена на выведение сортов, приспособленных к неблагоприятным факторам внешней среды, действующим в конкретном регионе возделывания. При этом адаптивные сорта должны обеспечивать достаточно высокую урожайность в благоприятных условиях и стабильную – в стрессовых ситуациях. Для этого необходимо проводить постоянную оценку их экологической пластичности и стабильности с целью корректировки направлений селекционной работы. Сравнение адаптивного потенциала по урожайности зерна сортов озимой ржи разных поколений собственной селекции с новым сортом Зилант выполнено за 2016–2019 гг.

На основе двухфакторного дисперсионного анализа установлено, что факторы «сорт» и «год», а также взаимодействие «сорт x год» оказывают статистически значимое влияние на урожайность на 5% уровне значимости (табл. 3). Наибольшее влияние на изменчивость урожайности оказал фактор «год» (70,3%). Фактор «сорт» и взаимодействие «сорт x год» также имели значительное влияние на данный признак (14,4 и 8,0% соответственно).

### 3. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа урожайности 3. The results of two-way variance analysis of productivity

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>факт.</sub>	F <sub>05</sub>	Доля фактора, %
Общая	5776,05	111	–	–	–	–
Повторений	60,75	3	–	–	–	–
Сорт (А)	830,05	6	138,34	30,74	2,24	14,4
Год (В)	4061,50	3	1353,83	300,85	2,74	70,3
Взаимодействие (А x В)	459,25	18	25,51	5,67	1,79	8,0
Остаток (ошибка)	364,50	81	4,50	–	–	–

Анализ урожайности показал, что максимальное значение было получено у сорта Зилант в 2016 г. (57,6 ц/га), и наименьшее –

у Радони в 2019 г. (31,8 ц/га), при этом средняя по опыту урожайность равнялась 45,9 ц/га (табл. 4).

### 4. Урожайность зерна сортов озимой ржи, ц/га (2016–2019 гг.) 4. Grain productivity of the winter rye varieties, hwt/ ha (2016–2019)

Сорт	Годы				Среднее НСР <sub>А</sub> = 1,5
	2016	2017	2018	2019	
Татарская 1	50,3	47,6	51,4	39,6	<b>47,2*</b>
Эстафета Татарстана	40,9	41,5	47,0	34,2	<b>40,9*</b>
Радонь (ст.)	53,2	44,4	49,1	31,8	<b>44,6</b>
Огонек	55,0	43,2	49,5	33,8	<b>45,4</b>
Тантана	53,9	45,8	52,7	39,3	<b>47,9*</b>
Подарок	50,2	46,0	48,7	36,1	<b>45,3</b>
Зилант	57,6	47,1	56,0	40,2	<b>50,2*</b>
Среднее НСР <sub>В и АВ</sub> = 1,3	<b>51,6</b>	<b>45,1</b>	<b>50,6</b>	<b>36,4</b>	45,9

Достоверно более высокую урожайность по сравнению со стандартом Радонь имели сорта Татарская 1, Тантана и Зилант (47,2–50,2 ц/га, НСР<sub>05</sub> = 1,5 ц/га). При этом Зилант сформировал наивысшую урожайность среди сортов ози-

мой ржи в среднем за 4 года. Сорта Огонек и Подарок вошли в одну группу со стандартом, а Эстафета Татарстана была достоверно ниже его.

Доказанное статистически значимое влияние изучаемых факторов и их взаимодействия на урожайность сортов озимой ржи позволяет провести оценку параметров экологической пластичности и стабильности (табл. 5).

Контрастность условий среды, определяемая с помощью индекса  $I_j$ , позволила дать более объективную оценку адаптивного потенциала сортов озимой ржи. Чем выше значе-

ние  $I_j$ , тем благоприятнее условия для реализации урожайности. За изученный период в 2016 и 2018 годах зафиксированы положительные значения индекса среды, а значит лучшие условия для роста и развития сортов, а в 2017 и 2019 г. – отрицательные значения, т.е. условия были неблагоприятные. Самым благоприятным годом был 2016 (индекс среды +5,7), а самым неудачным – 2019 (индекс среды -9,5).

### 5. Параметры экологической пластичности и стабильности сортов озимой ржи (2016–2019 гг.)

#### 5. Parameters of ecological adaptability and stability of the winter rye varieties (2016–2019)

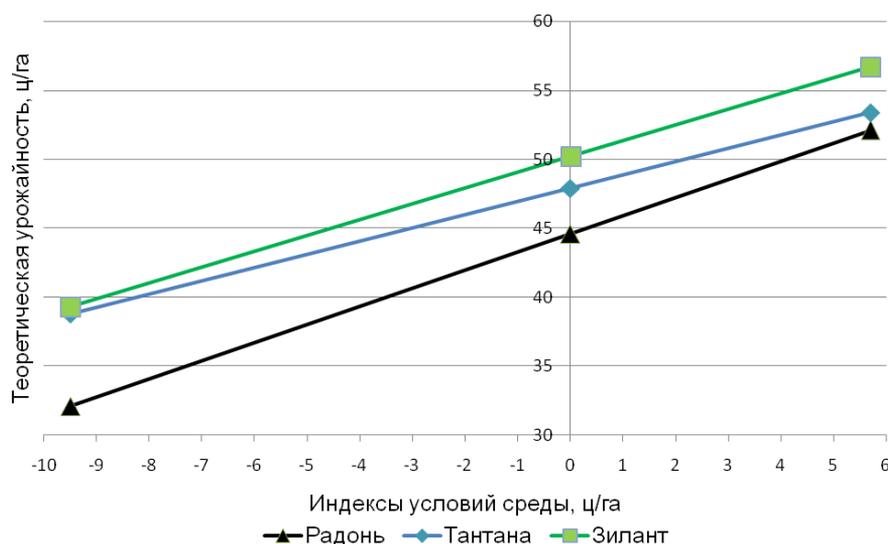
Сорт	Теоретическая урожайность по годам испытания, ц/га				Пластичность, $b_i$	Стабильность, $\sigma_d^2$
	2016	2017	2018	2019		
Татарская 1	51,5	46,6	50,8	40,1	<b>0,752</b>	<b>1,52</b>
Эстафета Татарстана	44,5	40,4	43,9	34,9	<b>0,633</b>	<b>12,17</b>
Радонь (ст.)	52,1	43,5	50,8	32,1	<b>1,321</b>	<b>2,54</b>
Огонек	52,6	44,3	51,4	33,2	<b>1,280</b>	<b>5,40</b>
Тантана	53,4	47,1	52,5	38,8	<b>0,965</b>	<b>1,17</b>
Подарок	50,3	44,5	49,5	36,7	<b>0,900</b>	<b>1,63</b>
Зилант	56,7	49,3	55,6	39,3	<b>1,149</b>	<b>3,17</b>
Индекс условий среды, $I_j$	<b>+5,7</b>	<b>-0,8</b>	<b>+4,7</b>	<b>-9,5</b>	–	–

Оптимальным считается следующее сочетание параметров пластичности и стабильности: значение коэффициента регрессии ( $b_i$ ) равно или близкое к 1, наименьшее значение параметра стабильности  $\sigma_d^2$  и наибольшее значение урожайности в среднем за годы испытания. Наилучшими показателями пластичности обладали сорта, созданные в последние годы, – Подарок, Тантана и Зилант (0,900; 0,965 и 1,149, соответственно).

Самым стабильным проявлением урожайности в разных средах характеризуются сорта Татарская 1, Тантана и Подарок (табл. 5). Зилант

по этому показателю отличается средней стабильностью и приближается к стандарту Радонь.

Для построения графика линий регрессии урожайности сортов на изменение условий выращивания использованы 3 точки: одна – средняя урожайность по сорту с индексом условий среды равной 0 и две крайние точки теоретической урожайности сорта, рассчитанной с учетом наибольшего и наименьшего значения индекса условий среды. Положение линии регрессии на графике (см. рисунок) нового сорта Зилант показывает, что урожайность у него во всех средах выше, чем у стандартов.



Линии регрессии теоретической урожайности сортов озимой ржи на индексы условий среды  
The lines of regression of theoretical productivity of winter rye varieties on the indices of environmental conditions

Особенно важно, что в неблагоприятных условиях года данный сорт не сильно снижает свою продуктивность, как остальные сорта. При этом эффективно отзывается на улучше-

ние условий возделывания в благоприятные годы значительной прибавкой урожайности по сравнению со стандартами.

В 2020 г. сорт озимой ржи Зилант включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ, допущенных к использованию в Северном, Волго-Вятском и Средневолжском регионах.

**Выводы.** Сорт Зилант выведен в результате десятилетнего селекционного процесса по созданию и проработке сложной гибридной популяции с участием потомств от скрещивания 17 экологически разнообразных сортов с сортом Татьяна. Результаты исследований показали, что сорт Зилант характеризуется достоверно более высокой урожайностью (50,2 ц/га,  $НСР_{05} = 1,5$  ц/га), чем стандарт Радонь, обладает

хорошим сочетанием пластичности ( $b_i = 1,149$ ) и стабильности ( $\sigma_d^2 = 3,17$ ). Высокий и стабильный уровень урожайности сорта обеспечивается устойчивостью к неблагоприятным условиям среды, формированием более густого ценноза, полевой устойчивостью к болезням, коротким неполегающим стеблестоем. Зилант формирует зерно с высокими хлебопекарными качествами, соответствующее 1 классу стандартов по зерну и муке. Сорт отзывчив на улучшение условий возделывания, в меньшей степени реагирует на стрессовые факторы и адаптирован к широкому кругу сред.

#### Библиографические ссылки

1. Гончаренко А. А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции // Зерновое хозяйство России. 2016. № 3(43). С. 31–37.
2. Зыкин В. А., Белан И. А., Юсов В. С., Кираев Р. С., Чанышев И. О. Экологическая пластичность сельскохозяйственных растений (методика и оценка). Уфа, 2011. 97 с.
3. Кривобочек В. Г. Оценка адаптивных свойств новых сортов яровой пшеницы по урожайности в лесостепных условиях Среднего Поволжья // Нива Поволжья. 2015. № 2(35). С. 43–47.
4. Мальчиков П. Н., Розова М. А., Моргунов А. И., Мясникова М. Г., Зеленский Ю. И. Величина и стабильность урожайности современного селекционного материала яровой твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) из России и Казахстана // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. Т. 22. № 8. С. 939–950. DOI 10.18699/VJ18.436.
5. Пономарева М. Л., Пономарев С. Н., Маннапова Г. С. Создание сортов озимой ржи для Среднего Поволжья (на примере сорта Тантана) // Зерновое хозяйство России. 2015. № 3(37). С. 18–21.
6. Прянишников А. И., Каракотов С. Д. К развитию теоретических основ и программных блоков адаптивной селекции зерновых культур // Современные проблемы адаптации (Жученковские чтения IV). 2018. С. 85–94.
7. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties 1 // Crop science. 1966. Т. 6. № 1. С. 36–40.

#### References

1. Goncharenko A. A. Ekologicheskaya ustojchivost' sortov zernovykh kul'tur i zadachi selekcii [Environmental sustainability of grain varieties and objectives of breeding] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 3(43). S. 31–37.
2. Zykin V. A., Belan I. A., Yusov V. S., Kiraev R. S., Chanyshv I. O. Ekologicheskaya plastichnost' sel'skohozyajstvennykh rastenij (metodika i ocenka) [Ecological adaptability of agricultural plants (methodology and estimation)]. Ufa, 2011. 97 s.
3. Krivobochek V. G. Ocenka adaptivnykh svoystv novykh sortov yarovoj pshenicy po urozhajnosti v lesostepnykh usloviyakh Srednego Povolzh'ya [Estimation of adaptive properties of the new spring wheat varieties according to the yields in forest-steppe conditions of the Middle Volga region] // Niva Povolzh'ya. 2015. № 2(35). S. 43–47.
4. Mal'chikov P. N., Rozova M. A., Morgunov A. I., Myasnikova M. G., Zelen'skij Yu. I. Velichina i stabil'nost' urozhajnosti sovremennogo selekcionnogo materiala yarovoj tvrdoj pshenicy (*Triticum durum* Desf.) iz Rossii i Kazahstana [The value and stability of productivity of modern breeding material of spring durum wheat (*Triticum durum* Desf.) from Russia and Kazakhstan] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2018. T. 22. № 8. S. 939–950. DOI 10.18699/VJ18.436.
5. Ponomareva M. L., Ponomarev S. N., Mannapova G. S. Sozdanie sortov ozimoy rzhi dlya Srednego Povolzh'ya (na primere sorta Tantana) [Development of winter rye varieties for the Middle Volga region (on example of the variety 'Tantana')] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2015. № 3(37). S. 18–21.
6. Pryanishnikov A. I., Karakotov S. D. K razvitiyu teoreticheskikh osnov i programnykh blokov adaptivnoj selekcii zernovykh kul'tur [To the development of theoretical foundations and program blocks for adaptive breeding of grain crops] // Sovremennye problemy adaptacii (Zhuchenkovskie chteniya IV). 2018. S. 85–94.
7. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties 1 // Crop science. 1966. Т. 6. № 1. S. 36–40.

Поступила: 1.04.20; принята к публикации: 6.08.20.

**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.** Пономарева М. Л. – общее научное руководство, концептуализация исследований, финальная доработка текста; Пономарев С. Н. – анализ данных и их интерпретация, критический анализ текста; Маннапова Г. С. – сбор данных и доказательств, подготовка рукописи; Гильмуллина Л. Ф., Илалова Л. В., Вафина Г. С. – выполнение полевых и лабораторных опытов и сбор данных.

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

## СЕЛЕКЦИОННАЯ РАБОТА ПО СОЗДАНИЮ АДАПТИРОВАННЫХ К НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЕ РФ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДАННОЙ КУЛЬТУРЫ В РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

**О. В. Левакова**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, levakova.olga@bk.ru, ORCID ID: 0000-0002-5400-669X  
*Институт семеноводства и агротехнологий – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»,  
390502, Рязанская обл., Рязанский район., с. Подвьязье, ул. Парковая, 1; e-mail: podvyaze@bk.ru*

На модельном наборе из 12 сортов ярового ячменя проведен сравнительный анализ по продуктивности и адаптационному потенциалу. Полевые исследования по испытанию сортов ярового ячменя заложены в 2009–2019 годах в севооборотах Института семеноводства и агротехнологий (ИСА) – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ». Цель исследований – провести исследования по оценке роли сорта и сортосмены в повышении урожайности, изучить динамику изменения продуктивности в процессе селекции. Результаты испытаний выявили, что сорта ярового ячменя, созданные в последние годы, имеют преимущество по продуктивности в сравнении с предшествующими. Минимальный уровень урожайности новых сортов повысился на 22%, что указывает на высокую эффективность селекционной работы по созданию сортов на повышение стрессоустойчивости. Определено, что урожайность на 20–50% выше у сортов нового поколения. Наибольшей продуктивностью обладают сорта Яромир и Знатный с урожайностью 7,1 и 7,48 т/га соответственно. Установлено, что современные сорта в условиях Рязанской области раскрывают потенциал продуктивности на 74–78%, а новый сорт Рафаэль – на 85%. Новые сорта на 10–20% имеют меньшее варьирование урожайности по годам, что указывает на высокую степень адаптивности сортов к условиям среды. Представлены перспективные сорта, имеющие высокую генетическую гибкость и устойчивость к стрессу, высокий показатель устойчивости и стабильности урожайности. Установлено, что наибольшей потенциальной продуктивностью обладают сорта Эльф, Нур, Владимир, Яромир, Надежный, Знатный и Рафаэль. А по показателям стрессоустойчивости и стабильности урожая лидируют созданные за последние годы новые сорта Знатный и Рафаэль.

**Ключевые слова:** яровой ячмень, сорт, сортосмена, продуктивность, стрессоустойчивость, стабильность.

**Для цитирования:** Левакова О. В. Селекционная работа по созданию адаптированных к Нечерноземной зоне РФ сортов ярового ячменя и перспективы развития данной культуры в Рязанской области // Зерновое хозяйство России. 2021. № 1(73). С. 14–19. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-14-19.



## THE BREEDING WORK ON DEVELOPMENT OF THE SPRING BARLEY VARIETIES ADAPTED TO THE NON-BLACK EARTH REGION OF THE RUSSIAN FEDERATION AND THE PROSPECTS FOR GROWING OF THE VARIETY IN THE RYAZAN REGION

**O. V. Levakova**, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the breeding and seed production department, levakova.olga@bk.ru, ORCID ID: 0000-0002-5400-669X  
*Institute of Seed production and Agrotechnologies, Branch of the Federal Budgetary Scientific Institution Federal Research Agro-Engineering Center VIM,  
390502, Ryazan Region, Ryazan district, v. of Podvyaze, Parkovaya Str., 1; e-mail: podvyaze@bk.ru*

There has been conducted a comparative analysis of productivity and adaptive potential of 12 spring barley varieties. The field trials of the spring barley varieties were laid in 2009–2019 in crop rotations of the Institute of Seed production and Agrotechnologies, Branch of the Federal Budgetary Scientific Institution “Federal Research Agro-Engineering Center VIM”. The purpose of the study was to conduct research to estimate the role of the variety and variety changing in increasing productivity, to study the dynamics of productivity changes in the breeding process. The trial results identified that the spring barley varieties developed in recent years had an advantage in productivity in comparison with previous ones. The minimum productivity of the new varieties has raised by 22%, which indicates the high efficiency of breeding work on the varieties to improve stress resistance. It was determined that the productivity was on 20–50% higher in the varieties of the new generation. The most productive varieties are ‘Yaromir’ and ‘Znatny’ with 7.1 and 7.48 t/ha, respectively. It has been found that the present varieties in the Ryazan region reveal only 74–78% of their productivity potential, and 85% by the new variety ‘Rafael’. The new varieties have a 10–20% less variation in productivity from year to year, which indicates a high degree of adaptability of the varieties to environmental conditions. There have been presented the promising varieties with high genetic flexibility and stress resistance, a high indicator of productivity stability. It has been established that the varieties ‘Elf’, ‘Nur’, ‘Vladimir’, ‘Yaromir’, ‘Nadezhny’, ‘Znatny’ and ‘Rafael’ have the highest potential of productivity. In terms of stress resistance and stability of productivity, there have been identified the new varieties ‘Znatny’ and ‘Rafael’, developed in recent years.

**Keywords:** spring barley, variety, variety changing, productivity, stress resistance, stability.

**Введение.** В предвоенные годы яровой ячмень занимал в большинстве областей Центральной России незначительные площади. Так, в 1938 году его посевы в Рязанской, Московской, Тульской и других областях составляли всего 3–6 тыс. га. Преобладающим был сорт Винер. До 1975 года в Рязанской области, в основном, возделывали два сорта ярового ячменя – Московский 121 и Казанский 6/4. Именно в 80-е годы в селекции ярового ячменя в Нечерноземной зоне, наряду с дальнейшим повышением потенциала продуктивности и устойчивости к полеганию, все больший акцент делали на устойчивость к болезням, адаптивность и качество зерна. Стало очевидным, что для успешного ведения селекции на повышение реальной урожайности и качества зерна ячменя в производственных условиях необходимы новые методы, формы работы, комплексная оценка создаваемых селекционных номеров и сортов. Направленность селекции на экологическую специализацию предопределила творческое сотрудничество различных научно-исследовательских институтов в области селекции и семеноводства ярового ячменя. Поэтому в 1977 году начата совместная работа нашего института с лабораторией селекции и первичного семеноводства ячменя ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка». Первыми совместными сортами полуинтенсивного типа стали Московский 2 и Московский 3. А созданные в 90-х годах сорта ячменя Биос 1, Эльф, Суздалец полностью решили проблему полегаемости посевов ярового ячменя и высокой окупаемости минеральных удобрений на средних и высоких фонах. Наряду с повышением устойчивости ячменя к полеганию проводили селекцию на повышение урожайности и качества продукции. Так, если потенциал продуктивности Московского 2 составлял 4,5–5,0 т/га, то новые сорта интенсивного типа, особенно Биос 1 и Эльф, обеспечивали такие урожайности уже в производственных условиях.

В настоящее время в селекции ячменя работа ведется на адаптивность, стабильность, устойчивость к болезням, повышение урожайности и качества продукции, предназначенной на пивоваренные, кормовые и фуражные цели. В связи с этим, с учетом почвенных и климатических условий, потребностей и спроса сельхозпроизводителей актуальным направлением современных исследований становится селекция ярового ячменя на высокую продуктивность, адаптивность к местным природно-климатическим факторам, устойчивость к биотическим и абиотическим стрессам (Robinson et al., 2007; Sarkar et al., 2014; Сидоренко и др., 2016; Malek et al., 2014; Герасимов, 2018).

За последние годы созданы новые коммерческие сорта Владимир, Яромир, Надежный, Знатный и Рафаэль (ГСИ) с потенциалом продуктивности более 9,0 т/га.

В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использова-

нию на 2020 год, включено 9 сортов ярового ячменя совместной селекции ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка» и ИСА-филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ: Московский 2, Московский 3, Биос 1, Эльф, Суздалец, Владимир, Яромир, Надежный, Знатный. Шесть сортов включены в список пивоваренных и два в список ценных по качеству. С 2019 года в Госсортсети проходит испытание новый сорт ячменя Рафаэль.

Цель исследования – на модельном наборе из 12 сортов ярового ячменя, составляющих сортосмену культуры в Рязанской области, провести исследования по оценке роли сорта и сортосмены в повышении урожайности, изучению динамики изменения продуктивности в процессе селекции.

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

Объектом исследования служили районированные сорта Московский 121, Московский 2, Эльф, Суздалец, Нур, Владимир, Яромир, Надежный, Знатный (Россия), Аннабель, Ксанаду (Германия) и находящийся на Государственном испытании сорт Рафаэль. Полевые исследования по испытанию сортов ярового ячменя были заложены в 2009–2019 гг. в севооборотах Института семеноводства и агротехнологий (ИСА) – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (Рязанская область). Попытки закладывали и проводили согласно методике госсортоиспытания сельскохозяйственных культур (2019) и методике полевого опыта (2012). Оценка экологической пластичности проводили по методу, предложенному Э. Д. Неттевичем, А. И. Моргуновым и М. И. Максименко (1985). Устойчивость сортов к стрессу и среднюю урожайность в контрастных условиях среды определяли по уравнениям А. А. Rossielle, J. Hamblin в изложении А. А. Гончаренко (2005). Реализацию потенциала продуктивности сортов определяли по методике Э. Д. Неттевича (2001). Статистическую обработку экспериментальных данных методом дисперсионного и корреляционного анализа, а также наименьшую существенную разницу в опыте ( $HCP_{0,05}$ ), которая за годы исследования варьировала от 0,57 до 0,87, проводили по методике Б. А. Доспехова (2012) с использованием стандартных компьютерных программ Microsoft Office Excel и Statistica 10.0.

Стандартный сорт – Яромир. Но до 2014 года стандартом являлся сорт Эльф. Повторность – четырехкратная. Учетная площадь делянки – 12 м<sup>2</sup>, норма высева 5,0 млн всхожих зерен на га. Агротехника – общепринятая для данной культуры. Разнообразие и контрастность погодных условий в годы исследований способствовали объективной оценке изучаемого материала. Полевые исследования проведены на темно-серой лесной тяжелосуглинистой почве, глубина пахотного слоя – 27–30 см. Агрохимические показатели: общий азот – 0,24%, содержание гумуса в слое 0–40 см (по Тюрину) – 5,19%, азот гидролизный – 123,5 мг/кг, РН солевой вытяжки – 4,92 мг-экв/100 г; подвижного фос-

фора – 34,6 мг/100 г (по Кирсанову), подвижного калия – 20,0 мг/100 г (по Масловой). Предшественник – озимая пшеница.

Учет урожайности проведен сплошным способом. Урожайность каждого образца приведена к стандартной влажности (14%).

**Результаты и их обсуждение.** Результаты испытаний в условиях ИСА-филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ подтверждают, что сорта, созданные в последние годы, имеют преимущество по продуктивности в сравнении с предшествующими. Так, средняя урожайность новых сортов, переданных на Госсортоиспытание, колеблется от 5,50 до 9,72 т/га. Наибольшей продуктивностью в годы исследований отмечены сорта Яромир и Знатный с урожайностью 7,10 и 7,48 т/га соответственно. Именно мак-

симально высокая и стабильная урожайность, с учетом международных норм и требований, могут иметь сорта с высоким потенциалом продуктивности, отличающиеся адаптивностью и устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессам. Поэтому, дальнейшее успешное возделывание данной культуры неразрывно связано с внедрением новых устойчивых сортов (Левакова, 2018).

Результаты, полученные в конкурсном сортоиспытании сортов ярового ячменя за период 2009–2019 гг., показывают, что в целом, средняя урожайность при одной и той же технологии возделывания на 20–50% выше у сортов нового поколения (табл. 1), созданных после 2010 года, по сравнению с сортами 1980–1990 гг.

### 1. Результаты испытания сортов в условиях Рязанской области за период 2009–2019 гг. 1. The results of the varieties' testing in the Ryazan region in 2009-2019

Сорт	Год районирования	Регионы допуска	Урожайность, т/га			Коэффициент вариации (CV), %	Реализация потенциала продуктивности, %
			min ( $Y_2$ )	max ( $Y_1$ )	средняя		
Эльф, St	1997	2, 3, 4, 5, 7, 10	4,49	8,46	6,23	19,3	74
Яромир, St	2013	1, 2, 3, 4	5,38	9,62	7,10	17,8	74
Московский 121	1964	–	2,93	7,30	4,70	32,3	64
Московский 2	1984	3, 4, 7	4,17	9,03	5,29	27,2	59
Суздалец	1998	2, 3, 5	3,53	9,77	5,87	30,5	60
Аннабель	2002	3, 5	3,50	9,13	5,87	33,9	64
Нур	2002	1, 2, 3, 4, 7	4,66	8,68	6,32	21,5	73
Ксанаду	2006	3, 5	4,46	8,97	6,02	22,9	67
Владимир	2007	2, 3, 4, 5	4,63	7,80	6,10	17,7	78
Надежный	2017	3, 4	4,14	9,19	6,84	22,2	74
Знатный	2020	3	6,19	9,72	7,48	16,8	77
Рафаэль	ГСИ	–	5,50	8,00	6,80	12,6	85
В среднем по сортам		–	4,46	8,81	–	22,9	71

Так, средняя урожайность сорта Знатный повысилась на 29,3% в сравнении с самым популярным сортом Московский 2 и на 52,8% в сравнении с районированным в 1964 году сортом Московский 121. Минимальный уровень урожайности новых сортов, который, как правило, формируется при складывающихся неблагоприятных метеоусловиях, повысился в среднем на 22%, что указывает на высокую эффективность селекционной работы по созданию сортов на повышение стрессоустойчивости. Сорта отечественной селекции превосходят по урожайности на 15–17% такие зарубежные сорта ячменя, как Аннабель и Ксанада, особенно в засушливые годы.

В наших исследованиях наиболее широкий разброс в урожайности отмечен у сортов Московский 121, Суздалец и Аннабель – коэффициент варьирования более 30%, а такие сорта, как Эльф, Владимир, Яромир, Знатный и особенно Рафаэль – имеют меньшее варьирование урожайности по годам, что может указывать на более высокую степень адаптивности сортов к условиям среды.

Исследования показали, что такие сорта, как Эльф, Нур, Владимир, Яромир, Надежный и Знатный в условиях Рязанской области при об-

щепринятой технологии возделывания раскрывают потенциал продуктивности на 74–78%, а новый перспективный сорт Рафаэль – на 85%.

Вместе с тем, высокоурожайные сорта по сравнению с потенциально менее продуктивными оказываются чувствительнее к климатическим и погодным факторам, что приводит к значительной межгодовой вариабельности урожайности. Общая тенденция изменения климата в сторону засушливости и неравномерности выпадения осадков в течение вегетационного периода позволила объективно изучить исследуемые сорта на факторы стрессоустойчивости. Так, 2010 и 2011 годы отличались сухим земледелием (ГТК 0,52–0,55), а 2015 год характеризовался избыточным увлажнением (ГТК 1,55), остальные годы характеризовались как засушливые (ГТК 0,68–1,0). Анализ корреляционной зависимости выявил положительную зависимость между урожайностью сортов и гидротермическим коэффициентом за весь исследуемый период. Наиболее продуктивными в острозасушливые годы были сорта Яромир и Надежный с урожайностью в 2010 году 5,38 и 4,14 т/га, а в 2011 году – 7,06 и 7,16 т/га, соответственно при НСР<sub>0,05</sub> 0,73 в 2010 году и 0,62 в 2011 году.

В условиях переувлажнения и сильных ветров 2015 года наиболее продуктивны были сорта с повышенной устойчивостью к полеганию – Нур, Московский 86, Яромир, Надежный и Знатный с продуктивностью 6,4–7,66 т/га ( $НСР_{0,05} = 0,52$ ).

При изменяемых погодных условиях важным показателем сортов является их устойчивость к стрессу (засухе, высокой температу-

ре воздуха, избыточному увлажнению и др.), уровень которого определяется по разности между минимальной и максимальной урожайностью. Учитывая этот показатель стрессоустойчивости, установлено, что самую высокую устойчивость к стрессу имеют сорта, ранжированные следующим образом: Рафаэль (-2,5), Владимир (-3,17) и Знатный (-3,53) (табл. 2).

## 2. Показатели адаптивности, стабильности и отзывчивости сортов ярового ячменя в конкурсном сортоиспытании (2009–2019 гг.)

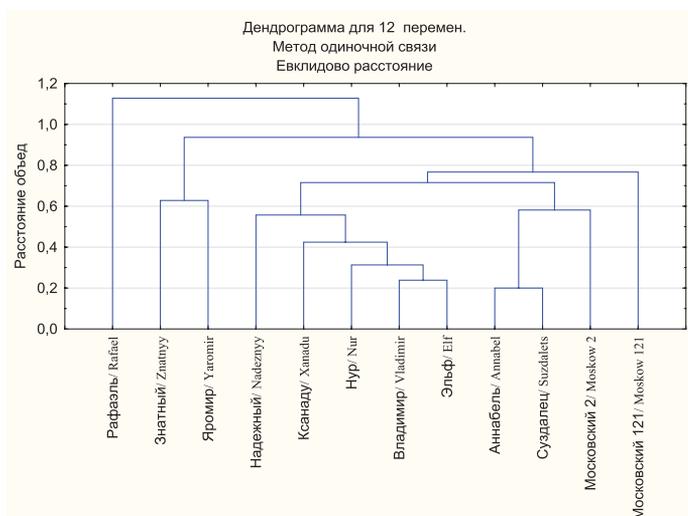
### 2. The indicators of adaptability, stability and responsiveness of the spring barley varieties in the Competitive Variety Testing (2009–2019)

Сорт	Стрессоустойчивость $Y_2 - Y_1$	Генетическая гибкость сорта $\frac{Y_1 + Y_2}{2}$	Размах урожайности, % (d)	Индекс стабильности ( $L'$ )	Показатель уровня стабильности и урожайности сорта (ПУСС), %
Московский 121	-4,37	5,1	59,8	1,45	24,0
Московский 2	-4,86	6,6	53,8	1,94	36,1
Эльф	-3,97	6,5	46,9	3,2	70,2
Суздалец	-6,24	6,7	63,8	1,9	39,3
Аннабель	-5,63	6,3	61,6	1,7	35,1
Нур	-4,02	6,7	46,3	2,9	64,5
Ксанаду	-4,51	6,7	50,2	2,6	55,1
Владимир	-3,17	6,2	40,6	3,4	73,0
Яромир	-4,24	7,5	44,0	4,0	100
Надежный	-5,05	6,7	54,9	3,1	74,7
Знатный	-3,53	8,0	36,3	4,5	95,6
Рафаэль	-2,5	6,8	31,2	5,4	129,3

Генетическая гибкость сортов показала, что самыми урожайными являются сорта Знатный, Яромир и Рафаэль с коэффициентами 8,0; 7,5 и 6,8 соответственно. Данный показатель отражает среднюю урожайность сорта в контрастных (стрессовых и нестрессовых) условиях и показывает степень соответствия между генотипом сорта и различными факторами среды (климатическими, эдафическими, биотическими и др.).

Самый низкий показатель размаха урожайности выявлен у новых сортов Знатный

и Рафаэль – 36,3 и 31,2 соответственно. Это означает, что данные сорта имеют более стабильную урожайность в условиях Рязанской области. Это подтверждают и самые высокие значения индекса стабильности ( $L'$ ) – 4,5 и 5,4 соответственно. Дендограмма кластерного анализа урожайности и индекса стабильности наглядно показывает преимущество новых сортов (см. рисунок). Сорта с высоким индексом стабильности представлены как более стабильные, то есть более приспособленные к данным условиям.



Дендограмма вертикального кластерного анализа урожайности и индекса стабильности сортов ярового ячменя  
Dendrogram of the vertical cluster analysis of productivity and stability index of the spring barley varieties

В качестве оценки оптимального сочетания у генотипов высокой и стабильной устойчивости к стрессовому фактору, по нашему мнению, подходит показатель уровня стабильности сорта (ПУСС), в селекционном плане более объективно отражающего действительную пластичность сорта по устойчивости к биотическому фактору. Из показателей гомеостатичности ПУСС является комплексным, поскольку позволяет одновременно учитывать уровень и стабильность урожайности и характеризует способность отзываться на улучшение условий выращивания, а при их ухудшении – поддерживать достаточно высокий уровень продуктивности. Чем больше ПУСС относительно стандарта (в данном случае мы брали за стандарт сорт Яромир), тем сорт лучше. По данному показателю выделились созданные за последние годы сорта: районированный в 2020 году сорт

Знатный и переданный на Госсортоиспытание в 2019 году сорт Рафаэль.

**Выводы.** Из вышеизложенных результатов исследования можно сделать вывод, что использование в сельскохозяйственном производстве современных сортов, приспособленных к местным условиям, способно максимально реализовать потенциал продуктивности в различных условиях выращивания, может повысить устойчивость валовых сборов зерна ячменя по годам и обеспечить высокую эффективность возделывания при соблюдении агротехнических требований. Установлено, что наибольшей потенциальной продуктивностью обладают следующие сорта: Эльф, Нур, Владимир, Яромир, Надежный, Знатный и Рафаэль. А по показателям стрессоустойчивости и стабильности урожая лидирующие позиции занимают сорта Знатный и Рафаэль.

#### Библиографические ссылки

1. Герасимов С. А. Результаты испытания ярового ячменя в условиях Восточной Сибири // Инновационные тенденции развития Российской науки. 2018. С. 15–20.
2. Головачев В. И., Кирилловская Е. В. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 2019. 194 с.
3. Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник Россельхозакадемии. 2005. № 6. С. 49–53.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М., 2012. 352 с.
5. Левакова О. В. Изучение исходного материала ярового ячменя в целях использования его в селекционном процессе для Центрального региона РФ // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 2. С. 61–65. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10018.
6. Неттевич Э. Д., Моргунов А. И., Максименко М. И. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность, урожайность и качество зерна // Вестник сельскохозяйственной науки. 1985. № 1. С. 66–73.
7. Неттевич Э. Д. Потенциал урожайности рекомендованных для возделывания в центральном регионе РФ сортов яровой пшеницы и ячменя и его реализация в условиях производства // Доклады РАСХН. 2001. № 3. С. 3–6.
8. Сидоренко В. С., Наумкин Д. В., Костромичева В. А. и др. Перспективы селекции голозерного ячменя и овса в Центральной России // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 1(17). С. 78–83.
9. Malek M. A., Mohd Y. Rafii. Most. Shahida Sharmin Afroz Morphological Characterization and Assessment of Genetic Variability. Character Association. Fnd Divergence in Soybean Mutants. The Scientific World Journal. 2014. № 2014. 1–12.
10. Robinson L. H., Juttner J., Milligan A., Lahnstein J., Eglinton J. K., Evans D. E. The identification of a barley haze active protein that influences beer haze stability: Cloning and characterisation of the barley SE protein as a barley trypsin inhibitor of the chloroform/methanol type. Journal of Cereal Science. 2007. № 45(3). 343–352. DOI: 10.1016/j.jcs.2006.08.012.
11. Sarkar B., Ram Sh., Verma R. P. S., Sarkar A. Identifying superior feed barley genotypes using GGE biplot for diverse environments in India. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. 2014. № 1(74). 26–33. DOI: 10.5958/j.0975-6906.74.1.004.

#### References

1. Gerasimov S. A. Rezultaty ispytaniya yarovogo yachmenya v usloviyah Vostochnoj Sibiri [The testing results of spring barley in the conditions of Eastern Siberia] // Innovacionnye tendencii razvitiya Rossijskoj nauki. 2018. S. 15–20.
2. Golovachev V. I., Kirilovskaya E. V. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skhozajstvennyh kul'tur [Methodology of the State Variety Testing of agricultural crops]. M., 2019. 194 s.
3. Goncharenko A. A. Ob adaptivnosti i ekologicheskoj ustojchivosti sortov zernovyh kul'tur [On the adaptability and ecological sustainability of grain varieties] // Vestnik Rossel'hozakademii. 2005. № 6. S. 49–53.
4. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezultatov issledovanij) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of research results)]. M., 2012. 352 s.
5. Levakova O. V. Izuchenie iskhodnogo materiala yarovogo yachmenya v celyah ispol'zovaniya ego v selekcionnom processe dlya Central'nogo regiona RF [Study of the initial material of spring barley in order to use it in the breeding process for the central region of the Russian Federation] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2018. № 2. S. 61–65. DOI: 10.24411/2309-348H-2018-10018.

6. Nettevich E. D., Morgunov A. I., Maksimenko M. I. Povyshenie effektivnosti otbora yarovoj pshenicy na stabil'nost', urozhajnost' i kachestvo zerna [Improvement of the efficiency of spring wheat breeding for stability, productivity and grain quality] // Vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. 1985. № 1. S. 66–73.
7. Nettevich E. D. Potencial urozhajnosti rekomendovannyh dlya vozdeleyvaniya v central'nom regione RF sortov yarovoj pshenicy i yachmenya i ego realizaciya v usloviyah proizvodstva [Productivity potential of the spring wheat and barley varieties recommended for cultivation in the central region of the Russian Federation and its introduction into production conditions] // Doklady RASKHN. 2001. № 3. S. 3–6.
8. Sidorenko V. S., Naumkin D. V., Kostromicheva V. A. i dr. Perspektivy selekcii golozernogo yachmenya i ovsa v Central'noj Rossii [Breeding prospects for hulled barley and oats in Central Russia] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2016. № 1(17). S. 78–83.
9. Malek M. A., Mohd Y. Rafii. Most. Shahida Sharmin Afroz Morphological Characterization and Assessment of Genetic Variability. Character Association. Fnd Divergence in Soybean Mutants. The Scientific World Journal. 2014. № 2014. S. 1–12.
10. Robinson L. H., Juttner J., Milligan A., Lahnstein J., Eglinton J. K., Evans D. E. The identification of a barley haze active protein that influences beer haze stability: Cloning and characterisation of the barley SE protein as a barley trypsin inhibitor of the chloroform/methanol type. Journal of Cereal Science. 2007. № 45(3). S. 343–352. DOI: 10.1016/j.jcs.2006.08.012.
11. Sarkar B., Ram Sh., Verma R. P. S., Sarkar A. Identifying superior feed barley genotypes using GGE biplot for diverse environments in India. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. 2014. № 1(74). S. 26–33. DOI: 10.5958/j.0975-6906.74.1.004.

Поступила: 28.10.20; принята к публикации: 24.12.20.

**Критерии авторства.** Автор статьи подтверждает, что имеет на статью права и несет ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Авторский вклад.** Левакова О. В. – концептуализация исследования, подготовка опыта, выполнение полевых / лабораторных опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

**Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.**

## ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ НОВОГО СОРТА ОВСА ЯРОВОГО АРХАН

**В. А. Корелина**<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией растениеводства, ORCID ID: 0000-0001-6052-7574;

**О. Б. Батакова**<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории растениеводства, ORCID ID: 0000-0002-9883-6054;

**И. В. Зобнина**<sup>1</sup>, научный сотрудник лаборатории растениеводства, ORCID ID: 0000-0001-8585-0036;

**А. Д. Кабашов**<sup>2</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией селекции и первичного семеноводства овса, ORCID ID: 0000-0002-7450-3845

<sup>1</sup>ПФ ФГБУН ФИЦКИА РАН – Архангельский НИИСХ, 163032, Архангельская обл., Приморский р-н., пос. Луговой, 10; e-mail: 19651960@mail.ru,

<sup>2</sup>ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка», 143026, Московская обл., Одинцовский р-н., р.п. Новоивановское, ул. Калинина, 1; e-mail: ovesmoskov@yandex.ru

Создаваемые сорта овса ярового должны сочетать потенциальную продуктивность с устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам внешней среды через повышение адаптивности. Целью наших исследований являлось создание нового высокоурожайного сорта овса ярового с комплексом хозяйственно-ценных признаков, устойчивых к действию абиотических и биотических стрессоров. В статье представлено описание нового сорта ярового овса Архан разновидности mutika, созданного Московским НИИСХ совместно с ФГУП «Котласское» методом индивидуально-семейственного отбора из гибридной популяции, полученной от ступенчатых скрещиваний сортов различного происхождения. Конкурсное испытание сорта Архан проводили в 2013–2016 гг. на базе ФГУП «Котласское» Архангельской области, стандартом послужил сорт Кречет. Урожайность зерна нового сорта в среднем за 4 года составила 4,5 т/га, что существенно выше, чем у стандарта Кречет (3,5 т/га). Средняя урожайность зелёной массы Архан составила 26,7 т/га, что выше, чем у стандарта Кречет на 8,5 т/га. Устойчив к пыльной головне, относительно устойчив к корончатой ржавчине овса. Сорт высоко устойчив к осыпанию зерна, устойчив к полеганию. По лучшим показателям новый сорт овса ярового Архан в 2017 г. был передан для изучения в Госсортсети РФ. По результатам Государственного сортоиспытания сорт с 2020 г. внесён в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории Российской Федерации (в 1, 2, 3, 4 и 5-х регионах).

**Ключевые слова:** овёс яровой, сорт, урожайность, устойчивость к болезням, скороспелость.

**Для цитирования:** Корелина В. А., Батакова О. Б., Зобнина И. В., Кабашов А. Д. Хозяйственно-биологические признаки нового сорта овса ярового сорта Архан // Зерновое хозяйство России. 2021. № 1(73). С. 20–25. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-20-25.



## ECONOMIC AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE NEW SPRING OATS VARIETY “ARKHAN”

**V. A. Korelina**<sup>1</sup>, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory for plant breeding, ORCID ID: 0000-0001-6052-7574;

**O. B. Batakova**<sup>1</sup>, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for plant breeding, ORCID ID: 0000-0002-9883-6054;

**I. V. Zobnina**<sup>1</sup>, researcher of the laboratory for plant breeding, ORCID ID: 0000-0001-8585-0036;

**A. D. Kabashov**<sup>2</sup>, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory for oats breeding and primary seed production, ORCID ID: 0000-0002-7450-3845

<sup>1</sup>FECIAR UrB RAS, Arkhangelsk Scientific Center of the Ural Branch of the RAS (UB RAS), 163032, Arkhangelsk region, Primorsky Krai, v. of Lugovoy, 10; e-mail: 19651960@mail.ru,

<sup>2</sup>FSBSI “FRC “Nemchinovka”, 143026, Moscow region, Odintsovsky district, v. of Novoivanovskoe, Kalinin Str., 1; e-mail: ovesmoskov@yandex.ru

The developed spring oats varieties should combine potential productivity with resistance to abiotic and biotic environmental factors due to increased adaptability. The purpose of the current study was to develop a new highly productive spring oats variety with a complex of economically valuable traits that are resistant to abiotic and biotic stressors. The current paper has presented a description of the new spring oats variety ‘Arkhan’ (mutika), developed by the Moscow RIA in cooperation with the FSEI “Kotlaskoe” by the method of individual-family selection from a hybrid population obtained from step hybridization of the varieties of different origin. The Competitive Variety Testing of the variety ‘Arkhan’ was carried out in 2013–2016 on the basis of the FSEI “Kotlaskoe” of the Arkhangelsk region, the variety ‘Krechet’ was the standard variety. The grain productivity of the new variety averaged 4.5 t/ha over 4 years, which was significantly larger than that of the standard variety ‘Krechet’ (3.5 t/ha). The average green mass productivity of the variety ‘Arkhan’ was 26.7 t/ha, which is 8.5 t/ha higher than that of the standard variety ‘Krechet’. The variety ‘Arkhan’ is characterized by resistance to head smut, being relatively resistant to crown oats rust. The variety is highly resistant to grain shedding and lodging. According to the best indicators, the new spring oats variety ‘Arkhan’ in 2017

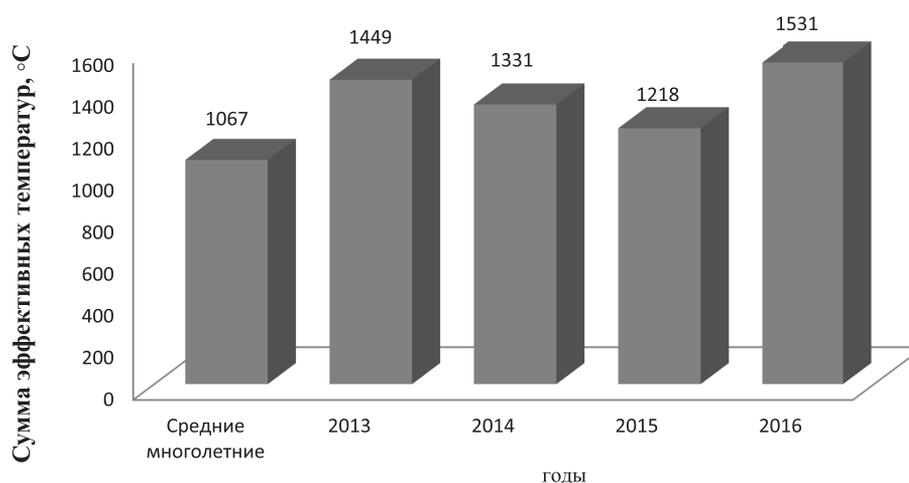
was sent for the study to the State Variety Network of the Russian Federation. According to the results of the State Variety Testing, the variety has been included into the State List of Breeding Achievements approved for use on the territory of the Russian Federation since 2020 (in regions 1, 2, 3, 4 and 5).

**Keywords:** spring oats, variety, productivity/yield, resistance to disease, early maturity.

**Введение.** Овёс яровой (*Avena sativa* L.) – важная зерновая и зернофуражная культура разностороннего использования. Широкий ареал его распространения связан с хорошей приспособленностью к условиям среды. Овёс является культурой с высоким биологическим потенциалом продуктивности в условиях Европейского Севера и обеспечивает возможность получения полноценных пищевых продуктов и сбалансированных комбикормов. На севере европейской части России овёс используют в качестве зелёного корма в смеси с викой яровой для приготовления силоса, сенажа, при раннем укосе овёс быстро отрастает и служит дополнительным источником корма для выпаса животных. В современных условиях целесообразным и экономически обоснованным направлением селекции является получение сортов для конкретных условий того или иного региона. Поэтому задачи селекции должны быть ориентированы на развитие адаптивно-экологического направления, что позволяет расширить возможности новых сортов при их географическом распространении (Жученко, 2003). Результаты селекционной работы с овсом, особенно в последние годы, демонстрируют успехи по созданию новых сортов разных направлений (Сурин, 2011).

Исходя из этого, целью исследования являлось создание нового высокоурожайного сорта овса ярового с комплексом хозяйственно-ценных признаков, устойчивого к действию абиотических и биотических стрессоров.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводили в 2013–2016 гг. на базе ФГУП «Котласское», расположенного в северо-западной зоне Архангельской области. Почва опытного участка характеризовалась как высококультуренная, дерново-слабоподзолистая. По механическому составу почва тяжело-суглинистая, глееватая, с повышенным содержанием гумуса (3,7%). Реакция почвенного раствора нейтральная (рН-6,5). Почва обеспечена фосфором (23,5 мг/г) и калием (27,8 мг/г на 100 г почвы) (по Кирсанову), общим азотом (0,11%). Мощность пахотного горизонта – 20–22 см. Агрометеорологические условия в годы проведения исследований значительно отличались между собой как по температурному режиму (сумма эффективных температур – от 1218 °С в 2015 г. до 1531 °С в 2016 г.), так и по количеству выпавших осадков (от 171 мм в 2013 г. до 313 мм в 2015 г.) за вегетационный период, что позволило объективно оценить сорт овса ярового Архан по основным хозяйственно-ценным признакам (рис. 1, 2).



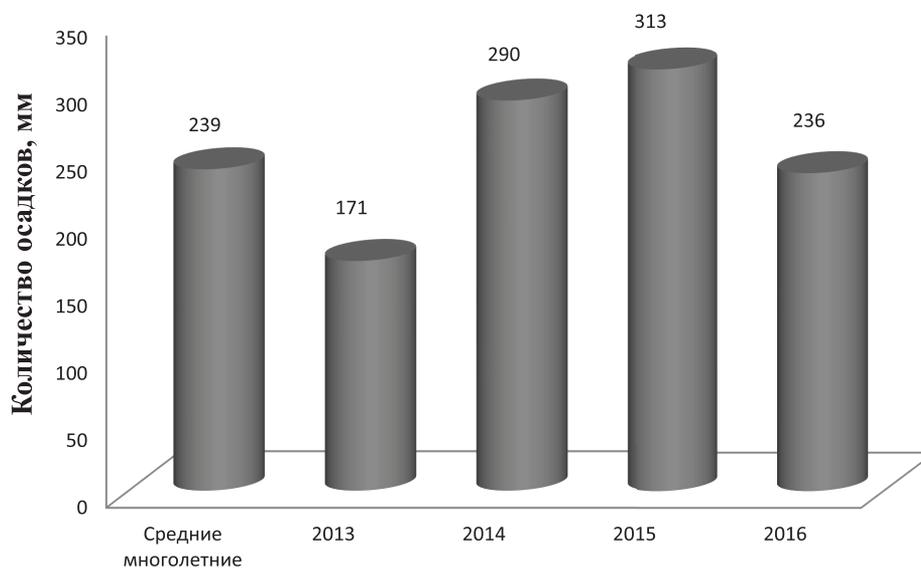
**Рис. 1.** Сумма эффективных температур за период изучения нового сорта Архан (2013–2016 гг.)  
**Fig. 1.** The sum of effective temperatures during the period of study of the new variety 'Arkhan' (2013–2016)

В качестве объекта исследований использовали сорт овса ярового Архан. Стандартом являлся сорт Кречет. Конкурсное сортоиспытание заложено в двух вариантах – на учёт семян и зелёной массы. Образцы высевали рано весной на глубину 3–4 см при физической спелости почвы сеялкой СН-16 обычным рядовым способом с нормой высева 5,5 млн шт. всхожих семян на 1 га. Уход за посевами во время вегетации заключался в прополке от сорняков и рыхлении почвенной корки. В процессе ис-

следований вели фенологические наблюдения, определяли полевую всхожесть, влияние основных биотических и абиотических факторов среды, урожайность, проводили оценку устойчивости растений к болезням (пыльной головне, гельминтоспориозу) и полеганию, общего состояния растений, а также анализ структуры урожая. Закладку опыта, наблюдения и учёты осуществляли согласно Методике полевого опыта (1985). Оценка хозяйственно-ценных признаков овса ярового проводи-

ли согласно Методическим указаниям по селекции ячменя и овса (Лукьянова и др., 1981) и международному классификатору СЭВ рода

*Avena L.* (1984). Математическую обработку данных проводили по методике полевого опыта (Доспехов, 1985).



**Рис. 2.** Количество осадков за период изучения нового сорта Архан (2013–2016 гг.)  
**Fig. 2.** The amount of precipitation during the period of study of the new variety 'Arkhan' (2013–2016)

Результаты и их обсуждение. С 2020 г. в Государственный реестр селекционных до-

стижений включён новый сорт овса ярового Архан (рис. 3).



**Рис. 3.** Сорт овса ярового Архан: а) растение; б) зерно, метёлка  
**Fig. 3.** The spring oats variety 'Arkhan': a) plant; b) grain, panicle

Сорт овса выведен в Московском НИИСХ совместно с ФГУП «Котласское». Новый сорт овса Архан (селекционный номер 10h2401) выведен методом индивидуально-семейственного отбора из гибридной популяции, полученной от ступенчатых скрещиваний с участием сортов Фрезер (Канада), Астор, Пантер, WZ-437 (Нидерланды), Эндспурт (ФРГ), Патнем-61

(США), Сербо (Швеция), Черкасский-1, образец 12028 (ВИР).

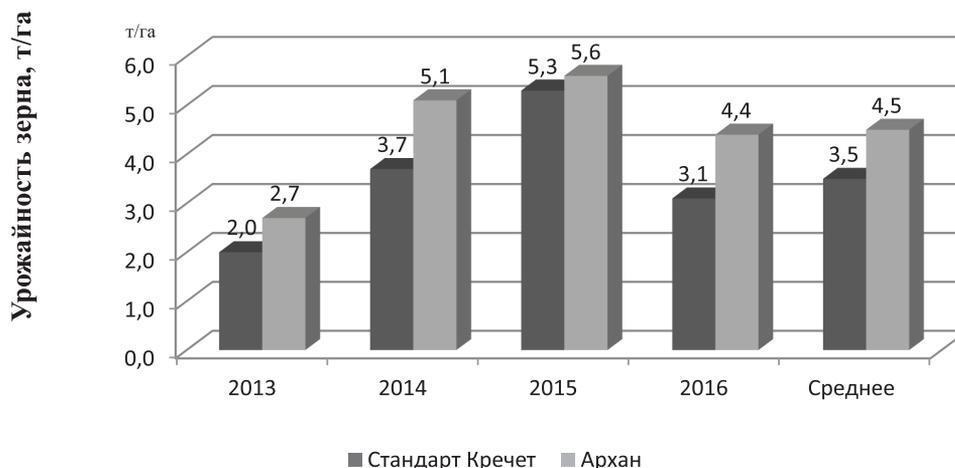
Данный сорт рекомендуется для выращивания по Северному, Северо-Западному, Центральному, Волго-Вятскому, Центрально-Чернозёмному регионам России РФ.

Создание новых сортов и включение их в Государственный реестр селекционных до-

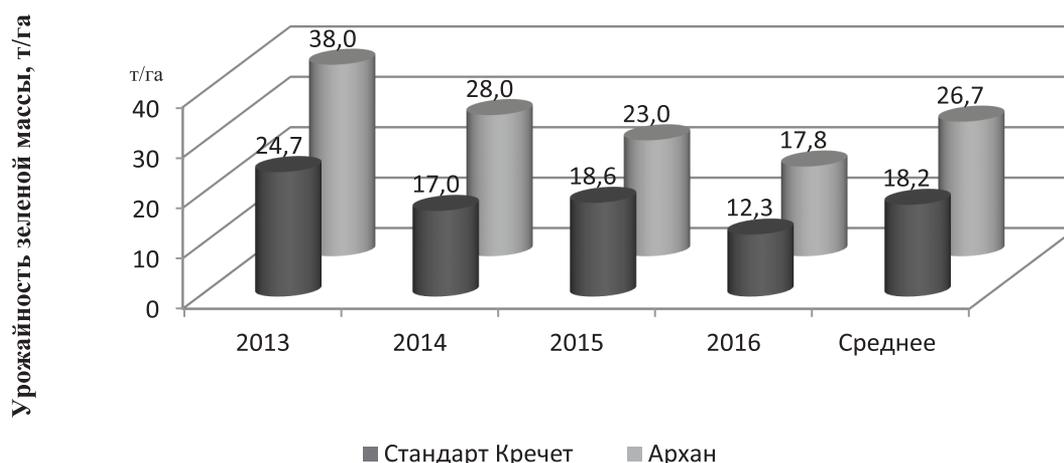
стижений РФ имеет большое значение в повышении урожайности всех сельскохозяйственных культур, в том числе и овса ярового.

Урожайность зерна в конкурсном испытании (2013–2016 гг.) у сорта Архан в среднем со-

ставляла 4,5, у стандарта Кречет – 3,5 т/га, что находится в пределах ошибки опыта ( $HC_{05} = 0,4$ ). Средняя урожайность зелёной массы Архан составила 26,7 т/га, что выше, чем у стандарта Кречет (18,2 т/га), ( $HC_{05} = 5,4$ ) (рис. 4, 5).



**Рис. 4.** Урожайность зерна овса ярового сорта Архан в сравнении со стандартом Кречет в КСИ (2013–2016 гг.)  
**Fig. 4.** Grain productivity of the new variety 'Arkhan' in comparison with the standard variety 'Krechet' (2013–2016)



**Рис. 5.** Урожайность зелёной массы овса ярового сорта Архан в сравнении со стандартом Кречет в КСИ (2013–2016 гг.)

**Fig. 5.** Green mass productivity of the the new variety 'Arkhan' in comparison with the standard variety 'Krechet' (2013–2016)

Данный сорт относится к среднеранней группе созревания. Период вегетации составляет 76–82 дня.

Высота растений у нового сорта овса ярового Архан составляет 99–113 см, среднерослое (табл. 1). Разновидность – мутика. Куст полупрямостоячий. Стебель средней длины и толщины, устойчивый к полеганию. От других сортов отличается наличием слабого опушения края листа, следующего за флажковым листом. Метёлка двухсторонняя, полусжатая.

Зерно белое, полуудлинённое, плотно заключено в цветковые чешуи. Опушение основания у первой зерновки отсутствует. Остистость зерна очень слабая-слабая. Зерно выполненное, масса 1000 зёрен – 40,0–47,2 г. Натура зерна – 470–533 г/л. Плёнчатость – от низкой до средней (22,0–24,4%).

Вегетационный период на семена в среднем составил 77 дней, что на 1 день меньше,

чем у стандарта Кречет. На зелёную массу вегетационный период составил 42 дня.

Анализ элементов продуктивности растений в среднем за четыре года показывает, что высокая урожайность сорта Архан связана с продуктивной кустистостью, числом зёрен в метёлке, высокой массой зерна с главной метёлки и большой массой 1000 зёрен (табл. 2).

Высота растений у нового сорта овса в среднем за годы изучения составила 103 см, сорт отличался средней высотой по отношению к стандарту Кречет (превышение составляло 20 см). В наших исследованиях средний показатель продуктивной кустистости за годы изучения составил 1,1 стебля и варьировал незначительно от 1,0 до 1,2 шт./растение (очень слабая < 1,1, слабая 1,1–2,0 по международному классификатору СЭВ).

### 1. Описание сорта Архан по морфологическим и хозяйственным признакам 1. Description of the variety 'Arkhan' by morphological and economic characteristics

Элементы описания		Описание отдельных признаков
1. Куст	форма	полупрямостоячая
2. Стебли	а) высота, см	99–113
	б) толщина	средняя
	в) прочность	прочный
3. Лист	а) опушение в период кушения	отсутствует или очень слабое
4. Язычок	обыкновенный, отклоняющийся	обыкновенный
5. Метёлка в период полной спелости	а) форма, тип	двухсторонняя, полусжатая
	б) окраска	соломенно-жёлтая
	в) длина	короткая-средняя
6. Колосковая чешуя	а) размер и форма	средней длины
7. Ости	остистость зёрен	остистость очень слабая-слабая
8. Зерно	а) крупность по объёму (крупное, среднее, мелкое)	среднее
	б) основание зерна (голое, опушённое или редкие волоски)	редкие волоски
	в) окраска	белая
	г) плотность заключения зерна в цветочные плёнки (открытое, полукрытое, закрытое)	закрытое
9. Морфологические особенности сорта, позволяющие отличить его от других сортов	–	наличие слабого опушения краёв листа, следующего за флаговым листом. Восковой налёт на нижней цветковой чешуе-средний.

### 2. Показатели элементов структуры урожая ярового овса (данные за 2013–2016 гг., Котлас) 2. Indicators of the yield structure elements of spring oats (data for 2013–2016, Kotlas)

Сорт	Год изучения	Высота растения, см	Длина метёлки, см	Продуктивная кустистость, шт. стебл./раст.	Число колосков в метёлке, шт.	Число зёрен в метёлке, шт.	Масса зерна с главной метёлки, г	Масса 1000 зёрен, г
Кречет - стандарт	2013	71	13,5	1,2	23,9	31,8	0,8	36,8
	2014	89	13,1	1,0	24,8	34,8	1,75	42,0
	2015	100	15,2	1,05	29,3	49,1	2,25	37,8
	2016	72	13,5	1,05	24,8	41,5	2,26	41,5
	среднее	83	13,8	1,1	25,7	39,3	1,8	39,5
Архан	2013	90	16,0	1,0	25,5	37,3	2,35	43,2
	2014	113	14,0	1,05	20,6	36,5	2,13	41,0
	2015	108	16,4	1,2	26,4	52,4	2,25	37,2
	2016	99	15,2	1,0	25,8	46,0	2,1	40,0
	среднее	103	15,4	1,1	24,6	45,6	2,2	40,4

Метёлка нового сорта длиннее, чем у стандарта на 1,6 см, или на 10%; больше зёрен в метёлке на 6,3 шт., или на 16%, масса 1000 зёрен больше на 0,9 г, или на 2,3%. В среднем за годы исследований масса 1000 семян у сорта Архан составила 40,4 г, у стандарта Кречет – 39,5 г.

Основные преимущества нового сорта – экологически пластичный адаптированный к изменению почвенно-климатических условий, устойчив к пыльной головне, сочетает высокую урожайность зерна и зелёной массы. Предназначен для производства продовольственного, фуражного зерна и на зелёный корм. Стебель средней длины и толщины, устойчивый к полеганию. Обладает высокой устойчивостью к осыпанию зерна. Устойчив к пыльной

головне, относительно устойчив к корончатой ржавчине овса.

**Выводы.** В ходе многолетней целенаправленной селекционной работы создан новый сорт овса ярового Архан, адаптированный к изменению почвенно-климатических условий. Сорт Архан отличается высокой урожайностью зерна и зелёной массы. Данный сорт относится к среднеранней группе созревания (76–82 дня). Сорт высоко устойчив к осыпанию зерна и полеганию. Обладает иммунитетом к комплексу возбудителей болезней, таких как пыльная головня и корончатая ржавчина овса. С 2020 г. сорт Архан включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ по 1, 2, 3, 4 и 5 регионам.

#### Библиографические ссылки

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб и доп. М: Агропромиздат, 1985. 351 с.

2. Международный классификатор СЭВ рода *Avena L.* Л.: ВИР, 1984, 38 с.
3. Лукьянова М. В., Родионова Н. А., Трофимовская А. Ф. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. Л.: ВИР, 1981. 63 с.
4. Сурин Н. А. Адаптивный потенциал сортов зерновых культур сибирской селекции и пути его совершенствования (пшеница, ячмень, овёс). Новосибирск, 2011. 707 с.
5. Жученко А. А. Роль генетической инженерии в адаптивной системе селекции растений (мифы и реалии) // Сельскохозяйственная биология. 2003. № 1. С. 3–33.

#### References

1. Dospikhov 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: Agropromizdat, 1985. 351 s.
2. Mezhdunarodnyj klassifikator SEV roda *Avena L.* [International classifier of COMECON of *Avena L.*]. L.: VIR, 1984, 38 s.
3. Luk'yanova M. V., Rodionova N. A., Trofimovskaya A. F. Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu i sohraneniyu mirovoj kolleksii yachmenya i ovsa [Methodical recommendations on the study and preservation of the world collection of barley and oats]. L.: VIR, 1981. 63 s.
4. Surin N. A. Adaptivnyj potencial sortov zernovykh kul'tur sibirskoj selekcii i puti ego sovershenstvovaniya (pshenica, yachmen', ovyos) [Adaptive potential of grain crops varieties of Siberian selection and ways of improving it (wheat, barley, oats)]. Novosibirsk, 2011. 707 s.
5. Zhuchenko A. A. Rol' geneticheskoy inzhenerii v adaptivnoj sisteme selekcii rastenij (mify i realii) [The role of genetic engineering in the adaptive system of plant breeding (myths and realities)] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2003. № 1. S. 3–33.

Поступила: 14.02.20; принята к публикации: 2.12.20.

**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.** Корелина В.А., Кабашов А.Д. – концептуализация И.В. – выполнение полевых / лабораторных опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация; Корелина В.А., Зобнина И.В. – подготовка рукописи.

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

## ВЕЛИЧИНА ГЕТЕРОЗИСА ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ У МНОГОРЯДНЫХ ГИБРИДОВ F<sub>1</sub> ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПРИ НАСЫЩАЮЩИХ СКРЕЩИВАНИЯХ

**Н. А. Крючкова**, младший научный сотрудник лаборатории селекции зерновых и крупяных культур, pavlova.nadya87@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6464-4265;  
**Г. А. Муругова**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции зерновых и крупяных культур, gal.murugova@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4203-851X;  
**А. Г. Клыков**, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, зав. отделом селекции и биотехнологий сельскохозяйственных культур, alex.klykov@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2390-3486  
 ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока имени А.К. Чайки», 692539, Приморский край, г. Уссурийск, п. Тимирязевский, ул. Воложенина, 30, fe.smc\_rf@mail.ru

Представлены результаты анализа величины гетерозиса и степени фенотипического доминирования гибридов F<sub>1</sub>, полученных при насыщающих скрещиваниях двурядных и многорядных форм ярового ячменя. Целью исследований было определение величины гетерозиса и степени фенотипического доминирования основных количественных признаков у многорядных гибридов F<sub>1</sub> ярового ячменя. Исследование проводили в лаборатории селекции зерновых и крупяных культур ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока имени А. К. Чайки». Изучено 68 сортообразцов многорядных форм ярового ячменя мировой коллекции ВИР различного эколого-географического происхождения. В качестве материнских форм использовали двурядные сорта селекции ФНЦ агробιοтехнологий ДВ имени А. К. Чайки – Приморский 98, Приморский 44, Приморский 89, Тихоокеанский и Восточный. В качестве отцовской формы взято 4 многорядных сорта ячменя с ценными хозяйственными признаками: Казминский (Хабаровский край), Peguis (Канада), Колчан (Алтайский край), 07N1 (Китай). Проведен 5-кратный беккросс гибридов с отцовскими формами и отбор из популяций многорядных генотипов. У большинства изученных гибридов F<sub>1</sub> гетерозис проявлялся одновременно по четырем признакам: по продуктивной кустистости, по числу зерен с главного колоса, по массе зерна с главного колоса и по массе зерна с растения, и только у двух комбинаций Приморский 98 x Колчан и Приморский 89 x Peguis отмечалась депрессия. Гетерозис по признакам «число зерен в главном колосе» и «масса зерна с главного колоса» отмечен во всех комбинациях. При анализе наследования признака «масса зерна с растения» отмечено сверхдоминирование данного признака при наибольших значениях у комбинаций Тихоокеанский x Peguis (9,7) и Приморский 44 x 07N1 (5,2), степень гетерозиса составила 50,4 и 82,2% соответственно. Установлено, что к наиболее перспективным можно отнести три гибридные комбинации: Приморский 98 x 07N1, Приморский 44 x 07N1, Тихоокеанский x Peguis.

**Ключевые слова:** яровой ячмень, гибридизация, насыщающие скрещивания, гетерозис, гибрид.

**Для цитирования:** Крючкова Н. А., Муругова Г. А., Клыков А. Г. Величина гетерозиса хозяйственно-ценных признаков у многорядных гибридов F<sub>1</sub> ярового ячменя при насыщающих скрещиваниях // Зерновое хозяйство России. 2021. № 1(73). С. 26–30. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-26-30.



## THE HETEROSIS VALUE OF ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS IN THE MULTI-ROW HYBRIDS F<sub>1</sub> OF SPRING BARLEY OBTAINED BY SATURATING CROSSINGS

**N. A. Kryuchkova**, junior researcher of the laboratory for grain crops and groats breeding, pavlova.nadya87@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6464-4265;  
**G. A. Murugova**, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for grain crops and groats breeding, gal.murugova@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4203-851X;  
**A. G. Klykov**, Doctor of Biological Sciences, corresponding member of the RAS, head of the department of breeding and biotechnologies of agricultural crops, alex.klykov@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2390-3486  
 FSBSI FRC of Agrobiotechnologies of the Far East named after A.K. Chayka, 692539, Primorsky Krai, Ussuriysk, v. of Timiryazevsky, Volozhenina Str., 30; e-mail: fe.smc\_rf@mail.ru

The current paper has presented the analysis results of the value of heterosis and the degree of phenotypic dominance of hybrids F<sub>1</sub> obtained by saturating crossings of two-row and multi-row spring barley forms. The purpose of the study was to determine the value of heterosis and the degree of phenotypic dominance of the main quantitative traits of the multi-row hybrids of spring barley. The study was carried out in the laboratory for grain crops and groats breeding of the FSBSI FRC of Agrobiotechnologies of the Far East named after A. K. Chayka. There were studied 68 varieties of multi-row spring barley forms selected from the world collection of IPI of various ecological and geographical origin. The two-row varieties 'Primorsky 98', 'Primorsky 44', 'Primorsky 89', 'Tikhookeansky' and 'Vostochny' developed by FSBSI FRC of Agrobiotechnologies of the Far East named after A. K. Chayka were taken as maternal forms. Four multi-row barley varieties 'Kazminsky' (Khabarovsk Territory), 'Peguis' (Canada), 'Kolchan' (Altai Territory), '07N1' (China) with valuable economic traits were taken as a paternal form. There was conducted a five-fold backcrossing of hybrids with paternal forms and there were selected the populations of multi-row genotypes. The most of the hybrids F<sub>1</sub> manifested their heterosis simultaneously according to four traits, productive tillering, number of grains

per main head, grain weight per main head, and grain weight per a plant. Only two hybrids 'Primorsky 98 x Kolchan' and 'Primorsky 89 x Peguis' showed a depression. There was identified heterosis by the traits 'number of grains per main head', 'grain weight per main head' in all hybrids. When analyzing the inheritance of the trait 'grain weight per a plant', there was established overdominance of this trait at the highest values of the hybrids 'Tikhookeansky x Peguis' (9.7) and 'Primorsky 44 x 07N1' (5.2), the heterosis degree was 50.4% and 82.2%, respectively. There has been established that three hybrids 'Primorsky 98 x 07N1', 'Primorsky 44 x 07N1', 'Tikhookeansky x Peguis' can belong to the most promising ones.

**Keywords:** spring barley, hybridization, saturating crossings, heterosis, hybrid.

**Введение.** Яровой ячмень – важнейшая продовольственная, кормовая и техническая культура (Гамзаева, 2017). В Приморском крае в селекции ярового ячменя одним из важных направлений является создание многорядных сортов, обладающих высоким потенциалом продуктивности. Знание законов наследования признаков является основой для селекции, так как их раскрытие позволяет управлять наследственностью и изменчивостью для получения нужных рекомбинаций растений (Павлова и др., 2016). Создание новых сортов, соответствующих необходимым параметрам, и эффективность селекционного процесса во многом зависят от разнообразия и изученности исходного материала (Андреев, 2019). В этой связи наряду с традиционным методом селекции внутривидовой гибридизацией особую роль играет беккроссная (аналоговая) селекция. Насыщающие скрещивания позволяют сочетать все желаемые признаки и свойства рекуррентного родителя с одним или несколькими ценными признаками донора (Павлова и др., 2018). Широко известно, что селекционная работа с применением беккроссов способствует ускоренному развитию популяции в определенном направлении и позволяет сохранять удачно найденные гены (Сандухадзе, 2011).

Поэтому при селекции новых сортов ярового ячменя изучение величины гетерозиса является актуальным при оценке гибридов ярового ячменя  $F_1$  с целью выделения комбинаций с наибольшим числом хозяйственно-ценных признаков. Целью исследований было определение величины гетерозиса и степени фенотипического доминирования основных количественных признаков у многорядных гибридов  $F_1$  ярового ячменя.

#### Материалы и методы исследований.

Исследования проводили в лаборатории селекции зерновых и крупяных культур ФГБНУ «ФНЦ агроботехнологий Дальнего Востока имени А. К. Чайки» в три этапа: первый (в 2011–2013 гг.) – изучение 68 сортообразцов многорядных форм ярового ячменя мировой коллекции ВИР различного эколого-географического происхождения и выделение из них ценных форм с высокой продуктивностью и устойчивостью к болезням для использования в качестве отцовских форм; второй (2014–2018 гг.) – проведение 5-кратного беккросса гибридов с отцовскими формами и отбор из популяций многорядных генотипов; третий (2019 г.) – определение величины гетерозиса и степени фенотипического доминирования у многорядных гибридов  $F_1$ .

В качестве материнских форм использовали двурядные сорта ярового ячменя селекции ФНЦ агроботехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки – Приморский 98, Приморский 44, Приморский 89, Тихоокеанский и Восточный. В качестве отцовской формы взято четыре выделенных многорядных сорта ячменя с ценными хозяйственными признаками: Казьминский (Хабаровский край), Колчан (Алтайский край), Peguis (Канада), 07N1 (Китай). Скрещивания проводили по методике Д. С. Омарова (1965). Параметры истинного гетерозиса и степени доминирования рассчитывали по следующим формулам (Омаров, 1975).

Гетерозис истинный ( $\Gamma_{ист.}$ ) характеризует более сильное проявление признака в  $F_1$  по сравнению с лучшей родительской формой. Для оценки использовали метод расчета коэффициентов истинного гетерозиса по Д. С. Омарову:

$$\Gamma_{ист} = \frac{F_1 - P_{лучш.}}{P_{лучш.}} \cdot 100\%,$$

где  $F_1$  – средний показатель признака у гибридных форм;  $P_{лучш.}$  – средний показатель признака лучшей родительской формы.

Один из показателей характера проявления гетерозиса по элементам продуктивности является степень фенотипического доминирования ( $H_p$ ), вычисляемая по формуле:

$$H_p = \frac{F_1 - M_p}{P_{max} - M_p},$$

где  $F_1$  – средний показатель признака у гибридных форм;  $M_p$  – среднее значение признака обоих родительских форм;  $P_{max}$  – среднее значение родителя с наиболее развитым признаком.

В период вегетации ярового ячменя по методикам ВИР (1981) и Государственного сортоиспытания (1989) проводили фенологические учеты и наблюдения.

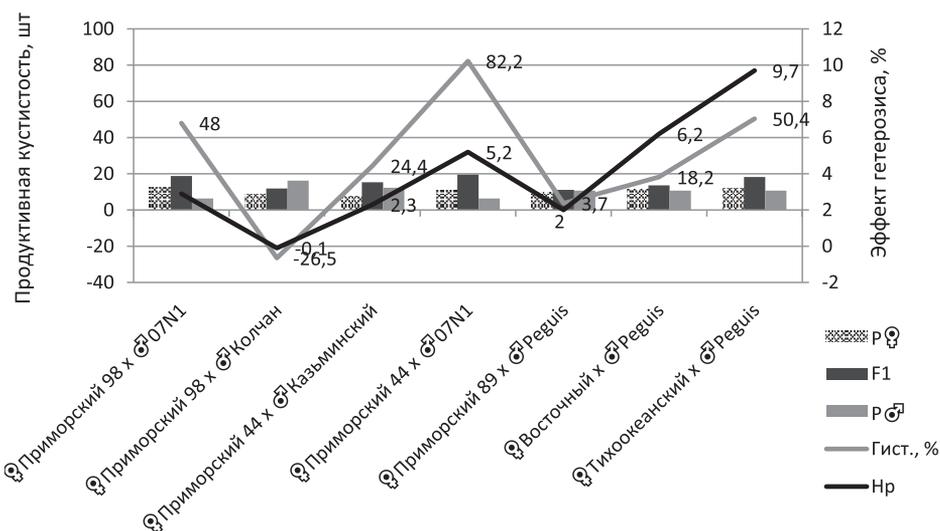
**Результаты и их обсуждение.** В результате многолетнего насыщающего скрещивания гибридов  $F_1$  отцовскими многорядными формами и целенаправленного отбора получены многорядные гибриды.

Фенотипическую степень доминирования и гетерозис у гибридов  $F_1$  и их родительских форм оценивали по таким признакам, как продуктивная кустистость, число зерен в главном колосе, масса зерна с главного колоса и масса зерна с растения.

Важнейшим количественным признаком, определяющим высокую урожайность ячменя,

является продуктивной кустистость, которая определяется генотипом сорта. Наблюдения свидетельствуют о том, что у большинства гибридов проявлялось сверхдоминирование данного признака при наибольшем значе-

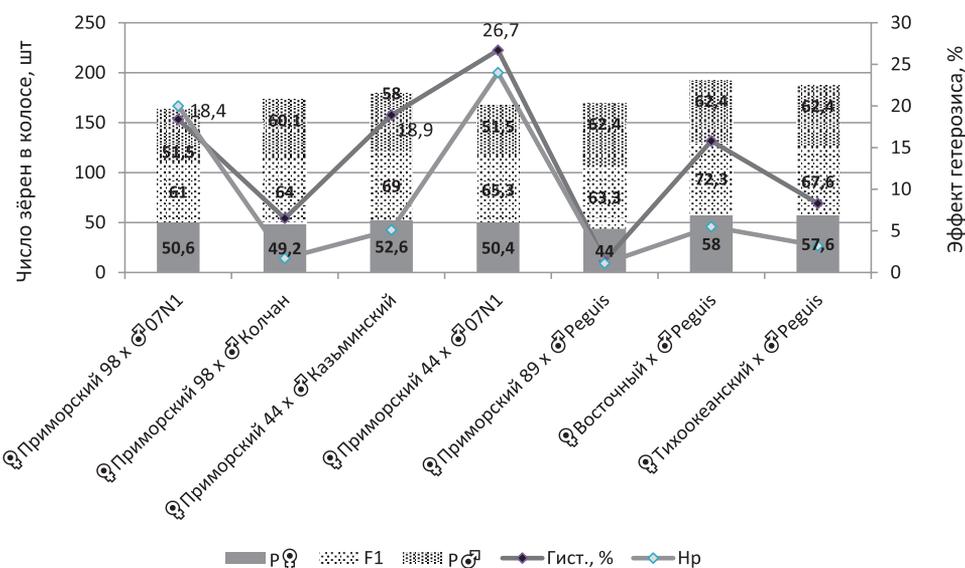
нии у комбинации Приморский 44 x 07N1 – 3,9 и величине истинного гетерозиса – 77,6%. В двух комбинациях: Приморский 89 x Reguis, Приморский 98 x Колчан отмечена депрессия (рис. 1).



**Рис. 1.** Гетерозис по продуктивной кустистости у многорядных гибридов F<sub>1</sub> ярового ячменя  
**Fig. 1.** Heterosis according to productive tillering of the multi-row F<sub>1</sub> hybrids of spring barley

Продуктивность колоса является комплексным признаком и находится в прямой зависимости от числа зерен в колосе (Родина, 2006). У гибридов количество зерен в главном колосе варьировало от 61,0 до 72,3 шт. Реализация эф-

фекта гетерозиса по таким признакам, как число зерен в главном колосе и масса зерна с главного колоса была достигнута в полной мере (рис. 2, 3).



**Рис. 2.** Гетерозис по числу зерен в главном колосе у многорядных гибридов F<sub>1</sub> ярового ячменя  
**Fig. 2.** Heterosis according to number of grains per main head of the multi-row F<sub>1</sub> hybrids of spring barley

Высокий показатель истинного гетерозиса по числу зерен в главном колосе отмечен в трех гибридных комбинациях: Приморский 44 x 07N1 – 26,7%, Приморский 44 x Казьминский – 18,9% и Приморский 98 x 07N1 – 18,4%. По признаку «масса зерен с главного колоса» выделились три комбинации:

Тихоокеанский x Reguis – 39,1%, Приморский 98 x 07N1 – 25,0%, Приморский 89 x Reguis – 23,5%. Отмечено сверхдоминирование признака «масса зерна с главного колоса» у всех полученных гибридных комбинаций (2,0 до 10,0).

Гетерозис по массе зерна с растения можно рассматривать как результат суммарного

эффекта доминирования генов, элементарных признаков структуры продуктивности. При анализе наследования признака «масса зерна с растения» отмечено сверхдоминирование данного признака при наибольших зна-

чениях у комбинаций Тихоокеанский x Reguis (9,7) и Приморский 44 x 07N1 (5,2), степень гетерозиса составила 50,4 и 82,2% соответственно (рис. 3).

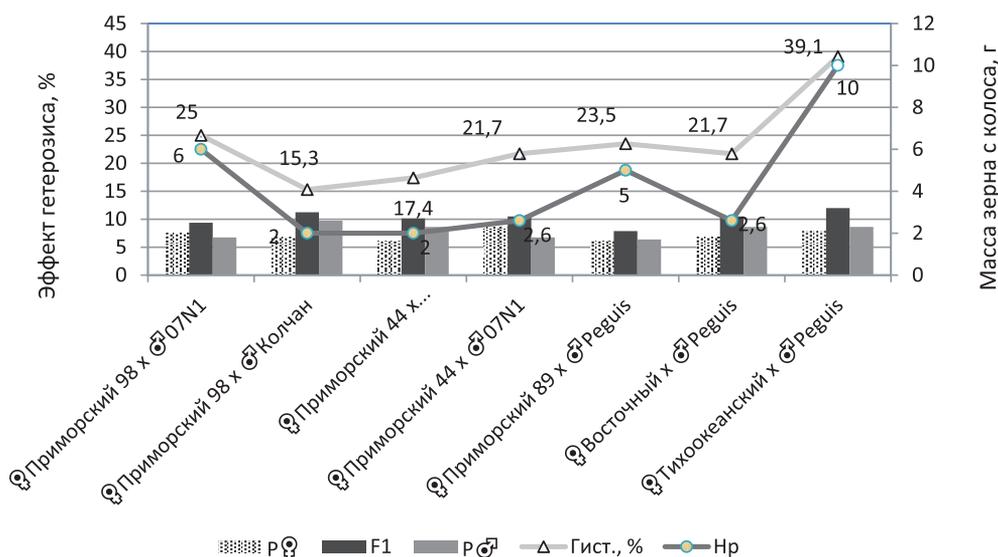


Рис. 3. Гетерозис по массе зерен с главного колоса у многорядных гибридов F<sub>1</sub> ярового ячменя  
 Fig. 3. Heterosis according to grain weight per main head of the multi-row F<sub>1</sub> hybrids of spring barley

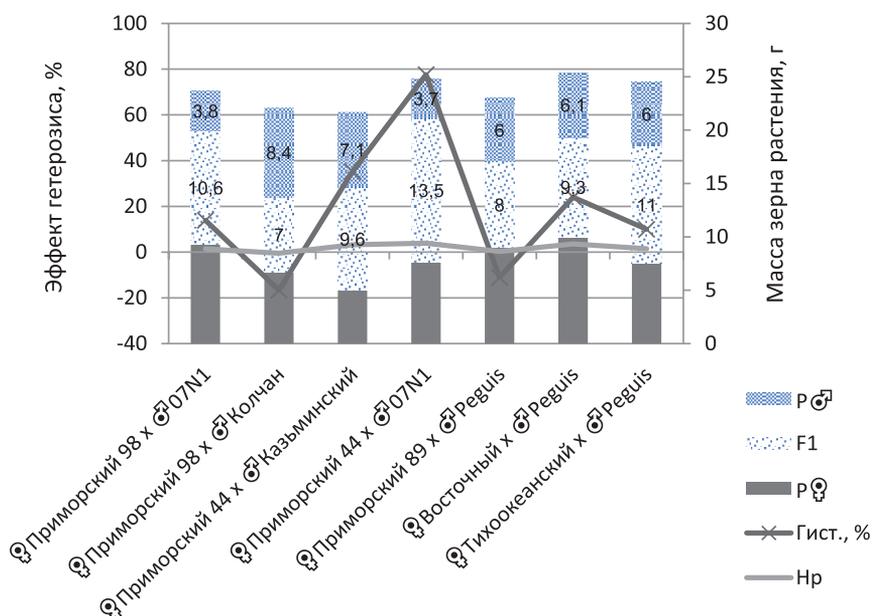


Рис. 4. Гетерозис по массе зерен с растения у многорядных гибридов F<sub>1</sub> ярового ячменя  
 Fig. 4. Heterosis according to grain weight per a plant of the multi-row F<sub>1</sub> hybrids of spring barley

**Выводы.** У большинства изученных гибридов F<sub>1</sub> гетерозис проявлялся одновременно по четырем признакам: по продуктивной кустистости, числу зерен с главного колоса, массе зерна с главного колоса и по массе зерна с растения. Гетерозис по числу зерен и массе зерна с главного колоса отмечен во всех комбинациях.

К наиболее перспективным можно отнести три гибридные комбинации: Приморский 98 x

07N1, Приморский 44 x 07N1, Тихоокеанский x Reguis.

Анализ степени фенотипического доминирования и гетерозиса показал самые высокие показатели по всем признакам у гибридной комбинации Приморский 44 x 07N1, где в качестве отцовской формы был взят сортообразец из Китая.

Таким образом, в селекции ярового ячменя в условиях Приморского края использование

беккроссов между двурядными и многорядными сортами с целенаправленным отбором многорядных форм способствует получению высокогетерозисных гибридов.

#### Библиографические ссылки

1. Андреев А. А., Драчева М. К. Оценка адаптивной способности сортов ярового ячменя и подбор родительских пар для селекционного процесса // Зерновое хозяйство России. 2019. № 4(64). С. 42-45. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-64-4-42-45.
2. Гамзаева Р. С. Влияние регуляторов роста на физиолого-биохимические показатели и продуктивность ярового ячменя // Известия СПбГАУ. 2017. № 1(46). С. 75–79.
3. Лукьянова М. В., Родионова Н. А., Трофимовская А. Я. Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса. Л., 1981. 31 с.
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1989. Вып. 2. 194 с.
5. Омаров Д. С. К методике учета и оценки гетерозиса у растений // Сельскохозяйственная биология. 1975. Т. X, № 1. С. 123–127.
6. Омаров Д. С. Эффективная методика скрещивания ячменя // Агробиология. 1965. № 5(155). С. 699-702.
7. Павлова Н. А., Муругова Г. А., Клыков А. Г. Величина гетерозиса основных количественных признаков у гибридов F<sub>1</sub> при скрещивании двурядных и многорядных форм ярового ячменя в условиях Приморского края // Дальневосточный аграрный вестник. 2016. № 2(38). С. 22–28.
8. Павлова Н. А., Муругова Г. А., Клыков А. Г. Оценка трансгрессии количественных признаков у гибридов ярового ячменя // Российская сельскохозяйственная наука. 2018. № 6. С. 6–8. DOI: 10.31857/S250026270001835-3.
9. Родина Н. А. Селекция ячменя на Северо-Востоке Нечерноземья. Киров, 2006. 488 с.
10. Сандухадзе Б. И. Использование неполных беккроссов в селекции озимой пшеницы для центра Нечерноземной зоны // Селекция озимой пшеницы в Центральном регионе Нечерноземной России: избранные труды. М., 2011. С. 122–126.

#### References

1. Andreev A. A., Dracheva M. K. Ocenka adaptivnoj sposobnosti sortov yarovogo yachmenya i podbor roditel'skih par dlya selekcionnogo processa [Estimation of the adaptive capacity of spring barley varieties and selection of parental forms] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 4(64). S. 42–45. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-64-4-42-45.
2. Gamzaeva R. S. Vliyanie regulyatorov rosta na fiziologo – biohimicheskie pokazateli i produktivnost' yarovogo yachmenya [Influence of growth regulators on physiological and biochemical parameters and productivity of spring barley] // Izvestiya SPbGAU. 2017. № 1(46). S. 75–79.
- 3.
4. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Methodology of the State Variety Testing of agricultural crops]. M., 1989. Vyp. 2. 194 s.
5. Omarov D. S. K metodike ucheta i ocenki geterozisa u rastenij [An effective method for barley hybridization] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 1975. T. H, № 1. S. 123–127.
6. Omarov D. S. Effektivnaya metodika skreshchivaniya yachmenya [To the methodology of accounting and estimation of heterosis in plants] // Agrobiologiya. 1965. № 5(155). S. 699–702.
7. Pavlova N. A., Murugova G.A., Klykov A.G. Velichina geterozisa osnovnyh kolichestvennyh priznakov u gibridov F<sub>1</sub> pri skreshchivanii dvuryadnyh i mnogoryadnyh form yarovogo yachmenya v usloviyah Primorskogo kraja [The amount of the heterosis of the main quantitative traits in F<sub>1</sub> hybrids when crossing two-row and multi-row forms of spring barley in the conditions of Primorsky Krai] // Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. 2016. № 2(38). S. 22–28.
8. Pavlova N. A., Murugova G. A., Klykov A. G. Ocenka transgressii kolichestvennyh priznakov u gibridov yarovogo yachmenya [Estimation of the transgression of quantitative traits in spring barley hybrids] // Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka. 2018. № 6. S. 6–8. DOI: 10.31857/S250026270001835-3.
9. Rodina N. A. Selekcija yachmenya na Severo-Vostoke Nechernozem'ya [Barley breeding in the North-East of the Non-Blackearth region]. Kirov, 2006. 488 s.
10. Sanduhadze B. I. Ispol'zovanie nepolnyh bekkrossov v selekcii ozimoy pshenicy dlya centra Nechernozemnoj zony [Use of incomplete backcrosses in the winter wheat breeding for the center of the Non-Blackearth region] // Selekcija ozimoy pshenicy v Central'nom regione Nechernozemnoj Rossii: izbrannye trudy. M., 2011. S. 122–126.

Поступила: 3.04.20; принята к публикации: 11.01.21.

**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.** Крючкова Н. А., Клыков А. Г. – концептуализация исследования, подготовка рукописи; Крючкова Н. А., Муругова Г. А. – подготовка опыта, выполнение полевых / лабораторных опытов и сбор данных; Крючкова Н. А. – анализ данных и их интерпретация.

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

## ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ СЕЛЕКЦИИ НИИСХ ЦЧП ИМ. В. В. ДОКУЧАЕВА

**Е. И. Малокозова**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией селекции яровой пшеницы, niish1c@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-2387-0263  
*Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им. В.В. Докучаева, 397463, Воронежская обл., Таловский район, п. 2 уч-ка института им. В. В. Докучаева, квартал 5, д. 81*

Рассмотрена информация о признаках и свойствах районированных сортов яровой мягкой пшеницы селекции НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева. Цель исследований – создать новые сорта яровой мягкой пшеницы с высокими показателями продуктивности и качества зерна, устойчивых к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам окружающей среды и адаптированных к условиям Центрально-Черноземного региона. В НИИСХ ЦЧП созданы высокопродуктивные сорта яровой мягкой пшеницы: Крестьянка, Курская 2038, Воронежская 12, Черноземноруральская 2 и Воронежская 18, которые в настоящее время допущены к использованию в производстве. Проанализированы результаты исследований по изучению урожайности, качеству зерна и устойчивости к неблагоприятным факторам среды в различные периоды создания сортов. Обнаружено однозначное превышение показателей продуктивности у созданных сортов над сортами-стандартами. Выносливость представляемых сортов в неблагоприятных условиях говорит о повышении стабильности основных признаков, характеризующих урожайность, устойчивость к засухе, болезням, полеганию. Установлено, что по качеству зерна два сорта (Крестьянка и Черноземноруральская 2) относятся к сильным пшеницам с потенциальной урожайностью 7,20 и 6,65 т/га соответственно; три сорта (Курская 2038, Воронежская 12 и Воронежская 18) – ценные пшеницы с реализованной урожайностью – 5,31, 5,70 и 6,96 т/га соответственно. Выяснено, что для быстрого размножения семян и для получения высокого валового сбора зерна Черноземноруральскую 2 и Воронежскую 18 рекомендуется сеять с нормой высева 6,0 млн всхожих зерен на 1 га, так как урожайность, выход кондиционных семян, всхожесть, выравненность и масса 1000 семян при этой норме были наилучшими. Сроки сева этих сортов – ранние.

**Ключевые слова:** яровая мягкая пшеница, сорт, урожайность, качество зерна, устойчивость.

**Для цитирования:** Малокозова Е. И. Хозяйственно-биологическая характеристика сортов яровой мягкой пшеницы селекции НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева // Зерновое хозяйство России. 2021. № 1(73). С. 31–38. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-31-38.



## ECONOMIC AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SPRING BREAD WHEAT VARIETIES DEVELOPED IN THE VORONEZH FASC NAMED AFTER V. V. DOKUCHAEV

**E. I. Malokostova**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head of the laboratory for spring wheat breeding, niish1c@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-2387-0263  
*Voronezh Federal Agricultural Scientific Centre named after V.V. Dokuchaev, 397463, Voronezh region, Talovsky district, p. 2 of the Institute named after V. V. Dokuchaev, Q. 5/ 81*

The current paper has discussed information on the characteristics and properties of the zoned spring bread wheat varieties developed in the Federal Agricultural Scientific Centre named after V.V. Dokuchaev. The purpose of the study was to develop new spring bread wheat varieties with high productivity and grain quality, resistant to unfavorable biotic and abiotic environmental factors and adapted to the conditions of the Central Blackearth Region. In the FASC named after V.V. Dokuchaev there were developed such highly productive spring bread wheat varieties as 'Krestyan'ka', 'Kurskaya 2038', 'Voronezhskaya 12', 'Chernozemnouralskaya 2' and 'Voronezhskaya 18', which are currently approved for use in production. There were analyzed the study results of productivity, grain quality and resistance to unfavorable environmental factors in different growing periods of the varieties. There was found an unambiguous productivity excess of the developed varieties over the standard ones. The endurance of the presented varieties in unfavorable conditions indicates an increase in the stability of the main traits that characterize productivity, resistance to drought, diseases, and lodging. There has been established, that in terms of grain quality the varieties 'Krestyan'ka' and 'Chernozemnouralskaya 2' belong to strong wheat with potential productivity of 7.20 and 6.65 t/ha, respectively. The varieties 'Kurskaya 2038', 'Voronezhskaya 12' and 'Voronezhskaya 18' are valuable wheat varieties with realized productivity potential of 5.31, 5.70 and 6.96 t/ha, respectively. There has been identified that the varieties 'Chernozemnouralskaya 2' and 'Voronezhskaya 18' are recommended to sow with a seeding rate of 6.0 million germinating grains per hectare for the rapid seed reproduction and obtaining high gross grain yield, since productivity, yield of conditioned seeds, germination and 1000-grain weight at this rate was the best. The sowing dates of these varieties were early.

**Keywords:** spring bread wheat, variety, productivity, grain quality, sustainability.

**Введение.** Урожайность сельскохозяйственных культур всегда зависела и зависит от того, как растения в течение вегетации обеспечены влагой, которая является одним из ос-

новых лимитирующих факторов получения высоких и стабильных урожаев (Бычкова и др., 2018; Корзун и Бруйло, 2011). В Воронежской области посевы яровой пшеницы ежегодно подвергаются действию засухи, приходящейся на фазы кущения – начала колошения. Число суховейных дней в период вегетации может достигать 30–40. Поэтому получение высоких валовых сборов яровой пшеницы возможно при возделывании адаптированных к этим условиям сортов. Нужны сорта, экономно расходующие воду во время засухи и хорошо отзывающиеся на увлажнение. Создание новых сортов с высокими адаптивными свойствами, позволит значительно увеличить урожайность зерновых культур (Журавлева, 2015; Шаманин и др., 2016).

В селекционной работе на повышение адаптивности к абиотическим факторам уделяется внимание быстрому росту в начальный период вегетации, продолжительности работы листового аппарата, улучшению показателей густоты продуктивного стеблестоя на 1 м<sup>2</sup>, озерненности колоса, а из показателей качества – стекловидности, количеству и качеству клейковины, силе муки. В настоящее время в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ, зарегистрировано 5 сортов яровой мягкой пшеницы селекции НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева. Это сорта сильной пшеницы: Крестьянка, Черноземноуральская 2 и три сорта ценной пшеницы – Воронежская 12, Курская 2038 и Воронежская 18.

#### Материалы и методы исследований.

Создание сортов яровой пшеницы включает в себя изучение коллекции ВИР по методическим указаниям ВИР (Дорофеев, 1977; Градчанинова и др. 1985), создание исходного материала (гибридизация), линейный отбор, а также оценку и отбор селекционного материала по комплексу хозяйственно-ценных признаков (урожайность, качество зерна, устойчивость к абиотическим и биотическим стрессам и др.) с последующей передачей сорта на Госсортоиспытание. Ежегодно изучается 200–250 сортообразцов коллекции, лучшие из которых используются как родительские формы при гибридизации. Гибридизация проводится с использованием «твел»-метода опыления предварительно прокастрированных цветков материнского компонента.

Для исследований использовали сорта яровой мягкой пшеницы, созданные в процессе селекции: **Крестьянка**, районированный с 1992 года по Центрально-Черноземному (5) региону; **Курская 2038**, с 1997 года районирован по двум регионам РФ – Волго-Вятскому (4) и Центрально-Черноземному (5). **Воронежская 12**, внесен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию с 1998 года по двум регионам РФ: 5 и 6 (Северо-Кавказскому). **Черноземноуральская 2**, районированный с 2013 года по 3-м регионам РФ: 4,5 и 7

(Средне-Волжскому). **Воронежская 18**, районированный с 2017 года по 5 региону. Изучение этого материала в конкурсном сортоиспытании проходило в различные годы на базе НИИСХ ЦЧП. Схему полевого опыта составляли, руководствуясь требованиями методики полевого опыта (Доспехов, 1985). Опыты проводили в 4-х и 6-и кратной повторности на учетной площади делянок 20 и 25 м<sup>2</sup>. Посев осуществляли сеялкой СУ-10 с междурядьями 15 см. Фенологические наблюдения, учёт урожая и анализ по элементам его структуры, а также определение показателей качества зерна и муки проводили по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (выпуск 2, 1971) и по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур М. А. Федина (1985). Статистическую обработку полученных данных – по методике дисперсионного анализа (Доспехов, 1985). Почва опытного участка – чернозём обыкновенный с содержанием гумуса 6,8%, реакция почвенного раствора близка к нейтральной (7,1). Обменные основания кальция – 26, магния – 5,0–6,0 м/моль экв/100 г почвы. Подготовка почвы, уход за посевами в опытах соответствовали действующим рекомендациям по возделыванию яровой пшеницы в Воронежской области.

**Результаты и их обсуждение.** Сорт яровой мягкой пшеницы Крестьянка выведен методом индивидуального отбора из гибридной комбинации с участием сорта Саратовская 46 и сорта американской селекции Merit, разновидность *lutescens*. Сорт среднеспелый, с быстрым стартовым ростом в начальные фазы вегетации. Характеризуется хорошо развитой корневой системой, засухоустойчив в начальные фазы вегетации. В среднем за шесть лет изучения при урожайности 3,06 т/га превысил стандарт на 0,30 т/га (табл. 1).

По числу продуктивных стеблей и числу зерен в колосе превышал стандартный сорт. По массе 1000 зерен уступал стандарту в среднем за семь лет изучения на 3,4 г. Сорт достаточно устойчив к полеганию, устойчив к мучнистой росе и среднеустойчив к бурой ржавчине, восприимчив к пыльной головне, поэтому протравливание семян обязательно, высокоустойчив к твердой головне. По всем изучаемым признакам качества зерна и муки превышал стандарт.

Сорт пшеницы Крестьянка эффективно использует осадки второй половины лета. Наиболее урожайный в северном, северо-западном, юго-восточном и юго-западном агроэкологических районах Воронежской области. Сорт интенсивного типа. Прибавка в урожае от внесения удобрений составляет от 0,96 до 1,14 т/га. Реализованная урожайность пшеницы при интенсивной технологии возделывания – 7,20 т/га. Сорт Крестьянка рекомендуется для пересева погибших озимых. По качеству зерна – сильная пшеница.

**1. Характеристика сорта яровой мягкой пшеницы Крестьянка в конкурсном сортоиспытании (1982–1987 гг.)**

**1. Characteristics of the spring bread wheat variety 'Krestyanka' in the Competitive Variety Testing (1982–1987)**

Основные признаки	Крестьянка	Саратовская 46, St*
Реализованная урожайность	7,20	–
Урожайность, т/га	3,06	2,76
± к стандарту, т/га	+0,30	–
Число продуктивных колосьев на 1 м <sup>2</sup>	436,6	405,4
Устойчивость к полеганию, балл	4,3	3,7
Число колосков в колосе, шт.	14,4	13,4
Число зерен в колосе, шт.	18,0	15,5
Поражение бурой ржавчиной, %	25	100
Поражение стеблевой ржавчиной, балл	1–2	2–3
Поражение мучнистой росой, балл	1–2	1–2
Поражение твердой головней, искусственный фон, %	5,3	28,0
Поражение пыльной головней, искусственный фон, %	7,9	2,1
Масса 1000 зерен, г	35,9	39,3
Сила муки, е.а.	461	384
Объем хлеба из 100 г муки, мл	1010	990
Время начала разжижения теста	9'25''	5'75''
Содержание белка, %	16,0	15,1
Содержание клейковины, %	38,5	36,7

\* Стандарт.

Яровая мягкая пшеница Курская 2038 – сорт селекции НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева и Курского НИИ АПП, среднеспелый, разновид-

ность – *lutescens*. В конкурсном сортоиспытании (1991–1995 гг.) при урожайности 3,66 т/га превысил стандарт на 0,26 т/га (табл. 2).

**2. Характеристика сорта яровой мягкой пшеницы Курская 2038 в конкурсном сортоиспытании (1991–1995 гг.)**

**2. Characteristics of the spring bread wheat variety 'Kurskaya 2038' in the Competitive Variety Testing (1991–1995)**

Основные признаки	Курская 2038	Крестьянка, St
Реализованная урожайность, т/га	5,31	–
Урожайность, т/га	3,66	3,40
± к стандарту, т/га	+0,26	–
Число продуктивных колосьев на 1 м <sup>2</sup>	416	440
Устойчивость к полеганию, балл	5,0	4,5
Число колосков в колосе, шт.	15,1	15,1
Число зерен в колосе, шт.	33,8	30,0
Поражение бурой ржавчиной, %	5	25
Поражение стеблевой ржавчиной, балл	0	0
Поражение мучнистой росой, балл	0(1)	1–2
Поражение твердой головней, искусственный фон, %	0,0	1,7
Масса 1000 зерен, г	39,5	33,6
Сила муки, е.а.	291,0	320
Объем хлеба из 100 г муки, мл	467	480
Время начала разжижения теста	5'45''	7'23''
Содержание белка, %	14,2	15,2
Содержание клейковины, %	29,9	35,5

Максимальная урожайность – 5,31 т/га. За годы изучения в конкурсном сортоиспытании превосходил стандарт по числу зерен в колосе и формировал зерно по крупности и плотности лучше, чем стандарт. Не поражается стеблевой ржавчиной и твердой головней, высокоустойчив к бурой ржавчине и мучнистой росе, среднеустойчив к пыльной головне. Протравливание семян против пыльной головни перед посевом – обязатель-

ный прием. Хлебопекарные качества хорошие. Относится к группе ценных пшениц. Внесен в Государственный реестр селекционных достижений к использованию с 1997 года по двум регионам РФ: Волго-Вятскому и Центрально-Черноземному.

Сорт яровой мягкой пшеницы Воронежская 12 в условиях ЦЧЗ среднераннеспелый. Разновидность – *lutescens*, с высоким потенциалом продуктивности (5,7 т/га). Лучше стан-

дарта по урожайности на 0,30 т/га. Обладает повышенной сохранностью продуктивных стеблей перед уборкой и более устойчив к полеганию, чем стандарт (5,0 против 4,9 баллов). По качеству зерна уступает сорту Крестьянка, относится к ценным пшеницам, но при соблюдении всех элементов технологии возделыва-

ния может давать сильное зерно. Белка в зерне содержит 14,7, клейковины – 33,%, сила муки – 321 е.а. С повышенной устойчивостью к пыльной и твердой головне, корневым гнилям, стеблевой ржавчине, среднеустойчив к бурой ржавчине (табл. 3).

**3. Характеристика сорта яровой мягкой пшеницы Воронежская 12 в конкурсном сортоиспытании (1992–1995 гг.)**  
**3. Characteristics of the spring bread wheat variety 'Voronezhskaya 12' in the Competitive Variety Testing (1992–1995)**

Основные признаки	Воронежская 12	Крестьянка, St
Реализованная урожайность, т/га	5,7	–
Урожайность, т/га	2,78	2,48
± к стандарту, т/га	+0,30	–
Число продуктивных колосьев на 1 м <sup>2</sup>	428,8	405,7
Устойчивость к полеганию, балл	5,0	4,9
Число колосков в колосе, шт.	11,0	11,4
Число зерен в колосе, шт.	13,8	14,5
Поражение бурой ржавчиной, %	25	5
Поражение стеблевой ржавчиной, балл	1	0
Поражение мучнистой росой, балл	2–3	1–2
Поражение твердой головней, искусственный фон, %	1,0	1,9
Поражение пыльной головней, искусственный фон, %	0,8	2,5
Масса 1000 зерен, г	33,6	31,8
Сила муки, е.а.	321,0	338,8
Объем хлеба из 100 г муки, мл	821,3	932,5
Время начала разжижения теста	5'85''	6'15''
Содержание белка, %	14,7	15,5
Содержание клейковины, %	33,0	34,8

Характеризуется высокой адаптивностью к ранневесенней засухе, возврату холодов. Отзывчив на благоприятные условия. Прибавка от внесения минеральных удобрений – до 1,32 т/га. Рекомендуются для возделывания в северной, северо-западной и юго-вос-

точной подзонах Воронежской области. Внесен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию с 1998 года по двум регионам РФ: Центрально-Черноземному и Северо-Кавказскому.

**4. Характеристика сорта яровой мягкой пшеницы Черноземноуральская 2, конкурсное сортоиспытание (2005–2009 гг.)**  
**4. Characteristics of the spring bread wheat variety 'Chernozemnoualskaya 2' in the Competitive Variety Testing (2005–2009)**

Основные признаки	Черноземно-уральская 2	Прохоровка, St
Реализованная урожайность, т/га	6,65	–
Урожайность, т/га	1,82	1,62
± к стандарту, т/га	+0,20	–
Число продуктивных колосьев на 1 м <sup>2</sup>	345,4	294,0
Вегетационный период, дни	89,8	89,0
Высота растений, см	83,5	74,0
Устойчивость к полеганию, балл	4,9	4,8
Поражение бурой ржавчиной, процент/балл	10/1–2	25/1–2
Поражение пыльной головней, искусственный фон, %	1,74	3,12
Поражение твердой головней, искусственный фон, %	6,68	8,39
Масса 1000 зерен, г	32,8	32,3
Натура зерна, г/л	800	786
Содержание в зерне белка, %	14,7	13,7
Содержание клейковины, %	33,4	24,6
Показатель ИДК, е.п.	78–95	72–101
Сила муки, е.а.	317,0	296,6
Общая хлебопекарная оценка, балл	4,1	3,5

Яровая мягкая пшеница Черноземноуральская 2 – сорт селекции НИИСХ ЦЦП

им. В. В. Докучаева совместно с ЗАО «Кургансемена». Сорт среднеспелый. Вегетационный

период – 77–85 дней. Разновидность – *lutescens*. Максимальная урожайность 6,65 т/га была получена в условиях Кировской области в 2011 году. Черноземноуральская 2 имеет преимущество перед районированными сортами по выживаемости растений и продуктивности стеблестоя на 1 м<sup>2</sup> к уборке, при этом массе 1000 зерен сохраняет на уровне стандарта (табл. 4). На искусственном инфекционном фоне процент поражения пыльной и твердой головней у сорта Черноземноуральская 2 составил 1,74 и 6,68 соответственно, у стандарта –

3,12 и 8,39% соответственно. По всем основным признакам качества зерна превосходил стандарт: по белку – на 1,0%, по клейковине – на 8,8%, по силе муки – на 20,4 е.а. По качеству зерна сорт Черноземноуральская 2 – сильная пшеница.

В Каменной Степи в различные по погодным условиям годы (2005–2009) была изучена степень изменчивости (Cv) элементов продуктивности у сортов яровой мягкой пшеницы Черноземноуральская 2 и Прохоровка (табл. 5).

**5. Степень изменчивости (Cv) по сумме основных признаков продуктивности у сортов яровой мягкой пшеницы в конкурсном сортоиспытании, % (2005–2009 гг.)**

**5. Changeability degree (Cv) according to the main traits of productivity of the spring bread wheat varieties in the Competitive Variety Testing, % (2005–2009)**

Сорт	Годы					Среднее
	2005	2006	2007	2008	2009	
Черноземноуральская 2	17,7	17,0	22,9	17,4	15,5	18,0
Прохоровка	18,8	22,1	20,1	24,6	23,4	21,8

В среднем по сумме признаков наибольшей стабильностью характеризовался сорт Черноземноуральская 2, Cv = 18,0%, у стандарта Прохоровка – Cv = 21,8%. Так, в 2005 году эта изменчивость составляла 17,7 против 18,8%; в 2006 году – 17,0 против 22,1%; в 2008 – 17,4 против 24,6%; в 2009 – 15,5 против 23,4%. Все это свидетельствует о превосходстве Черноземноуральской 2 по показателю урожайности за годы изучения в целом. Этот сорт характеризуется высокой степенью адаптации к ранневесенней засухе и суховеям. Всходы выдерживают заморозки до минус 8 °С. Сорт обладает экологической пластичностью и климатической выносливостью.

Сорт яровой мягкой пшеницы Воронежская 18 – среднеспелый. Vegetационный период – 77–89 дней. Разновидность – *lutescens*. Средняя урожайность в условиях Воронежской области – 2,77 т/га, но в благоприятные для этой культуры годы урожайность составляет до 4,57 т/га. Самая высокая урожайность (6,96 т/га) была получена при испытании сорта в Пермском крае на Ординском сортоучастке в 2016 году по черному пару. За годы изучения в конкурсном сортоиспытании при уровне урожайности 2,25 т/га, превосходил стандарт по урожайности на 0,25 т/га (табл. 6).

**6. Характеристика сорта яровой мягкой пшеницы Воронежская 18, конкурсное сортоиспытание (2009–2012 гг.)**

**6. Characteristics of the spring bread wheat variety 'Voronezhskaya 18' in the Competitive Variety Testing (2009–2012)**

Показатель	Воронежская 18	Прохоровка, St
Реализованная урожайность, т/га	6,96	–
Урожайность, т/га	2,25	2,00
± к стандарту, т/га	+0,25	–
Число продуктивных колосьев на 1 м <sup>2</sup>	469	392
Vegetационный период, дни	89	84
Высота растений, см	78,7	77,1
Устойчивость к полеганию, балл	4,9	4,8
Поражение бурой ржавчиной, естественный фон, % / балл	25(5)/1, 2, 3	25(50)/1, 2, 3
Поражение пыльной головней, искусственный фон, %	1,65	3,28
Поражение твердой головней, искусственный фон, %	7,30	10,80
Масса 1000 зерен, г	33,5	33,5
Содержание в зерне белка, %:	14,5	14,5
Содержание клейковины, %	30,2	22,1
Сила муки, е.а.	272,9	167,8
Общая хлебопекарная оценка, балл	3,4	3,0

Число продуктивных колосьев на 1 м<sup>2</sup> у этого сорта в среднем за четыре года составляло 469, у стандарта – 392 колоса на 1 м<sup>2</sup>. Vegetационный период у Воронежской 18 был длиннее

на 4 дня (89 против 84). Средняя высота растений Воронежской 18 – 78,7 см, стандарта – 77,1 см. Сорт устойчив к полеганию. По содержанию клейковины в зерне, силе муки, и общей

хлебопекарной оценке превосходил стандарт. На уровне стандарта поражался бурой ржавчиной. На искусственном фоне по поражению пыльной и твердой головней установлено, что сорт Воронежская 18 более устойчив, чем стандарт к этим болезням.

В годы с различной по интенсивности засухой сорт Воронежская 18 на всем протяжении вегетации был более жаро-засухоустойчивый, чем стандарт и превышал сорт Прохоровка по урожайности (табл. 7). Так, при острой

засухе в период налива (2009 г.) Воронежская 18 превысила стандарт по урожайности на 0,33 т/га. При жесткой засухе в течение всей вегетации (2010 г.) превышение составило 0,15 т/га. При засухе в первой половине вегетации (2011 и 2014 гг.) превышение составляло по урожайности над стандартом 0,33 и 0,51 т/га соответственно. В 2012 году (засуха в I и II периоды вегетации) этот сорт превышал стандарт по урожайности на 0,18 т/га.

### 7. Урожайность яровой мягкой пшеницы Воронежская 18 в 2009–2017 гг. 7. Productivity of the spring bread wheat variety 'Voronezhskaya 18' (2009–2017)

Годы изучения	Погодные условия	Урожайность, т/га			НСР <sub>05</sub>
		Воронежская 18	St	± к St	
2009	острая засуха в период налива	2,57	2,24	+0,33	0,18
2010	жесткая засуха в течение всей вегетации	0,78	0,63	+0,15	0,11
2011	засуха в I половине вегетации	3,55	3,22	+0,33	0,28
2012	засуха в I и II периоды вегетации	2,09	1,91	+0,18	0,12
2013	засушливый	2,20	1,95	+0,25	0,19
2014	засуха в I половине вегетации	3,91	3,40	+0,51	0,13
2015	благоприятный	3,24	2,97	+0,27	0,15
2016	засуха в период налива	3,10	2,60	+0,50	0,09
2017	благоприятный	4,31	3,55	+0,76	0,35
Среднее		2,86	2,50	+0,36	–

Высокая приспособленность к местным климатическим условиям у Воронежской 18 проявляется в высокой облиственности растений и длительной работе листового аппарата. По числу продуктивных листьев в периоды колошения, молочной и восковой спелости она

превышала стандарт в 2 раза. Площадь продуктивных листьев в период молочной спелости была выше стандарта на 40,2%. Воронежская 18 превосходила стандарт в период колошения по содержанию хлорофиллов «а» и «а + в» на 0,26 и на 0,43 мг/% соответственно (табл. 8).

### 8. Особенности физиологических признаков у сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Каменной Степи (2012–2013 гг.) 8. Features of physiological traits of the spring bread wheat varieties in the conditions of Kamennaya Steppe (2012–2013)

Исследуемые признаки и фазы развития растений	Сорта	
	Воронежская 18	Прохоровка
Число продуктивных листьев, шт.:		
колошение	3,6	3,3
молочная спелость	1,8	0,9
восковая спелость	1,2	0,7
Площадь всех продуктивных листьев, см <sup>2</sup> :		
колошение	35,6	35,1
молочная спелость	24,4	9,8
Содержание хлорофилла «а», мг, % – колошение	3,67	3,41
Содержание хлорофилла «а+в», мг, % – колошение	4,87	4,44

В формировании высокой урожайности и семян с хорошими посевными показателями особая роль отводится обеспечению растений всех сельскохозяйственных культур, в том числе и яровой пшеницы, оптимальной площадью питания для конкретного сорта, что создает наилучшие условия для роста, развития и полноценного проявления ценных наследственных признаков. В связи с этим в условиях юго-востока Воронежской области

были проведены исследования, направленные на выявление оптимальных норм высева для двух сортов яровой мягкой пшеницы: Черноземноуральская 2 и Воронежская 18. По итогам изучения влияния норм высева выявлены наилучшие варианты, при которых Черноземноуральская 2 и Воронежская 18 формируют максимальную урожайность с высокими посевными показателями качества семян (табл. 9, 10).

**9. Норма высева и урожайность перспективных сортов яровой мягкой пшеницы в НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева (2013–2015 гг.)**

**9. Seeding rate and productivity of the promising spring bread wheat varieties in the RIA CBR named after V. V. Dokuchaev (2013–2015)**

Сорт	Норма высева, млн всхожих зерен на 1 га	Урожайность, т/га	± т/га к контролю	НСП <sub>05</sub> , т/га
Черноземноуральская 2	4,5	2,72	-0,32	0,15
	5,0	2,82	-0,22	
	5,5	3,04	контроль	
	<b>6,0</b>	<b>3,21</b>	+0,17	
Воронежская 18	4,5	2,74	+0,06	0,12
	5,0	2,62	-0,06	
	5,5	2,68	контроль	
	<b>6,0</b>	<b>2,85</b>	+0,17	

При норме высева 6,0 млн шт. всхожих зерен на 1 га Черноземноуральская 2 и Воронежская 18 формируют урожайность 3,21 и 2,85 т/га соответственно, что выше урожайных данных контроля и других изучаемых норм (4,5; 5,0 и 5,5 млн шт. всхожих зерен на 1 га).

Черноземноуральскую 2 и Воронежскую 18 рекомендуется высевать с нормой высева 6,0 млн всхожих зерен на 1 га, так как урожайность, выход кондиционных семян, всхожесть, выравненность и масса 1000 семян при этой норме были наилучшими (табл. 10).

**10. Влияние нормы высева яровой мягкой пшеницы сортов Черноземноуральская 2 и Воронежская 18 на выход кондиционных семян и их посевные качества (2013–2015 гг.)**  
**10. The effect of the seeding rate of the spring bread wheat varieties 'Chernozemnoualskaya 2' and 'Voronezhskaya 18' on the productivity of conditioned seeds and their sowing qualities (2013–2015)**

Норма высева, млн. всхожих зерен на 1 га	Выход кондиционных семян, %	Выравненность семян, %	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Масса 1000 семян, г
Черноземноуральская 2					
4,5	69,4	66,5	88,9	95,8	39,7
5,0	69,7	65,9	90,9	95,3	39,9
5,5	69,8	66,3	91,7	95,2	40,1
<b>6,0</b>	<b>71,5</b>	<b>67,3</b>	<b>91,7</b>	<b>98,7</b>	<b>40,2</b>
НСП <sub>05</sub>	1,6	0,8	0,7	2,8	0,2
Воронежская 18					
4,5	74,5	65,3	92,8	95,4	37,1
5,0	73,7	67,4	88,9	95,8	37,1
5,5	73,7	68,2	85,6	94,2	37,0
<b>6,0</b>	<b>75,8</b>	<b>69,1</b>	<b>93,6</b>	<b>97,0</b>	<b>37,9</b>
НСП <sub>05</sub>	1,8	0,8	1,0	0,4	0,6

Сроки сева всех представленных сортов – ранние.

**Выводы.** Исходя из вышеизложенного, созданы сорта яровой мягкой пшеницы с реализованной урожайностью от 5,31 (Курская 2038) до 7,20 т/га (Крестьянка), с повышенными характеристиками адаптивности и качества зерна. Характеризуются высокой степенью адаптации к ранневесенней засухе, возврату холодов. Отзывчивы на благоприятные условия. Сильные по качеству зерна сорта Крестьянка и Черноземноуральская 2 стабильно формируют зерно с содержанием белка 16,0 и 14,5%; клейковины – 38,5 и 33,4%, соответственно. Сорт Курская 2038 обладает стабильно крупным зерном, масса 1000 зерен – 39,5 г. Этот сорт устойчив к полеганию, абсолютно устойчив к твердой головне. Воронежская 12 обладает высокой устойчивостью к пыльной и твердой головне, корневым гнилям, очень отзывчив

на внесение удобрений. Прибавка от внесения минеральных удобрений до 1,32 т/га. Воронежской 18 жаро- и засухоустойчивый сорт, обладает высокой облиственностью растений. По числу продуктивных листьев в периоды колосения, молочной и восковой спелости превышал стандарт в 2 раза. Площадь продуктивных листьев в период молочной спелости была выше стандарта на 40,2%. Воронежская 18 превосходила стандарт в период колосения по содержанию хлорофиллов «а» и «а + в» на 0,26 и на 0,43 мг/г, соответственно. Черноземноуральскую 2 и Воронежскую 18 рекомендуется высевать с нормой высева 6,0 млн всхожих зерен на 1 га, так как урожайность, выход кондиционных семян, всхожесть, выравненность и масса 1000 семян при этой норме были наилучшими.

**Библиографические ссылки.**

1. Бычкова О. В., Хлебова Л. П., Совриков А. М. и др. Реакция генотипов яровой твёрдой пшеницы в условиях моделированного осмотического и солевого стресса. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 2(160). С. 5–11.
2. Градчанинова О. Д., Филатенко А. Л. и др. Изучение коллекции пшеницы. Методические указания. Л.: ВИР, 1985. 26 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Журавлева Е. В. Селекция и семеноводство – комплексный подход, современное состояние и перспективы // Достижение науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 12. С. 5–7.
5. Федин М. А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. Вып. 1. 269 с.
6. Шаманин В. П., Трущенко А. Ю., Пинкаль А. В. и др. Проблема засухоустойчивости яровой мягкой пшеницы в Западной Сибири и современные экспресс-методы её оценки в полевых условиях // Вестник НГАУ. 2016. № 3(40). С. 57–64.

**References**

1. Bychkova O. V., Hlebova L. P., Sovrikov A. M. i dr. Reakciya genotipov yarovoij tvyordoj pshenicy v usloviyah modelirovannogo osmoticheskogo i solevogo stressa [Reaction of spring durum wheat genotypes under conditions of simulated osmotic and salt stress] // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. № 2(160). S. 5–11.
2. Gradchaninova O. D., Filatenko A. L. i dr. Izuchenie kolekcii pshenicy [The study of the wheat collection]. Metodicheskie ukazaniya. L.: VIR, 1985. 26 s.
3. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
4. Zhuravleva E. V. Selekcija i semenovodstvo – kompleksnyj podhod, sovremennoe sostoyanie i perspektivy [Breeding and seed production: an integrated approach, current state and prospects] // Dostizhenie nauki i tekhniki APK. 2015. T. 29. № 12. S. 5–7.
5. Fedin M. A. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Methodology of the State Variety Testing of agricultural crops]. M., 1985. Vyp. 1. 269 s.
6. SHamanin V. P., Trushchenko A. YU., Pinkal' A. V. i dr. Problema zasuhoustojchivosti yarovoij myagkoj pshenicy v Zapadnoj Sibiri i sovremennye ekspress-metody eyo ocenki v polevyh usloviyah [The problem of drought resistance of spring bread wheat in Western Siberia and modern express methods for its estimation in the field] // Vestnik NGAU. 2016. № 3(40). S. 57–64.

Поступила: 9.06.20; принята к публикации: 25.12.20.

**Критерии авторства.** Автор статьи несет ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Авторский вклад:** Малокозова Е. И. – концептуализация исследований, подготовка опытов, выполнение полевых и лабораторных исследований и сбор данных, подготовка рукописи, анализ данных и их интерпретация, автор изучаемых сортов в статье.

**Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.**

**ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО**

УДК 633.174:631.52(470.57)

DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-39-43

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ И ПЛАСТИЧНОСТИ  
СОРТОВ ЗЕРНОВОГО СОРГО  
В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН**

**Р. А. Биктимиров**, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией селекции и семеноводства кормовых культур, ведущий научный сотрудник, biktimirov.rifx@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7800-9521;

**А. А. Низаева**, зав. отделом кормопроизводства, главный агроном, nizaeva\_a@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1936-220X

*Башкирский НИИСХ ОСП ФГБНУ «Уфимский федеральный исследовательский центр РАН», 450059, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Р. Зорге, 19*

Представлен материал по оценке в 2015–2019 г. продуктивности, экологической стабильности и пластичности 11 сортов зернового сорго российской селекции различных групп спелости в условиях Предуральской степи Республики Башкортостан. Целью исследования являлась оценка сортообразцов зернового сорго по параметрам экологической пластичности и стабильности урожайности в изменяющихся условиях среды. Метеоусловия в годы исследований по температурному и водному режимам были различны, что позволило оценить линии в контрастных условиях возделывания. Индекс условий среды по урожайности зерна сорго зернового в 2015 г. составил 0,9, в 2016 г. – 1,3, в 2017 г. – -1,0, в 2019 г. – -1,2. Это полностью характеризует метеоусловия лет исследований и их влияние на рост и развитие растений. Экологическую пластичность ( $b_i$ ) и стабильность ( $\sigma_b^2$ ) рассчитывали по методике S. A. Eberchart, W. A. Rassel (1966) в изложении В. А. Зыкина; стрессоустойчивость ( $Y_{\min} - Y_{\max}$ ) – по уравнению А. А. Россиле, J. Hamblin в интерпретации А. А. Гончаренко; размах урожайности ( $d$ ) – по В. А. Зыкину. Сорта Камелик, Огонек, Орловское оказались пластичными –  $b_i$  был близок к 1; Славянка, Зернышко и Рось – отзывчивые на улучшение условий выращивания –  $b_i > 1$ . Исходя из комплексной оценки по величине экологической пластичности и стабильности лучшими сортами признаны Премьера, Белочка, Огонек, Орловское. Такие сорта относятся к высокоинтенсивным, они отзывчивы на улучшение условий и характеризуются стабильной урожайностью. В статье собраны и изложены материалы по многолетнему изучению экологической пластичности и стабильности урожайности зернового сорго в условиях Предуральской степи Республики Башкортостан.

**Ключевые слова:** сорго (*Sorghum moench*), зерновое сорго (*Sorghum vulgare*), продуктивность, адаптивность, пластичность, стабильность.

**Для цитирования:** Биктимиров Р. А., Низаева А. А. Оценка экологической стабильности и пластичности сортов зернового сорго в условиях Республики Башкортостан // Зерновое хозяйство России. № 1(73). С. 39–43. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-39-43.

**THE ESTIMATION OF ENVIRONMENTAL STABILITY AND ADAPTABILITY  
OF THE GRAIN SORGHUM VARIETIES  
IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN**

**R. A. Biktimirov**, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory for feed crops breeding and seed production, leading researcher, biktimirov.rifx@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7800-9521;

**A. A. Nizaeva**, head of the department of feed production, main agronomist, nizaeva\_a@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1936-220X

*Bashkiriy RIA FSBSI "Ufa federal research center RAS" 450059, Republic of Bashkortostan, Ufa, Zorge Str., 19*

The current paper has presented the study of productivity, environmental stability and adaptability of 11 Russian grain sorghum varieties of various groups of ripeness in the conditions of the Ural steppe of the Republic of Bashkortostan, conducted in 2015–2019. The purpose of the study was to estimate the grain sorghum varieties according to the parameters of environmental adaptability and stability of productivity in changing environmental conditions. The weather conditions during the years of study were different in temperature and water supply, which made it possible to evaluate the lines in the contrasting cultivation conditions. The index of environmental conditions for grain yield of grain sorghum in 2015 was 0.9, in 2016 it was 1.3, in 2017 it was -1.0, in 2019 it was -1.2. The data completely characterizes the weather conditions of the years of study and their effect on the growth and development of plants. Environmental adaptability ( $b_i$ ) and stability ( $\sigma_b^2$ ) were calculated according to the methods of S.A. Eberchart and W. A. Rassel (1966) interpreted by V. A. Zysin, stress resistance ( $Y_{\min} - Y_{\max}$ ) was estimated according to the equation of A. A. Rossille, J. Hamblin interpreted by A. A. Goncharenko, productivity range ( $d$ ) was evaluated according to V. A. Zysin. The varieties 'Kamelik', 'Ogonyok', 'Orlovskoe' turned out to be adaptable ( $b_i$  was close to 1); the varieties 'Slavyanka', 'Zernyshko' and 'Ros' were responsive to the improvement of growing conditions ( $b_i > 1$ ). Based on a comprehensive estimation of the value of environmental adaptability and stability, the varieties 'Premiera', 'Belochka', 'Ogonyok', 'Orlovskoe' were identified as the best ones. These varieties are highly intensive, responsive to the improvement of growing conditions and characterized with high productivity. The paper has collected and presented the material of the long-term study

of the environmental adaptability and stability of the grain sorghum productivity in the conditions of the Ural steppe of the Republic of Bashkortostan.

**Keywords:** sorghum (*Sorghum moench*), grain sorghum (*Sorghum vulgare*), productivity, adaptability, stability.

**Введение.** Сорго (*Sorghum Moench*) – одна из древнейших культур в мировом земледелии, где она представлена большим разнообразием форм, возделываемых на продовольственные и кормовые цели. В зависимости от характера использования сорговые культуры делятся на четыре группы: зерновое, сахарное (кормовое), травянистое (суданская трава и сорго-суданковые гибриды) и веничное сорго. Сорго зерновое характеризуется низкорослостью (до 150 см), короткой (до 35 см) и хорошо озерненной метелкой, обладает высокой и стабильной урожайностью, хорошими кормовыми достоинствами зерна. В зерне сорго содержится 7,8–16,7% белка; 61–84% крахмала; 1,7–6,5% жира; 1,2 кормовых единиц (Кадыров, 2013; Малиновский, 1992).

Новые сорта зернового сорго, адаптированные к условиям конкретной зоны и обладающие комплексом хозяйственно-ценных признаков, – мощное средство стабилизации производства фуражного зерна и повышения его качества (Кадыров, 2013). Сорго способно длительное время выдерживать воздушные и почвенные засухи, быстро отрастать после скашивания или стравливания, отличается высокой и стабильной продуктивностью, кормовой ценностью и универсальностью использования (Кадыров, 2013; Малиновский, 1992).

Созданные сорта зернового сорго уже обладают высокой потенциальной урожайностью, но в производственных условиях значительно её снижают. Это обусловлено высокой отзывчивостью культуры на изменяющиеся агроклиматические условия выращивания (Кадыров, 2013). Поэтому одним из приоритетных направлений в селекции стало выведение сортов, сочетающих высокую потенциальную продуктивность и качество урожая с устойчивостью к действию абиотических и биотических стрессов на уровне сорта, агроценоза, агроэкосистемы и агроландшафта (Малиновский, 1992; Fasahat et al., 2015).

Для выявления стабильности и адаптивности новых сортов проводят экологические испытания, по результатам которых определяют норму реакции генотипов на диапазон условий, в частности показатели экологической пластичности и стабильности. Добившись их гармоничного сочетания, можно обеспечить максимальную продуктивность в различных почвенно-климатических зонах (Сапега и др., 2012; Потанин и др., 2014; Рыбась, 2016).

Цель исследования – оценка сортов зернового сорго по параметрам экологической пластичности и стабильности урожайности в изменяющихся условиях среды.

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

Работу выполняли в 2015–2017 и 2019 гг. на опытных участках Чишминского селекционного центра по растениеводству Башкирского

НИИСХ УФИЦ РАН (в условиях Предуральской степной зоны Республики Башкортостан).

Почвенный покров поля представлен легкосуглинистыми типичными карбонатными черноземами средней мощности. По механическому составу – среднесуглинистые. Состав почвы с глубиной становится более легким. Подстилающие породы (песчаники и мергели), способствуют легкому просачиванию осадков вглубь. Поэтому при недостатке в этой зоне атмосферных осадков часто проявляется почвенная засуха. Среднее содержание гумуса в верхнем пахотном слое колеблется от 7 до 9% (по Тюрину). На глубине 40–60 см оно составляет 3,2–3,4%. Реакция почвенного раствора близка к нейтральной – 7,1–7,4. Содержание общего азота – 0,4% (по Кьельдалю), обменного калия (по Чирикову) и подвижного фосфора (по Кирсанову) – 20,5 и 10,2 мг/100 г сухой почвы, содержание кальция – 5,6%, (по Флоринскому).

Материалом для исследования служили 11 сортов зернового сорго: Премьера, Славянка, Зернышко, Белочка, Рось, Факел, Меркурий, Камелик, Восторг, Огонек и Орловское. В качестве стандарта выбран сорт Премьера.

Агротехника возделывания сорговых культур общепринятая для зоны. Опыты закладывали по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Предшественник – яровая пшеница. Посев осуществляли 25–28 мая (в зависимости от метеоусловий) нормой высева 200 тыс. всхожих семян на 1 га сеялкой СКС-6-10 с шириной междурядий 45 см. Опыт двухфакторный. Площадь делянки – 18,9, учетная – 13,5 м<sup>2</sup>. Сорта размещали систематически, повторность – четырехкратная.

Анализ морфометрических признаков проводили по «Широкому унифицированному классификатору СЭВ» и «Международному классификатору СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum moench*» (Якушевский, 1982). Учеты и наблюдения – по методике Всероссийского НИИ кормов им. В.Р. Вильямса (Новоселов и др., 1983). Группы спелости зернового сорго определяли условно по продолжительности вегетационного периода (от полных всходов до полной спелости семян), учитывая климатические условия региона.

Экологическую пластичность ( $b_i$ ) и стабильность ( $\sigma_d^2$ ) рассчитывали по методике S. A. Eberchart, W. A. Russell (1966) в изложении В. А. Зыкина (Зыкин и др., 2005), стрессоустойчивость ( $Y_{\min} - Y_{\max}$ ) – по уравнению А. А. Россиле, J. Hamblin в интерпретации А. А. Гончаренко (Гончаренко, 2005), размах урожайности ( $d$ ) – по В. А. Зыкину (Зыкин и др., 2005).

Метеорологические условия в годы исследований отличались нестабильностью в период вегетации, что позволило дать объективную оценку изучаемым линиям, исходя из сложив-

шихся внешних условий среды, обусловленных прежде всего гидротермическим режимом.

В 2015 г. третья декада мая была теплой – средняя температура воздуха была на 4,6 °С выше многолетних данных, осадков выпало 45% от нормы. Температура воздуха по декадам в июне превысила норму на 1,9; 3,0 и 7,7 °С, осадков выпало 102; 4,7 и 5,5% от многолетних. В июле первая и вторая декады были прохладными – на 3,4 и 1,5 °С ниже многолетних значений; осадков по декадам выпало 218; 45 и 48% от нормы. В августе средняя температура воздуха была ниже нормы на 0,7–3,1 °С, большая часть осадков пришлась на вторую и третью декады – 9,2 и 12,0 мм.

В 2016 г. средняя температура воздуха в третьей декаде мая составила 19,0 °С, осадков выпало 13% от нормы. В первой декаде июня температура была ниже нормы на 1,2 °С, во второй – превысила на 2,5 °С. Осадков по декадам выпало 47; 22 и 200% от нормы. В июле средняя температура воздуха и сумма осадков составили по декадам 20,4; 21,5; 22,4 °С и 12,2; 4,4 и 1,4 мм соответственно. В августе средняя температура воздуха превысила средние значения на 6,5; 8,8 и 5,1 °С, осадков выпало 69; 73 и 81% от нормы.

В 2019 г. третья декада мая была прохладной (12,1 °С) и дождливой (213% нормы). Первая декада июня была прохладной (11,8 °С), вторая – умеренно теплой (17,3 °С), третья также характеризовалась недобором тепла (17,2 °С), осадков по декадам выпало 447; 96 и 115% от нормы. Средняя температура воздуха июля по декадам составила 17,2; 19,3 и 21,1 °С, осадков выпало 30,6; 15,9 и 1,2 мм; в августе температура воздуха по декадам составила 20,2; 17,2; и 19,6 °С, а сумма осадков – 24,1; 4,8 и 9,1 мм соответственно.

В 2019 г. третья декада мая была теплой – 14,6 °С и влажной 24,1 мм. Температура воздуха по декадам в июне составила 16,5; 16,4; и 19,4 °С или -0,3; -1,3 и +1,3 °С от нормы,

осадков выпало 183,3; 22,1 и 32,0% от средне-многолетних значений. В июле первая декада была прохладной 17,9 °С (-1,4 °С); вторая теплой (+1,8 °С), а третья – в пределах нормы; осадков по декадам выпало 148,3; 40 и 13% от нормы. Первая декада августа была холодной, вторая – теплой, третья – прохладной (-3,3; +1,4 и -1,7 °С от нормы), осадков по декадам выпало 298,7; 114 и 66% от нормы. В первой декаде сентября температура воздуха была ниже нормы на 2,0 °С, вторая декада была умеренно теплой (+0,7 °С); осадков по декадам выпало 26,8; 167% от нормы.

Статистическую обработку экспериментальных данных методом двухфакторного дисперсионного анализа проводили с использованием программ «Microsoft Excel» и пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS версии 2.09.

**Результаты и их обсуждение.** По продолжительности вегетационного периода изучаемые сорта зернового сорго были условно отнесены к трем группам спелости: раннеспелые – Премьера, Славянка, Белочка, Рось и Огонек (86–88 дней от полных всходов до восковой спелости); среднеспелые – Зернышко, Меркурий, Восторг и Орловское (94–96 дней); среднепоздние – Факел и Камелик (99–101 день).

Установлен достаточно высокий потенциал отдельных сортов зернового сорго по урожайности зерна. Так, максимальным он был в 2015 г. у сортов Рось (6,4 т/га) и Славянка (5,5 т/га). В среднем за 4 года наибольшая урожайность отмечена у сортов раннеспелой группы Рось (4,1 т/га), Славянка (3,8 т/га) и Белочка (3,4 т/га). Эти сорта превысили стандартный сорт Премьера на 24, 15 и 10% соответственно. У среднеспелых и среднепоздних сортов урожайность была примерно на одном уровне, кроме сортов Факел и Зернышко (табл. 1).

### 1. Адаптивный потенциал сортообразцов зернового сорго в 2015–2017 и 2019 гг. 1. Adaptive potential of the grain sorghum varieties in 2015–2017 and in 2019

Сорт	Урожайность зерна при 15% влажности, т/га			Вегетационный период, дней	Размах урожайности d, %	Стрессоустойчивость ( $Y_{min} - Y_{max}$ )	Генетическая гибкость ( $(Y_{max} + Y_{min})/2$ )
	max	min	средняя				
Премьера	4,2	2,4	3,3	87	42,9	-1,8	3,3
Славянка	5,5	2,4	3,8	86	56,4	-3,1	4,0
Зернышко	3,8	0,8	2,2	95	85,5	-3,0	2,3
Белочка	4,3	2,3	3,4	88	46,5	-2,0	3,3
Рось	6,4	2,3	4,1	88	64,0	-4,1	4,4
Факел	3,1	0,5	1,6	101	83,9	-2,6	1,8
Меркурий	3,6	1,7	2,6	94	52,8	-1,9	2,6
Камелик	4,0	1,2	2,4	99	70,0	-2,8	2,6
Восторг	3,9	1,7	2,5	96	56,4	-2,2	2,8
Огонек	4,9	1,9	3,1	87	61,2	-3,0	3,4
Орловское	4,1	1,5	2,8	96	63,4	-2,6	2,8

Чем ниже размах урожайности (d), тем стабильнее продуктивность генотипа в конкретных условиях. Наименьшая величина этого по-

казателя отмечена у сортов Премьера (42,9%) и Белочка (46,5%).

При изменяемых метеорологических условиях устойчивость сортов к стрессору – важный показатель адаптивности, который определяется по разности между минимальным и максимальным значением признака ( $Y_{\min} - Y_{\max}$ ). Этот показатель имеет отрицательное значение, и чем он меньше по абсолютной величине, тем выше стрессоустойчивость, то есть шире диапазон приспособительных возможностей сорта. Самыми устойчивыми к стрессу ( $Y_{\min} - Y_{\max}$ ) были сорта зернового сорго Рось (-4,1), Славянка (-3,1), Зернышко и Огонек (-3,0).

Характеристику сортов по стрессоустойчивости дополняет показатель генетической гибкости  $(Y_{\max} + Y_{\min})/2$ , который отражает степень соответствия между генотипом сорта и раз-

личными факторами среды (Гончаренко, 2005). В условиях Республики Башкортостан среди изучаемых сортов зернового сорго величина этого показателя была наибольшей у сортов Рось (4,4), Славянка (4,0) и Огонек (3,4). Это свидетельствует о высокой степени соответствия между генотипом сорта и фактором среды. Самые низкие показатели были отмечены у сортов Факел (1,8) и Зернышко (2,3).

Индекс условий среды ( $I_j$ ) определяет изменчивость условий выращивания. Индекс условий среды ( $I_j$ ) по годам изменялся у сортов зернового сорго от 1,3 до -1,2. Лучшие условия для сортов сложились в 2016 г., где индекс среды принимал наибольшее положительное значение  $I_j = 1,3$  (табл. 2).

## 2. Урожайность, экологическая пластичность и стабильность сортообразцов зернового сорго в 2015–2017 и 2019 гг.

### 2. Productivity, environmental adaptability and stability of the grain sorghum varieties in 2015–2017 and in 2019

Сорт	Урожайность зерна (15% влажности), т/га					Пластичность, $b_i$	Стабильность, $\sigma_d^2$
	годы				средняя		
	2015	2016	2017	2019			
Премьера	4,2	4,2	2,4	2,4	3,3	0,8	15,5
Славянка	5,5	5,0	2,5	2,3	3,8	1,3	40,8
Зернышко	3,1	3,8	0,8	1,1	2,2	1,2	34,9
Белочка	4,3	4,3	2,6	2,3	3,4	0,8	13,5
Рось	6,4	5,2	2,5	2,3	4,1	1,5	54,4
Факел	1,9	3,1	0,9	0,5	1,6	0,8	17,1
Меркурий	3,3	3,6	1,9	1,7	2,6	0,8	15,5
Камелик	2,9	4,0	1,5	1,2	2,4	1,0	24,3
Восторг	2,7	3,9	1,7	1,8	2,5	0,7	11,9
Огонек	3,6	4,8	2,0	1,9	3,1	1,0	24,2
Орловское	4,1	3,6	2,0	1,5	2,8	0,9	22,2
$I_j$	0,9	1,3	-1,0	-1,2	–	–	–
$HCP_{05}$	0,52	0,26	0,31	0,35	–	–	–

Пластичность сорта (коэффициент линейной регрессии урожайности  $b_i$ ) – реакция генотипа на изменение условий среды. В нашем опыте большая отзывчивость на улучшение условий выращивания ( $b_i > 1$ ) отмечена у сортов зернового сорго Славянка, Зернышко и Рось. Эти сорта интенсивного типа при оптимальных условиях формируют высокие урожаи, однако в неблагоприятных условиях или на низком агрофоне урожайность у них резко снижается.

У сортов Премьера, Белочка, Факел, Меркурий и Восторг коэффициент пластичности был ниже единицы ( $b_i < 1$ ). Эти генотипы с низкой отзывчивостью на изменение условий лучше выращивать на экстенсивном фоне, где они обеспечат максимум отдачи при минимуме затрат.

Коэффициент пластичности равный или близкий к единице ( $b_i = 1$ ) зафиксирован у сортов Камелик, Огонек, Орловское. У этих сортов полное соответствие изменения урожайности изменению условий выращивания.

Таким образом, следуя модели S. A. Eberhart и W. A. Russell, наибольшую ценность представляют сорта, у которых  $b_i$  близок к 1, а дисперсия стабильности, или среднее квадратическое от-

клонение от линии регрессии ( $\sigma_d^2$ ), определяющая стабильность сорта в различных условиях среды стремится к нулю (Гончаренко, 2005). Такие сорта относят к высокоинтенсивным, они отзывчивы на улучшение условий и характеризуются стабильной урожайностью. К ним можно отнести следующие сорта зернового сорго: Премьера, Белочка, Огонек, Орловское. В изучаемом наборе наиболее стабильны сорта Восторг и Белочка ( $\sigma_d^2 = 11,9$  и  $13,5$  соответственно). Самыми нестабильными оказались сорта раннеспелой группы Рось и Славянка ( $\sigma_d^2 = 54,4$  и  $40,8$ ).

**Выводы.** Анализ экологической пластичности и стабильности позволил выделить наиболее адаптивные сорта зернового сорго при возделывании их на зерно в Республике Башкортостан. Сорта Камелик, Огонек, Орловское с коэффициентом регрессии  $b_i$ , близким и равным единице, характеризуются как пластичные; Славянка, Зернышко и Рось – отзывчивы на улучшение условий выращивания и характеризуются как интенсивные –  $b_i > 1$ . Исходя из комплексной оценки сортов по величине средней урожайности, ее размаху, стрессоустойчивости, экологической

пластичности и стабильности лучшими сортами признаны Премьера (урожайность зерна 3,3 т/га, размах урожайности – 42,9%; стрессоустойчивость – -1,8, пластичность –0,8, стабильность – 15,5) и Белочка (3,4 т/га; 46,5%; -2,0; 0,8; 13,5 соответственно). Выделенные со-

рта Огонек, Орловское будут использованы в дальнейшей селекционной работе в качестве источников пластичности, а сорта Славянка, Зернышко и Рось – в качестве исходного материала для создания сортов интенсивного типа.

#### Библиографические ссылки

1. Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. 2005. № 6. С. 49–53.
2. Зыкин В. А., Белан И. А., Юсов В. С. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений. Уфа: БашГАУ, 2005. 100 с.
3. Кадыров С. В. Сорго в ЦЧР. Ростов-на-Дону: Ростиздат, 2008. 80 с.
4. Малиновский Б. Н. Сорго на Северном Кавказе. Ростов-на-Дону: Издательство Ростовского университета, 1992. 208 с.
5. Новоселов Ю. К., Харьков Г. Д., Шеховцова Н. С. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М.: Подразделение оперативной полиграфии ВИК, 1983. 198 с.
6. Потанин В. Г., Алейников А. Ф., Степочкин П. И. Новый подход к оценке экологической пластичности сортов растений // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18. № 3. С. 548–552.
7. Рыбась И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 5. С. 617–626.
8. Сапега В. А., Турсумбекова Г. Ш., Сапега С. В. Урожайность и параметры стабильности сортов зерновых культур // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 10. С. 22–26.
9. Fasahat P., Rajabi A., Mahmoudi S. B., Noghabi M. A., Rad J. M. An Overview on the Use of Stability Parameters in Plant Breeding // Biometrics & Biostatistics International Journal. 2015. Vol. 2. № 5. P. 11.

#### References

1. Goncharenko A. A. Ob adaptivnosti i ekologicheskoy ustojchivosti sortov zernovykh kul'tur [On the adaptability and environmental stability of grain varieties] // Vestnik RASKHN. 2005. № 6. S. 49–53.
2. Zykin V. A., Belan I. A., YUsov V. S. Metodika rascheta i ocenki parametrov ekologicheskoy plastichnosti sel'skohozyajstvennykh rastenij [Methodology for calculating and estimation of the parameters of the environmental adaptability of agricultural plants]. Ufa: BashGAU, 2005. 100 s.
3. Kadyrov S. V. Sorgo v CCHR [Sorghum in the Central Blackearth Region]. Rostov-na-Donu: Rostizdat, 2008. 80 s.
4. Malinovskij B. N. Sorgo na Severnom Kavkaze [Sorghum in the North Caucasus]. Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo Rostovskogo universiteta, 1992. 208 s.
5. Novoselov Yu. K., Har'kov G. D., Shekhovcova N. S. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami [Methodical recommendations for conducting field trials with feed crops]. M.: Podrazdelenie operativnoj poligrafii VIK, 1983. 198 s.
6. Potanin V. G., Alejnikov A. F., Stepochkin P. I. Novyj podhod k ocenke ekologicheskoy plastichnosti sortov rastenij [A new approach to estimation of the environmental adaptability of plant varieties] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2014. T. 18. № 3. S. 548–552.
7. Rybas' I. A. Povyshenie adaptivnosti v selekcii zernovykh kul'tur (obzor) [Adaptability increase in grain breeding (review)] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2016. T. 51. № 5. S. 617–626.
8. Sapega V. A., Tursumbekova G. Sh., Sapega S. V. Urozhajnost' i parametry stabil'nosti sortov zernovykh kul'tur [Productivity and stability parameters of grain varieties] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2012. № 10. S. 22–26.
9. Fasahat P., Rajabi A., Mahmoudi S. B., Noghabi M. A., Rad J. M. An Overview on the Use of Stability Parameters in Plant Breeding // Biometrics & Biostatistics International Journal. 2015. Vol. 2. no. 5. P. 11.

Поступила: 15.06.20; принята к публикации: 27.08.20.

**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.** Биктимиров Р. А., Низаева А. А. – концептуализация исследования, анализ данных и их интерпретация; Биктимиров Р. А. – подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных, подготовка рукописи.

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

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ РОСТОВСКИХ СОРТОВ РИСА В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

**П. И. Костылев**<sup>1</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848;  
**М. А. Ладатко**<sup>2</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий, ведущий научный сотрудник лаборатории сортовой агротехники и паспортизации сортов риса, ORCID ID: 0000-0001-7507-8927;  
**Е. В. Краснова**<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-3392-4774;  
**И. А. Зеленева**<sup>2</sup>, младший научный сотрудник лаборатории сортовой агротехники и паспортизации сортов риса, ORCID ID: 0000-0002-6723-7403;  
**Б. В. Фолиянц**<sup>2</sup>, младший научный сотрудник лаборатории сортовой агротехники и паспортизации сортов риса, ORCID ID: 0000-0001-7198-253X;  
**А. В. Аксенов**<sup>1</sup>, агроном лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-6641-878X

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

<sup>2</sup>ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», 350921, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3

В современном рисоводстве важную роль играет создание новых сортов и их быстрое внедрение в с.-х. производство. Ежегодно в ФНЦ риса и в «АНЦ «Донской» создают более урожайные сорта риса, имеющие повышенную устойчивость к неблагоприятным биотическим, абиотическим стресс-факторам, с различными пищевыми качествами крупы. Любой сорт по-разному отзывается на разнообразные агроэкологические условия, формируя различную урожайность – основной показатель стоимости и востребованности в производстве. В статье представлены результаты экологического сортоиспытания четырех сортов риса в 2020 г. на территории РПЗ «Красноармейский» и ЭСОС «Красная» в Красноармейском районе Краснодарского края. Для каждого сорта определяли изменчивость урожайности и количества растений на единицу площади. Урожайность сортов риса значительно колебалась в зависимости от варианта опыта (2,93–8,79 т/га). Сорт Капитан значительно превзошел стандарт Рапан по предшественникам рис и люцерна, но был на его уровне по агроメリоративному полю. Максимальную урожайность сформировал сорт Капитан по предшественнику АМП (высокий чек): 8,79 т/га на фоновом варианте и 8,66 т/га – при подкормке N<sub>30</sub>, что связано с высокой устойчивостью сорта Капитан к местным расам пирикулярноза, от которых сильно пострадали остальные сорта. Густота стояния растений риса колебалась от 70,5 до 519,0 шт./м<sup>2</sup>. Изменчивость между сортами в пределах варианта была средней (CV = 11,1–19,2%), а между вариантами опыта – высокая (CV = 59,0–71,3%). Для выращивания в Краснодарском крае рекомендован сорт совместной селекции АНЦ «Донской» и ФНЦ риса Капитан, сформировавший достаточно высокую урожайность при незначительной вариабельности.

**Ключевые слова:** рис, сорт, экологическое испытание, изменчивость и корреляция признаков, урожайность, густота продуктивных стеблей.

**Для цитирования:** Костылев П.И., Ладатко М.А., Краснова Е.В., Зеленева И.А., Фолиянц Б.В., Аксенов А.В. Экологическое испытание ростовских сортов риса в условиях Краснодарского края // Зерновое хозяйство России. 2021. № 1(73). С. 44–51. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-44-51.



## ECOLOGICAL TRIAL OF THE ROSTOV RICE VARIETIES IN THE KRASNODAR TERRITORY

**P. I. Kostylev**<sup>1</sup>, Doctor of Agricultural Sciences, main researcher of the laboratory for rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848;  
**M. A. Ladatko**<sup>2</sup>, Candidate of Agricultural Sciences, head, leading researcher of the laboratory for varietal agrotechnologies and rice varieties' certification, ORCID ID: 0000-0001-7507-8927;  
**E. V. Krasnova**<sup>1</sup>, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-3392-4774;  
**I. A. Zeleneva**<sup>2</sup>, junior researcher of the laboratory for varietal agrotechnologies and rice varieties' certification, ORCID ID: 0000-0002-6723-7403;  
**B. V. Foliyants**<sup>2</sup>, junior researcher of the laboratory for varietal agrotechnologies and rice varieties' certification, ORCID ID: 0000-0001-7198-253X;  
**A. V. Aksenov**<sup>1</sup>, agronomist of the laboratory for rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-6641-878X

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

<sup>2</sup>FSBSI "Federal Research Center of rice" 350921, Krasnodar, v. of Belozerny, 3;

In modern rice growing, the development of new varieties and their rapid introduction into agricultural production is of great importance. Every year the Federal Research Center of Rice and the ARC "Donskoy" develop more productive rice varieties with improved tolerance to unfavorable biotic, abiotic stress factors, with various nutritional qualities of seeds. Any variety responds differently to a variety of agro-ecological conditions, forming different productivity, as the main indicator of cost and demand in production. The current paper has presented the results of ecological variety testing of four rice varieties conducted in 2020 on the fields of 'Krasnoarmeisky' and 'Krasnaya' located in the Krasnoarmeisky district of the Krasnodar Territory. Each variety was identified on variability of productivity and number of plants per unit area. The productivity of rice varieties varied significantly depending on the variant of the trial (2.93–8.79 t/ha). The variety 'Kapitan' significantly surpassed the standard variety 'Rapan', when sown after rice and alfalfa, but was at the same level in the agro-ameliorative field. The variety 'Kapitan' when sown after 'AMP' (high check) formed the maximum productivity of 8.79 t/ha in the background variant and 8.66 t/ha when topdressing with  $N_{30}$ . It was due to the high resistance of the variety 'Kapitan' to local species of blast in difference from other varieties. Rice stand ranged from 70.5 to 519.0 pcs/m<sup>2</sup>. The variability between the varieties within the variant was medium (CV = 11.1–19.2%), and between the experimental variants it was high (CV = 59.0–71.3%). For cultivation in the Krasnodar Territory there has been recommended the rice variety 'Kapitan', developed by the ARC "Donskoy" together with FRC of rice, which has shown fairly high productivity with little variability.

**Keywords:** rice, variety, ecological trial, variability and correlation of traits, productivity, density of productive stems.

**Введение.** Роль сорта в получении урожая чрезвычайно велика. Смена сортов – важнейший процесс, успех растениеводства, в том числе выращивания риса, во многом зависит от своевременного и научно обоснованного его проведения. Для получения стабильно высоких результатов в отрасли необходимо обновить структуру посевных площадей риса наиболее эффективными сортами, соответствующими данной агроклиматической зоне.

Районы производства риса в России подразделяются на несколько экологических зон в соответствии с естественными факторами окружающей среды, такими как осадки, температура и система выращивания.

Из-за различного плодородия почвы на разных участках у одного и того же сорта формируется высокая, средняя и низкая урожайность зерна. Урожайность риса на этих полях может быть увеличена за счет применения улучшенных технологий возделывания риса и выбора подходящего сорта.

В научно обоснованной технологической системе выращивания сельскохозяйственных растений селекция и семеноводство занимают лидирующие позиции как самые мощные, экологически чистые рычаги повышения урожайности и качества растениеводческой продукции (Моисеев, 2007). По имеющимся оценкам, вклад селекции в повышение урожайности сельскохозяйственных культур за последние десятилетия оценивается в 30–70%, а с учетом возможных изменений климата роль селекции будет возрастать (Жученко, 2004). Отбор и внедрение в производство новых, более урожайных сортов – один из факторов, способствующих повышению эффективности производства риса. Значительная часть прироста урожайности и валового сбора, а также повышение технологических показателей зерна и крупы риса обеспечиваются за счет внедрения новых сортов риса, преимущественно интенсивного типа, что в свою очередь определяет эффективность отрасли. Для поступательного развития рисоводства необходима научно обоснованная сортовая политика, в том числе увеличение ассортимента возделываемых сортов различной технологической энергоем-

кости с учетом их характерных особенностей, а также агроклиматических условий выращивания (Малышева и др., 2017).

Наилучшие результаты по выращиванию риса за последние годы достигнуты благодаря эффективной селекции, быстрой своевременной смене сортов и внедрению адаптивных сортовых комплексов с учетом агроландшафтно-географического районирования (Гаркуша, 2019).

Экологическое испытание позволяет выявить пригодность новых сортов или гибридов различных с.-х. культур для возделывания в конкретном регионе, ареал возможного их распространения (Ковтунова и др., 2018; Кривошеев и др., 2018; Гольдварг и др., 2020).

Поэтому в рамках совместного исследования ФГБНУ ФНЦ риса и «АНЦ «Донской» проводятся экологические и производственные испытания в различных экологических зонах России с целью оптимального отбора и размещения сортов риса нового поколения.

**Материалы и методы исследований.** Объектами исследования выступили 4 сорта риса (Рапан, Акустик, Пируэт, Капитан), из них 1-й создан в ФНЦ риса и 3 в «АНЦ «Донской» (рис. 1). По вегетации сорта относятся к средне-спелой группе – 120–125 дней. Сорт Рапан служил стандартом.

Сорта изучали в 2020 году в рамках договора между институтами в двух хозяйствах Красноармейского района Краснодарского края по различным предшественникам. В структуре почвенного покрова преобладают рисовые лугово-черноземные мощные тяжелосуглинистые почвы на аллювиальных отложениях и деградированных лессовидных глинах. Мощность гумусовых горизонтов А+В превышает 130 см. Реакция почвенного раствора – от нейтральной до слабощелочной pH = 6,8–7,5. По содержанию гумуса почвы опытных участков относятся к малогумусным, его содержание составляет 3,2–3,9%. Содержание валового азота равняется 0,15–0,20%, легкогидролизуемого – 5,3826,62 мг/100 г; общего фосфора – 0,13–0,18%. Содержание обменного аммония составляет от 0,08 до 0,37 мг/100 г; подвижного фосфора – от 2,86 до 6,55 мг/100 г; подвижного калия – от 16,2 до 33,8 мг/100 г.



**Рис. 1.** Сорты риса в Красноармейском районе Краснодарского края  
**Fig. 1.** The rice varieties in the Krasnoarmeysky district of the Krasnodar Territory

В ФГБУ Элитно-семеноводческая опытная станция (ЭСОС) "Красная" сорта изучали по трем предшественникам: рис, озимая пшеница (агротелиоративное поле – АМП) и люцерна (табл. 1). При этом расположение АМП выбрали на низком и высоком по уровням отметок чеках. По каждому предшественнику создавали два фона азотного питания, вносили два варианта удобрений: 1) фон – уровень минерального питания, предусмотренный хозяйством, 2) фон +  $N_{30}$ , кг д.в./га вносили вручную в виде подкормки карбамидом в возрасте 2–3 листьев. Фон составлял по рису  $N_{173}P_{52}$ , АМП –  $N_{125}P_{42}$ , люцерне –  $N_{56}P_{42}$ . В ФГУП Рисоводческий племенной завод (РПЗ) "Красноармейский имени А. И. Майстренко" был один предшественник рис на низком и высоком по уровню расположения чеке. Фон составлял на низком чеке  $N_{149}P_{55}$ , высоким –  $N_{156}P_{55}$ .

Для посева делянок экологического сортоиспытания использовали селекционную сеялку центрального высева СНЦ-8, с последующим прикатыванием поверхности чека. Площадь делянки – 13,2 м<sup>2</sup>, в четырехкратной повторности с рендомизированным размещением и нормой высева 7 млн. всхожих семян на 1 га (Доспехов, 1985). Количество рядов на делянке – восемь, расстояние между рядами – 15 см, расстояние между делянками – 0,5 м. Сроки сева в РПЗ "Красноармейский" – 14 мая, в ЭСОС "Красная" – после озимой пшеницы – 29 апреля, после риса – 30 апреля, после люцерны – 13 мая. Уборку проводили японским малогабаритным мешочным комбайном ДКС-515 в сентябре. Урожайность учитывали методом сплошного обмолота с последующим пересчетом на 14% влажность и 100% чистоту. Агротехника опыта – общепринятая для данной зоны рисосеяния (Агарков и др., 2006).

В период вегетации отмечали сроки профилактических обработок и наступления фенологических фаз: выметывание и полную

спелость. Плотность стеблестоя определяли в фазе полной спелости перед уборкой урожая. Биологическую продуктивность рассчитывали по модельным снопам, собранным вручную на делянках 0,33 м<sup>2</sup> в каждой повторности опыта.

В целом климатические условия дельты реки Кубань благоприятствуют выращиванию риса и обеспечивают необходимое количество тепла для этой культуры. Тепловой режим в период вегетации риса оказался значительно выше средних многолетних значений. Среднемесячная температура воздуха в июне составила 22,9, в июле – 25,5, августе – 23,8 °С, что на 2,5, 2,3, 1,1 °С выше нормы соответственно. Количество осадков характеризовалось неравномерностью выпадения. В мае, июле и сентябре сумма осадков была выше нормы на 30,1–45,3 мм, а в июне и августе – ниже на 30,4–35,6 мм. Цветение у всех сортов началось 28–29 июля.

Несмотря на достаточное количество тепла и минерального питания, наблюдался высокий процент пустозёрности. Это было связано с тем, что в августе, во время цветения и налива зерна, был период низкой влажности воздуха (52%), т.к. дождей выпало лишь 11,4 мм, а вода перестала поступать на чеки с середины месяца. При этом наблюдалась высокая максимальная температура воздуха (38–43 °С).

Полученные результаты обрабатывали методами дисперсионного и корреляционного анализа (Дзюба, 2007), а для сравнения степени изменчивости признаков использовали коэффициент вариации (CV). Знания о характере изменчивости признаков использовали для оценки сортов. По данным Доспехова Б. А. (1985) и Дзюбы В. А. (2007) изменчивость считается незначительной, если коэффициент вариации не превышает 10%; средняя – если CV больше 10, но меньше 20% и значимая – если коэффициент вариации больше 20%.

**Результаты и их обсуждение.** Важной характеристикой культур в формировании высоких урожаев является густота стояния растений и продуктивного стеблестоя в биоценозе. Количество продуктивных растений на единицу площади регулируется агротехническими

приемами и зависит от сорта (растения) и факторов среды (Ляховкин, 2005). Этот признак имеет высокую модификационную изменчивость и низкую наследуемость, что приводит к его высокой изменчивости (табл. 1, 2).

### 1. Густота стояния растений риса (шт./м<sup>2</sup>) по вариантам опыта в ЭСОС "Красная" 1. Rice stand (pcs/m<sup>2</sup>) in the variants of the trial in "Krasnaya"

Сорт	Предшественники							
	рис		АМП (низкий чек)		АМП (высокий чек)		люцерна	
	Фон	Ф+N <sub>30</sub>	Фон	Ф+N <sub>30</sub>	Фон	Ф+N <sub>30</sub>	Фон	Ф+N <sub>30</sub>
Рапан	447,0	398,3	90,0	119,0	86,3	82,5	204,0	192,0
Акустик	354,0	301,5	125,0	138,0	96,8	107,3	232,5	226,5
Пируэт	519,0	470,3	117,1	123,0	88,5	102,8	330,8	266,3
Капитан	381,0	313,5	90,0	93,3	70,5	126,0	271,5	321,8
Средняя	425,3	370,9	105,5	118,3	85,5	104,6	259,7	251,6
CV, %	15,0	18,5	14,9	13,7	11,1	14,8	18,3	19,2
НСР <sub>05</sub>	49,2	68,4	54,0	63,4	23,3	89,6	83,2	75,2

Густота стояния растений риса колебалась от 70,5 до 519,0 шт./м<sup>2</sup>. Изменчивость между сортами в пределах варианта была средней (коэффициент вариации CV колебался от 11,1 до 19,2%), а между вариантами опыта – высокая (табл. 2). Наибольшая изменчивость этого признака отмечена у сорта Рапан – 71,3%, наименьшая у сорта Капитан – 59,0%. Это связа-

но с большими различиями в условиях произрастания риса, степени подготовки почвы, её мелиоративным и фитосанитарным состоянием. В среднем по всем предшественникам и вариантам максимальная густота стояния растений отмечена у сорта Пируэт – 252,2 шт./м<sup>2</sup> (табл. 2).

### 2. Изменчивость густоты стояния растений риса 2. Variability of rice stand

Сорт	Средняя густота стояния растений, шт./м <sup>2</sup>	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации CV, %
Рапан	202,4	144,3	71,3
Акустик	197,7	172,9	68,6
Пируэт	252,2	125,8	60,4
Капитан	208,4	129,6	59,0
Средняя	215,2	132,1	61,4

Сорта с высокой вариабельностью этого признака требуют более конкретного подхода к выбору предшественника и технологии выращивания (Джамирзе и др., 2018). В целом по опыту можно констатировать, что у изучаемых сортов оптимальная густота посевов для получения высокого урожая (>8 т/га) сфор-

мировалась в варианте АМП (низкий по уровню чек).

Урожайность сортов риса – основная комплексная характеристика, оценивающая их перспективность и востребованность в сельском хозяйстве.

### 3. Урожайность риса в экологическом испытании в ЭСОС "Красная" Красноармейского района Краснодарского края, т/га (2020 г.) 3. Rice productivity in the ecological trial in "Krasnaya" of the Krasnoarmeisky district of the Krasnodar Territory, t/ha (2020)

Сорт	Предшественники								Средняя	CV, %
	рис		АМП (низкий чек)		АМП (высокий чек)		люцерна			
	Фон	Ф+N <sub>30</sub>	Фон	Ф+N <sub>30</sub>	Фон	Ф+N <sub>30</sub>	Фон	Ф+N <sub>30</sub>		
Рапан	6,01	4,61	8,17	9,61	8,45	7,62	4,60	3,15	6,53	34,8
Акустик	4,76	4,45	7,78	7,79	6,26	5,03	2,93	2,86	5,23	36,8
Пируэт	4,49	4,91	8,05	7,65	6,57	5,67	4,24	3,43	5,63	29,6
Капитан	7,14	7,38	8,25	8,11	8,79	8,66	7,49	6,19	7,75	10,3
Средняя	5,60	5,34	8,06	8,29	7,51	6,74	4,82	3,91	6,28	21,7
CV, %	21,8	25,8	2,5	10,9	17,1	25,0	52,7	68,2	21,7	–
НСР <sub>05</sub>	0,65	0,98	0,42	0,50	0,38	0,57	0,50	0,66	–	–

Урожайность сортов риса, представленных в экологическом испытании, значительно

колебалась в зависимости от варианта опыта (табл. 3). Сорт Капитан значительно пре-

взошел стандарт Рапан по предшественникам рис и люцерна, но был на его уровне по АМП (фон). Максимальную урожайность сформировал сорт Капитан по предшественнику АМП (высокий чек): 8,79 т/га на фоновом варианте и 8,66 т/га – при подкормке  $N_{30}$ . Это на 0,34 и 1,04 т/га больше, чем у стандарта, что связано с высокой устойчивостью сорта Капитан к местным расам пирикулярноза, от которых сильно пострадали остальные сорта. Максимальную урожайность показал этот сорт и в среднем по всем вариантам – 7,75 т/га.

Сорта Рапан, Акустик, Пируэт отличались высокой степенью изменчивости урожайности – 34,8, 36,8, 29,6% соответственно и могут потребовать особого подхода при выращивании в этом хозяйстве.

Сорт Капитан имеет среднюю изменчивость урожайности 10,3%. Из изученных сортов риса он оказался наиболее стабильным, что говорит о возможности его успешного выращивания в условиях данного хозяйства.

Межсортовая изменчивость урожайности внутри варианта опыта колебалась от 2,5 до 68,2%. Эти различия можно объяснить

индивидуальной реакцией сортов на условия выращивания, поскольку каждый вариант имел свои особенности. Наибольшая вариабельность урожайности в опыте с предшественником люцерна была вызвана высоким содержанием азота в почве и повышенной густотой стеблестоя, что провоцировало развитие грибковой инфекции в период налива и созревания зерна. Значения признака в варианте люцерна колебались от 2,86 т/га (Акустик) до 7,49 т/га (Капитан). Индекс развития болезни (ИРБ) в фазу выметывания (флаговый лист) составил у Акустика 82,2, Пируэта 83,3, Капитана 4,4%.

Сорта Акустик и Пируэт формировали более высокую урожайность по АМП (низкий чек), но она была на уровне стандарта.

В РПЗ "Красноармейский" наибольшую урожайность также сформировал сорт Капитан, в среднем по четырем вариантам 6,45 т/га (табл. 4). При этом на высоком чеке урожайность этого сорта (7,52–8,39 т/га) была значительно выше, чем на низком (4,67–5,22 т/га) в среднем на 3,00 т/га.

#### 4. Урожайность риса в экологическом испытании в РПЗ "Красноармейский" Красноармейского района Краснодарского края, т/га (2020) г. 4. Rice productivity in the ecological trial in "Krasnoarmeisky" of the Krasnoarmeisky y district of the Krasnodar Territory, t/ha (2020)

Сорт	Предшественники				Средняя	CV, %
	рис (низкий чек)		рис (высокий чек)			
	Фон	$\Phi+N_{30}$	Фон	$\Phi+N_{30}$		
Рапан	4,98	6,11	6,75	6,52	6,09	12,9
Акустик	5,37	6,57	5,53	5,09	5,64	11,5
Пируэт	5,16	5,32	6,39	5,89	5,69	9,9
Капитан	4,67	5,22	7,52	8,39	6,45	27,7
Средняя	5,04	5,81	6,55	6,47	5,97	11,7
CV, %	5,9	11,2	12,6	21,7	6,4	–
$HCP_{05}$	0,46	0,35	0,48	0,36	–	–

Значимая изменчивость урожайности по вариантам была у сорта Капитан, коэффициент вариации этого признака составил 27,7%. У сортов Рапан и Акустик она была средней, а у Пируэта – незначительной (9,9%). Максимальный коэффициент вариации урожайности среди сортов (CV = 21,7%) наблюда-

ли в варианте рис (высокий чек)  $\Phi+N_{30}$ , а минимальный (CV = 5,9%) – в варианте рис (низкий чек) Фон.

Густота стояния растений риса варьировала от 75,8 до 225,0 шт./м<sup>2</sup>, на высоком чеке она была почти в 2 раза выше, чем на низком (табл. 5).

#### 5. Густота стояния растений риса (шт./м<sup>2</sup>) по вариантам опыта в РПЗ "Красноармейский" Красноармейского района Краснодарского края (2020) г. 5. Rice stand (pcs/m<sup>2</sup>) in the variants of the trial in "Krasnoarmeisky" of the Krasnoarmeisky district of the Krasnodar Territory (2020)

Сорт	Предшественники				Средняя	CV, %
	рис (низкий чек)		рис (высокий чек)			
	Фон	$\Phi+N_{30}$	Фон	$\Phi+N_{30}$		
Рапан	183,0	159,8	217,5	208,5	192,2	13,6
Акустик	114,0	145,5	169,5	170,3	149,8	17,7
Пируэт	75,8	106,5	225,0	195,0	150,6	47,0
Капитан	85,5	80,3	183,0	200,3	137,3	46,1
Средняя	114,6	123,0	198,8	193,5	157,5	28,5
CV, %	36,6	25,6	11,6	7,4	5,3	–
$HCP_{05}$	39,2	42,1	60,7	43,1	–	–

Изменчивость между сортами в пределах варианта была различной, коэффициент вариации колебался от 7,4 до 36,6%, а между вариантами опыта – средняя у Рапана (13,6%), Акустика (17,7%) и высокая у Пируэта (47,0%), Капитана (46,1%). В среднем по всем предшественникам и вариантам максимальная густота стояния растений отмечена у сорта Рапан – 192,2 шт./м<sup>2</sup>. Минимальная густота была у сорта Капитан (137,3 шт./м<sup>2</sup>).

В данном опыте оптимальная густота стояния растений риса (193,5–198,8 шт./м<sup>2</sup>) сформировалась в варианте рис (высокий чек). Выявлена тесная корреляция этого признака с урожайностью ( $r = 0,66 \pm 0,12$ ).

По предшественнику люцерна в ЭСОС «Красная» были вырезаны растения на учетных

площадках и проведен их морфометрический и структурный анализ (табл. 6).

Высота растений сорта Капитан была больше, чем у других сортов и составляла 100–104 см. У остальных сортов она была немного ниже – 95,5–99,2 см. Также и длина метелки у сорта Капитан на 1–3 см превышала таковую у других сортов. Количество колосков и зерен в метелке было примерно на одном уровне и не влияло на различия сортов по урожайности. Более высокая масса 1000 зерен формировалась у сорта Капитан (35,9–36,2 г), тогда как у остальных сортов она была в пределах 23,1–26,8 г. Этот признак повлиял и на массу зерна с метелки, которая варьировала от 1,50 до 3,06 г.

## 6. Морфометрическая характеристика сортов риса по предшественнику люцерна 6. Morphometric characteristics of the rice varieties when sown after alfalfa

Сорт	Вариант	Высота растений, см	Длина метелки, см	Число колосков в метелке, шт.	Число зерен в метелке, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с метелки, г	Число продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup>
Рапан	фон	95,7	14,9	122,1	85,6	26,8	2,30	255
	фон+N <sub>30</sub>	98,8	15,6	134,4	72,7	26,3	2,09	288
Акустик	фон	99,2	15,9	131,4	94,8	26,3	2,49	156
	фон+N <sub>30</sub>	98,3	15,4	123,5	81,3	24,4	1,99	169
Пируэт	фон	96,9	16,2	135,3	76,9	26,8	2,06	284
	фон+N <sub>30</sub>	95,5	16,0	128,2	65,1	23,1	1,50	326
Капитан	фон	104,0	17,0	126,5	78,9	35,9	2,83	330
	фон+N <sub>30</sub>	100,0	17,8	126,3	84,7	36,2	3,06	316

Повышение урожайности новых сортов риса играет ключевую роль в их дальнейшем спросе и перспективах расширения площади. Продуктивность в опыте положительно коррелировала с некоторыми признаками (табл. 7). Отмечена тесная связь урожайности с дли-

ной метелки ( $r = 0,83 \pm 0,20$ ), массой 1000 зерен ( $r = 0,97 \pm 0,09$ ), массой зерна с метелки ( $r = 0,97 \pm 0,21$ ), средняя положительная – с высотой растений ( $r = 0,67 \pm 0,26$ ) и количеством продуктивных стеблей на единице площади ( $r = 0,59 \pm 0,28$ ).

## 7. Корреляционный анализ риса при экологическом испытании 7. Correlation analysis of rice in the ecological trial

	Урожайность	Высота растений	Длина метелки	Число колосков в метелке	Число зерен в метелке	Масса 1000 зерен	Масса зерна с метелки	Число продуктивных стеблей
№	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,00	0,67	0,83	-0,04	0,11	0,97	0,81	0,59
2	0,67	1,00	0,61	0,00	0,25	0,78	0,73	0,15
3	0,83	0,61	1,00	0,20	0,02	0,82	0,66	0,52
4	-0,04	0,00	0,20	1,00	-0,18	0,03	-0,01	0,35
5	0,11	0,25	0,02	-0,18	1,00	0,26	0,62	-0,65
6	0,97	0,78	0,82	0,03	0,26	1,00	0,91	0,47
7	0,81	0,73	0,66	-0,01	0,62	0,91	1,00	0,11
8	0,59	0,15	0,52	0,35	-0,65	0,47	0,11	1,00

В нашем эксперименте число зерен в метелке средне положительно коррелировало с массой зерна с метелки ( $r = 0,62 \pm 0,28$ ) и отрицательно – числом продуктивных стеблей ( $r = -0,65 \pm 0,27$ ). Это связано с влиянием загущения посевов на формирование колосков и налив зерен.

Масса 1000 зерен является одним из важнейших признаков, характеризующих сорт, а также надежным критерием принадлежности сорта к определенной группе по размеру зерна. Масса 1000 зерен в нашем опыте имела положительную тесную корреляцию с высотой растений ( $r = 0,78 \pm 0,22$ ), длиной метел-

ки ( $r = 0,82 \pm 0,20$ ), массой зерна с метелки ( $r = 0,91 \pm 0,15$ ) и урожайностью ( $r = 0,81 \pm 0,20$ ). Это было связано с тем, что сорт с крупненной зерновкой сформировал более высокую урожайность в данном опыте.

#### Выводы.

1. В результате экологического испытания новых ростовских сортов риса в условиях Краснодарского края выявлены значительные различия по урожайности. Выделен сорт Капитан с высокой урожайностью (8,66–8,79 т/га) в ЭСОС «Красная» по предшественнику «рис (высокий чек)» и ее незначительной вариабельностью ( $CV = 10,3\%$ ) по вариантам выращивания.

2. Изученные сорта формировали различную густоту посевов – от 70,5 до 519,0 шт./м<sup>2</sup>.

Изменчивость между сортами в пределах варианта была средней ( $CV = 11,1–19,2\%$ ), а между вариантами опыта высокая: от 59,0% у сорта Капитан до 71,3% – у сорта Рапан.

3. Корреляционный анализ показал, что урожайность исследуемых сортов в опыте тесно связана с длиной метелки ( $r = 0,83 \pm 0,20$ ), массой 1000 зерен ( $r = 0,97 \pm 0,09$ ), массой зерна с метелки ( $r = 0,97 \pm 0,21$ ) и средне положительно – с высотой растений ( $r = 0,67 \pm 0,26$ ) и количеством продуктивных стеблей на единице площади ( $r = 0,59 \pm 0,28$ ).

4. Высокий потенциал урожайности с незначительной вариабельностью ( $CV = 10,3\%$ ) позволяет рекомендовать для выращивания в Красноармейском районе Краснодарского края сорт совместной селекции Капитан.

#### Библиографические ссылки

1. Гаркуша С. В. Пути адаптации растениеводства к изменениям климата // Матер. междунар. научно-практ. конф.: Научные приоритеты адаптивной интенсификация сельскохозяйственного производства. Краснодар: ФГБНУ ВНИИ риса, 2019. С. 3–7.
2. Гольдварг Б. А., Боктаев М. В., Филиппов Е. Г., Донцова А. А. Экологическое испытание сортов озимого ячменя в условиях Республики Калмыкия // Зерновое хозяйство России. 2020. № 3(69). С. 48–51. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-69-3-48-51.
3. Джамирзе Р. Р., Остапенко Н. В., Чинченко Н. Н. Вариабельность хозяйственно-ценных признаков сортов риса в конкурсном испытании // Рисоводство. 2018. № 2(39). С. 11–15.
4. Дзюба В. А. Многофакторные опыты и методы биометрического анализа экспериментальных данных. Методические рекомендации. Краснодар, 2007. 76 с.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Книга, 2012. 352 с.
6. Жученко А. А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика). М.: Издательство «Агрорус», 2004. 1109 с.
7. 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. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-58-4-42-47.
8. Кривошеев Г. Я., Игнатъев А. С. Экологическое испытание новых гибридов кукурузы в условиях различной влагообеспеченности // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4(58). С. 47–51. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-58-4-47-51.
9. Ляховкин А. Г. Рис. Мировое производство и генофонд. 2-е изд. СПб.: Профи-Информ, 2005. 288 с.
10. Малышева Н. Н., Гаркуша С. А. Аспекты развития отрасли рисоводства // Новые тенденции развития сельскохозяйственных наук: Сборник научных трудов по итогам IV международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону. 2017. С. 18–21.
11. Моисеев В. В. К вопросу о повышении экономической эффективности выращивания зерновых культур в Краснодарском крае путем развития селекции и семеноводства // Региональная экономика: теория и практика. 2007. № 7(46). С. 139–144.

#### References

1. Garkusha S. V. Puti adaptacii rastenievodstva k izmeneniyam klimata [The ways of adapting plant production to climate change] // Mater. mezhhdunar. nauchno-prakt. konf.: Nauchnye prioritety adaptivnoj intensivkacii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva. Krasnodar: FGBNU VNII risa, 2019. С. 3–7.
2. Gol'dvarg B. A., Boktaev M. V., Filippov E. G., Doncova A. A. Ekologicheskoe ispytanie sortov ozimogo yachmenya v usloviyah Respubliki Kalmykiya [Ecological trials with winter barley varieties in the conditions of the Republic of Kalmykia] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2020. № 3(69). S. 48–51. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-69-3-48-51.
3. Dzhampirze R. R., Ostapenko N. V., Chinchenko N. N. Variabel'nost' hozyajstvenno-cennykh priznakov sortov risa v konkursnom ispytanii [Variability of economically valuable traits of rice varieties in the Competitive Variety Testing] // Risovodstvo. 2018. № 2(39). S. 11–15.
4. Dzyuba V. A. Mnogofaktornye opyty i metody biometricheskogo analiza eksperimental'nykh dannykh. Metodicheskie rekomendacii. Krasnodar, 2007. 76 s.
5. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Kniga, 2012. 352 s.
6. Zhuchenko A. A. Resursnyj potencial proizvodstva zerna v Rossii (teoriya i praktika) [Resource potential of grain production in Russia (theory and practice). Ecological trials with grain sorghum varieties and hybrids]. M.: Izdatel'stvo «Agrorus», 2004. 1109 s.
7. Kovtunova N. A., Kovtunov V. V., Baranovskij A. V., Romanyukin A. E., Shishova E. A. Ekologicheskoe ispytanie sortov i gibridov zernovogo sorgo [Ecological trials with grain sorghum varieties and hybrids] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). S. 42–47. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-58-4-42-47.
8. Krivosheev G. Ya., Ignat'ev A. S. Ekologicheskoe ispytanie novykh gibridov kukuruzy v usloviyah razlichnoj vlagoobespechennosti [Ecological trials with new maize hybrids in the conditions of different

moisture supply] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). S. 47–51. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-58-4-47-51.

9. Lyahovkin A. G. Ris. Mirovye proizvodstvo i genofond [Rice. World production and gene pool]. 2-e izd. SPb.: Profi-Inform, 2005. 288 s.

10. Malysheva N. N., Garkusha S. A. Aspekty razvitiya otrasli risovodstva [Aspects of rice industry development] // Novye tendencii razvitiya sel'skohozyajstvennyh nauk: Sbornik nauchnyh trudov po itogam IV mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Rostov-na-Donu. 2017. S. 18–21.

11. Moiseev V. V. K voprosu o povyshenii ekonomicheskoy effektivnosti vyrashchivaniya zernovyh kul'tur v Krasnodarskom krae putem razvitiya selekcii i semenovodstva [On the issue of increasing the economic efficiency of grain crops growing in the Krasnodar Area through the development of breeding and seed production] // Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika. 2007. № 7(46). S. 139–144.

Поступила: 14.12.20; принята к публикации: 11.01.21.

**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; Ладатко М. А. – концептуализация исследований, подготовка опыта, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Краснова Е. В. – структурный анализ данных; Зеленева И. А., Фолиянц Б. В., Аксенов А. В. – закладка опыта, посев сортов, отбор растений для анализа, сбор данных, промеры и подсчеты, заполнение таблиц.

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

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ ПОВОЛЖЬЯ

**О. И. Горянин**, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела земледелия, ORCID ID: 0000-0002-5405-2880;

**Е. В. Мадякин**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технических культур и агроэкологического испытания, ORCID ID: 0000-0001-7579-9222;

**Б. Ж. Джангабаев**, старший научный сотрудник отдела земледелия; ORCID ID: 0000-0003-4445-5974;

**Н. А. Яковлева**, агроном лаборатории технических культур и агроэкологического испытания, ORCID ID: 0000-0002-3699-1331

*Самарский НИИСХ имени Н. М. Тулайкова – филиал ФГБНУ Самарский ФИЦ РАН, 446254, Самарская область, п. Безенчук, ул. К. Маркса, 41*

Озимая пшеница в настоящее время – основная зерновая полевая культура в европейской части России. Однако для повышения эффективности её возделывания необходимо дальнейшее совершенствование технологии. Цель работы – выявление новых перспективных сортов и усовершенствование технологии возделывания озимой мягкой пшеницы для засушливых условий Поволжья. В 2015–2019 годах проведено агроэкологическое испытание 17 сортов озимой пшеницы, имеющих наибольшее распространение, и перспективы внедрения в Поволжье. В течение 2011–2018 гг. в шестипольном зернопаропропашном севообороте изучено пять технологий (вариантов) возделывания озимой пшеницы Светоч. В исследованиях установлено, что в чернозёмной степи Поволжья при возделывании озимой пшеницы наиболее перспективны сорта Марафон, Новоершовская, Жемчужина Поволжья, Северодонецкая юбилейная, Светоч. При благоприятных по увлажнению условиям наиболее эффективно выращивать сорта Ростовчанка 7, Изюминка, Марафон, Базис, Северодонецкая юбилейная, Скипетр. При возделывании озимой пшеницы по чистому пару, идущему по подсолнечнику, рациональнее использовать ранний пар, который начинают обрабатывать весной при наступлении физической спелости почвы. Ранневесенняя подкормка аммиачной селитрой обеспечивает увеличение урожайности озимой пшеницы в этом случае на 0,28 т/га (9,3%). Для получения максимального чистого дохода и уровня рентабельности 11324,8 руб/га и 115,0% соответственно на товарных посевах пшеницы наиболее целесообразно применение биопрепарата Бионекс Кеми (3 л/га).

**Ключевые слова:** озимая пшеница, сорт, удобрения, урожайность, эффективность.

**Для цитирования:** Горянин О. И., Мадякин Е. В., Джангабаев Б. Ж., Яковлева Н. А. Совершенствование технологии возделывания озимой пшеницы в засушливых условиях Поволжья // Зерновое хозяйство России. № 1(73). С. 52–56. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-52-56.



## THE IMPROVEMENT OF THE WINTER WHEAT CULTIVATION TECHNOLOGY IN ARID CONDITIONS OF THE POVOLZHE

**O. I. Goryanin**, Doctor of Agricultural Sciences, main researcher of the department of agriculture, ORCID ID: 0000-0002-5405-2880;

**E. V. Madyakin**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for technical cultures and agroecological trial, ORCID ID: 0000-0001-7579-9222;

**B. Zh. Dzhangabaev**, senior researcher of the department of agriculture; ORCID ID: 0000-0003-4445-5974;

**N. A. Yakovleva**, agronomist of the laboratory for technical cultures and agroecological trial, ORCID ID: 0000-0002-3699-1331

*Samara RIA named after N.M. Tulaykov, a branch of the FSBSI "Samarsky RIA", 446254, Samara region, v. Bezenchuk, Karl Marks Str., 41*

Winter wheat is currently the main grain field crop in the European part of Russia. However, to increase the cultivation efficiency, it is necessary to improve cultivation technology. The purpose of the work is to identify new promising varieties and improve the winter bread wheat cultivation technology for the arid conditions of the Povolzhie. In 2015–2019 there was conducted an agroecological testing for 17 winter wheat varieties, which were most widespread and had the prospects for their introduction in the Povolzhie. During 2011–2018 there were studied five cultivation technologies (options) of the winter wheat variety 'Svetoch' in the six crop rotation sequences. The study has established that when cultivating winter wheat in the blackearth (chernozem) steppe of the Povolzhie, the varieties 'Marafon', 'Novoershovskaya', 'Zhemchuzhina Povolzhiya', 'Severodonetskaya yubileynaya' and 'Svetoch' were the most promising varieties. Under favorable moisture conditions, it was most profitable to cultivate the varieties 'Rostovchanka 7', 'Izyuminka', 'Marafon', 'Bazis', 'Severodonetskaya yubileynaya', 'Skipetr'. When cultivating winter wheat in 'black' fallow, it is more rational to use early fallow, which begins to be cultivated in the spring when the soil is physically matured. The early spring additional fertilizing with ammonium nitrate increases winter wheat productivity on 0.28 t/ha (9.3%). In order to obtain the maximum net income (11324.8 rubles/ha) and profitability (115.0%), it is most expedient to use the biological product 'Bionex Kemi' (3 l/ha) on commercial wheat crops.

**Keywords:** winter wheat, variety, fertilizers, productivity, efficiency.

**Введение.** В сложившихся природно-экономических условиях озимая пшеница стала основной зерновой полевой культурой в европейской части России (Грабовец и Фоменко, 2019; Нарушев, 2018; Романенко и др., 2016). Однако для стабилизации и повышения экономической эффективности производства этой культуры необходимо дальнейшее совершенствование технологии, поиск приёмов адаптивной интенсификации при её выращивании (Грабовец и Фоменко, 2019; Раева, 2018; Чуб и др., 2014).

Одним из основных элементов технологии возделывания зерновых культур, обеспечивающих повышение урожайности и качества зерна озимой пшеницы, является сорт (Сандухадзе, 2016; Ионова и др., 2018). По мнению многих ученых, на него приходится от 15 до 35% прироста урожайности (Грабовец и Фоменко, 2007; Политико и др., 2014; Романенко и др., 2016).

Сорта нового экотипа, по сравнению с районированными ранее, полнее используют необходимые элементы минерального питания, фотосинтетически активную радиацию солнца (ФАР), рациональнее расходуют запасы продуктивной влаги и другие факторы, обеспечивающие рост и развитие растений, они более толерантны к большому штаммовому возбудителю болезней. Однако при этом нет универсальных сортов, адаптированных для всех условий. Поэтому определение потенциала продуктивности новых сортов в сложившихся условиях изменения климата является важным направлением при разработке технологий, совершенствовании приемов и способов управления производственным процессом озимой пшеницы (Сандухадзе, 2016; Сухоруков и Сухоруков, 2017).

Цель работы – выявление новых перспективных сортов и совершенствование технологии возделывания озимой мягкой пшеницы для засушливых условий Поволжья.

**Материалы и методы исследований.** Исследования по представленному направлению проведены в многолетних стационарах Самарского НИИСХ. Почва в анализируемых опытах – чернозем обыкновенный, среднесуглинистый.

Агроэкологическое испытание 17 сортов озимой пшеницы, имеющих наибольшее распространение и перспективы внедрения в Поволжье, произведено с 2015 по 2019 годы в зернопаровом севообороте (чистый пар – озимые зерновые – овес – ячмень) на фоне применения азотных удобрений, гербициды и инсектициды применяли на всех вариантах при превышении ЭПВ. Повторность в опытах 4-кратная. Общая и учетная площадь делянок – 27,0 м<sup>2</sup>. Расположение вариантов рендомизированное.

В течение 2011–2018 гг. в шестипольном зернопаропропашном севообороте с чередованием: пар чистый – озимая пшеница – соя – яровая пшеница – ячмень – подсо-

лнечник, изучено пять технологий (вариантов) возделывания озимой пшеницы Светоч:

1. Традиционная: вспашка на 22–24 см + протравливание семян + гербициды и инсектициды по вегетации культуры при превышении ЭПВ (контроль);

2. Контроль + весенняя подкормка аммиачной селитрой (N<sub>30</sub>);

3. Ресурсосберегающая: без осенней обработки почвы + протравливание семян + гербициды и инсектициды по вегетации культуры при превышении ЭПВ (Фон);

4. Фон + биопрепараты в фазу кущения озимой пшеницы;

5. Фон + весенняя подкормка аммиачной селитрой (N<sub>30</sub>).

Использовали интегрированные приемы борьбы с сорняками.

Повторность в опытах 3-кратная. Общая площадь делянок – 1100, учетная – 200 м<sup>2</sup>.

Уборку урожая осуществляли при помощи комбайна «Сампо-130».

Результаты учётов и наблюдений обработаны методом дисперсионного анализа на ЭВМ (Программа AGROS ver. 2.09. Пакет программ статистического анализа в растениеводстве и селекции. 1993–2000 гг.).

За годы исследования неудовлетворительные всходы отмечены в осенний период 2010 года, в остальные годы перед уходом в зиму состояние посевов изучаемой культуры было от удовлетворительного до отличного. В весенне-летний периоды благоприятные погодные условия для роста и развития пшеницы складывались в 2014 и 2017 годах, при ГТК за май-июнь – 0,97–1,85. В 2013, 2018 и 2019 годах установлена весенне-летняя засуха сильной интенсивности при ГТК за май-июнь – 0,21–0,32. В остальные годы погодные условия были близкими к среднемесячным значениям.

**Результаты и их обсуждение.** При агроэкологическом испытании было установлено, что урожайность сортов озимой пшеницы в среднем за пять лет находилась на высоком уровне и составила 3,70–4,76 т/га. При этом у стандарта Бирюза выявлены высокие значения (4,31 т/га), поэтому достоверная прибавка над ним установлена только у сорта Изюминка (4,76 т/га). Сорта Мироновская 808, Безенчукская 380, Поволжская нива уступали на статистически значимую величину – 0,47–0,61 т/га (табл. 1).

В условиях весенне-летней засухи разной интенсивности в 2015, 2018 и 2019 годах, максимальная высокая урожайность в среднем за три года достигнута сортом Марафон – 3,43 т/га, что достоверно на 0,42 т/га (14,0%) при НСР<sub>0,05</sub> = 0,41 т/га выше стандарта. Кроме того, высокие значения установлены у сортов Новоершовская (3,37 т/га), Жемчужина Поволжья (3,28 т/га), Северодонецкая юбилейная (3,26 т/га), Светоч (3,22 т/га).

Наиболее благоприятные климатические условия для роста и развития растений озимой пшеницы отмечены в 2016 и 2017 годах.

В эти годы выявлена высокая урожайность, которая существенно колебалась в среднем за два года в зависимости от изучаемых сортов от 5,13 до 7,26 т/га при показателях на стандарте – 6,25 т/га. При этом достоверное преимущество над Бирюзой установлено у двух сортов: Ростовчанка 7 – 0,68 т/га (10,9%), Изюминка – 1,01 т/га (16,2%) при  $HCP_{0,05} = 0,49$ . Кроме того, стандарт превысили сорта Марафон (6,51 т/га), Базис (6,42 т/га), Северодонецкая юбилейная (6,39 т/га), Скипетр (6,36 т/га).

Сорта Мироновская 808, Поволжская Нива, Безенчукская 380, Поволжская 86, Надежда достоверно на 0,52–1,12 т/га (9,1–21,8%) снижали урожайность по сравнению со стандартом.

Предыдущими исследованиями было установлено, что в чернозёмной степи Поволжья различные способы основной обработки почвы не оказывают существенного влияния на агрофизические свойства этих почв (Горянин и Чуданов, 2017).

### 1. Урожайность сортов озимой пшеницы в агроэкологическом испытании (среднее за 2015–2019 годы)

#### 1. Productivity of winter wheat varieties in the agroecological testing (average for 2015–2019)

Сорт	Регион допуска	Оригинатор	Урожайность по годам, т/га						Отклонение от стандарта
			2015	2016	2017	2018	2019	среднее	
Бирюза (st)	5, 7	Самарский НИИСХ	2,87	6,26	6,23	3,70	2,47	4,31	–
Базис	7	Самарский НИИСХ	3,39	6,50	6,35	3,22	2,75	4,44	0,13
Малахит	7	Самарский НИИСХ	3,15	6,06	6,35	3,67	2,54	4,35	0,04
Светоч	7	Самарский НИИСХ	3,48	6,01	6,40	3,56	2,62	4,41	0,10
Безенчукская 380	3, 4, 5, 7, 9	Самарский НИИСХ	2,77	5,46	5,31	3,07	2,36	3,79	-0,52
Поволжская 86	7, 9	Поволжский НИИСС	2,61	5,34	6,01	3,06	2,72	3,95	-0,36
Поволжская нива	7, 9	Поволжский НИИСС	2,58	5,39	5,28	3,17	2,80	3,84	-0,47
Мироновская 808	2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10	ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ	2,88	5,17	5,08	3,07	2,28	3,70	-0,61
Жемчужина Поволжья	4, 7, 8, 9	НИИСХ Юго-Востока	3,34	5,93	5,95	3,45	3,06	4,35	0,04
Новоершовская	7, 8, 9	Ершовская ОСОЗ	3,55	6,06	6,20	3,49	3,06	4,47	0,16
Черноземка 115	5, 7	НИИСХ ЦЧП	3,07	6,14	6,39	3,16	2,23	4,20	-0,11
Скипетр	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12	Полетаев Г. М	2,85	5,72	7,00	3,29	2,93	4,36	0,05
Северодонецкая юбилейная	5, 6, 7, 8, 9	ФРАНЦ	3,48	6,27	6,51	3,37	2,94	4,51	0,20
Марафон	7, 8	«АНЦ «Донской»	3,54	6,28	6,73	3,96	2,80	4,66	0,35
Изюминка	6	«АНЦ «Донской»	3,42	6,77	7,75	3,60	2,26	4,76	0,45
Ростовчанка 7	6, 8	«АНЦ «Донской»	3,45	6,54	7,31	3,52	2,31	4,63	0,32
Надежда	7	ФИЦ КазНЦ РАН	2,97	5,56	5,90	3,26	2,34	4,01	-0,30
Фотинья	7, 9	Пензенский НИИСХ	2,93	5,70	6,45	3,21	2,47	4,15	-0,16
Морозко	6	НЦ зерна	2,80	5,40	6,65	3,44	2,64	4,19	-0,12
HCP <sub>0,05</sub>			0,43	0,39	0,58	0,33	0,48	0,44	0,44

В наших исследованиях по изучению технологий возделывания озимой пшеницы по различным парам (чёрный и ранний) получены аналогичные результаты. В осеннюю и весенне-летнюю вегетацию озимой пшеницы агрофизические свойства и запасы продуктивной влаги в почве не изменялись в зависимости от изучаемых технологий.

Однако улучшение азотного питания растений и более рациональный расход влаги на единицу продукции на вариантах с внесением аммиачной селитры обеспечили достоверную прибавку урожайности по сравнению с неудобренными фонами. В среднем за восемь лет при традиционной технологии рост урожайности составил 0,37 т/га (12,4 %), ресурсосберегающей – 0,28 т/га (9,3 %) (табл. 2).

### 2. Урожайность озимой пшеницы при разных технологиях возделывания (среднее за 2011–2018 годы)

#### 2. Productivity of winter wheat varieties with different cultivation technologies (average for 2011–2018)

Годы	Варианты					HCP <sub>0,05</sub>
	1	2	3	4	5	
2011	0,65	0,84	0,63	0,82	0,80	0,14
2012	2,42	2,49	2,38	2,57	2,43	0,31
2013	2,99	3,49	3,09	3,02	3,26	0,24
2014	3,28	4,02	3,33	3,46	3,81	0,23
2015	2,36	3,04	2,74	3,08	3,23	0,20
2016	4,95	4,96	4,40	4,53	4,87	0,18
2017	3,62	4,10	3,66	3,87	3,79	0,18
2018	3,64	3,95	3,74	3,86	4,03	0,26
Среднее	2,99	3,36	3,00	3,15	3,28	0,22

При пониженном температурном режиме воздуха в мае (фазы «кущение-конец трубкования») в среднем за 2014, 2017 и 2018 годы на традиционной технологии установлена прибавка урожайности от применения азотных удобрений до 0,51 т/га (19,9%). При ресурсосберегающей технологии абиотические факторы в меньшей степени влияли на урожайность при улучшении минерального питания. В частности, в среднем за три благоприятных года прибавка от применения удобрений составила 0,3 т/га (8,4%).

При применении биопрепарата Бионекс Кеми прибавка урожайности в большинстве лет была недостоверной и составила в среднем 0,15 т/га (5,0%).

При расчёте экономической эффективности было установлено, что применение весенней подкормки на традиционной технологии существенно увеличивает чистый доход на 783 руб/га (8,5%). Однако дополнительные затраты на проведение вспашки не окупились прибавкой урожая, в результате чистый доход и уровень рентабельности, по сравнению с ресурсосберегающей технологией снижались на 769,9–2082,1 руб/га и 15,6–34,0% соответственно (табл. 3).

Наибольший чистый доход установлен на вариантах с применением биопрепарата и аммиачной селитры – 11193,0–11324,8 руб/га, что на 397,4–529,2 руб/га (3,7–4,9%) больше варианта с естественным по плодородию фоном при ресурсосберегающей технологии.

### 3. Экономическая эффективность технологий возделывания озимой пшеницы, руб/га (среднее за 2011–2018 годы) 3. Economic efficiency of the winter wheat cultivation technologies, rubles/ha (average for 2011–2018)

Показатели	Варианты				
	1	2	3	4	5
Стоимость продукции	19924,0	22358,0	20123,0	21173,0	22153,0
Производственные затраты	10681,3	12332,3	9363,4	9848,2	10960,0
Чистый доход	9242,7	10025,7	10795,6	11324,8	11193,0
Уровень рентабельности, %	86,5	81,3	115,3	115,0	102,1

**Выводы.** В чернозёмной степи Поволжья при возделывании озимой пшеницы наиболее перспективны сорта Марафон, Новоешевская, Жемчужина Поволжья, Северодонецкая юбилейная, Светоч. При благоприятных по увлажнению условиях наиболее эффективно выращивать сорта Ростовчанка 7, Изюминка, Марафон, Базис, Северодонецкая юбилейная, Скипетр.

При возделывании озимой пшеницы по чистому пару, которому предшествовал подсолнечник, наиболее целесообразно использовать

ранний пар, который начинает обрабатывать весной при наступлении физической спелости почвы. Ранневесенняя подкормка аммиачной селитрой обеспечивает увеличение урожайности озимой пшеницы на 0,28 т/га (9,3%). Для получения максимальной экономической эффективности на товарных посевах пшеницы рационально применение биопрепарата Бионекс Кеми (3 л/га), который увеличивает чистый доход на 529,2 руб/га.

#### Библиографические ссылки

1. Горянин О. И., Чуданов И. А. Влияние систем обработки почвы на плотность чернозёма обыкновенного в Заволжье // Достижения науки и техники АПК. 2017. № 7. С. 44–47.
2. Грабовец А. И., Фоменко М. А. Озимое хлебное поле Северного Дона // Агрофорум. 2019. № 1. С. 35–37.
3. Ионова Е. В., Кравченко Н. С., Газе В. П., Моряно Д. М. Устойчивость к абиотическим факторам среды и качественные показатели зерна сортов озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4(58). С. 54–59. DOI 10.31367/2079-8725-2018-58-4-54-59.
4. Политико П. М., Матюта С.В., Шаклеин И.В. Роль сорта в технологиях возделывания озимой пшеницы // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2014. № 1. С. 21–30.
5. Раева С. А. Роль инновационных технологий в повышении эффективности сельского хозяйства // Зерновое хозяйство России. 2018. № 6(60). С. 29–31. DOI 10.31367/2079-8725-2018-60-6-29-31.
6. Романенко А. А., Беспалова Л. А., Котляров Д. В. Экономическая эффективность производства зерна на основе новых сортов озимой пшеницы селекции КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко // Достижения науки и техники АПК. 2016. № 3. С. 15–18.
7. Сандухадзе Б. И. Развитие и результаты селекции озимой пшеницы в центре Нечерноземья // Достижения науки и техники АПК. 2016. № 9. С. 15–18.
8. Сухоруков А. Ф., Сухоруков А. А. Селекция озимой пшеницы на засухоустойчивость в Среднем Поволжье // Аграрная наука. 2017. № 5. С. 15–18.
9. Чуб М. П., Пронько В. В., Ярошенко Т. М. Отзывчивость озимой пшеницы (*Triticum Aestivum* L.) на удобрения в зависимости от влагообеспеченности южных чернозёмов // Проблемы агрохимии и экологии. 2014. № 3. С. 3–7.

### References

1. Goryanin O. I., CHudanov I. A. Vliyanie sistem obrabotki pochvy na plotnost' chernozyoma obyknovennogo v Zavolzh'e [The effect of tillage systems on the density of ordinary blackearth (chernozem) in the Zavolzhie] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2017. № 7. S. 44–47.
2. Grabovec A. I., Fomenko M. A. Ozimoe hleбноe pole Severnogo Dona [Winter grain field of the Northern Don] // Agroforum. 2019. № 1. S. 35–37.
3. Ionova E. V., Kravchenko N. S., Gaze V. P., Moryanko D. M. Ustojchivost' k abioticheskim faktoram sredy i kachestvennye pokazateli zerna sortov ozimoy myagkoj pshenicy [Resistance of grain of winter bread wheat varieties to abiotic environmental factors and quality indicators] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). S. 54–59. DOI 10.31367/2079-8725-2018-58-4-54-59.
4. Politiko P. M., Matyuta S. V., SHaklein I. V. Rol' sorta v tekhnologiyah vozdeleyvaniya ozimoy pshenicy [The role of a variety in winter wheat cultivation technologies] // Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo. 2014. № 1. S. 21–30.
5. Raeva S. A. Rol' innovacionnyh tekhnologij v povyshenii effektivnosti sel'skogo hozyajstva [The role of innovative technologies in improvement of agricultural efficiency] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 6(60). S. 29–31. DOI 10.31367/2079-8725-2018-60-6-29-31.
6. Romanenko A. A., Bepalova L. A., Kotlyarov D. V. Ekonomicheskaya effektivnost' proizvodstva zerna na osnove novyh sortov ozimoy pshenicy selekcii KNIISKH im. P. P. Luk'yanenko [Economic efficiency of grain production on the basis of new winter wheat varieties developed in the KRIA named after P. P. Lukyanenko] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2016. № 3. S. 15–18.
7. Sanduhadze B. I. Razvitie i rezul'taty selekcii ozimoy pshenicy v centre Nechernozem'ya [Development and results of winter wheat breeding in the center of the Non-Blackearth region] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2016. № 9. S. 15–18.
8. Suhorukov A. F., Suhorukov A. A. Selekcija ozimoy pshenicy na zasuhoustojchivost' v Srednem Povolzh'e [Breeding of winter wheat for drought resistance in the Middle Volga region] // Agrarnaya nauka. 2017. № 5. S. 15–18.
9. Chub M. P., Pron'ko V. V., YAroshenko T. M. Otzyvchivost' ozimoy pshenicy (Triticum Aestivum L.) na udobreniya v zavisimosti ot vlagoobespechennosti yuzhnyh chernozyomov [Winter wheat (Triticum Aestivum L.) response to fertilizers, depending on the moisture supply of southern chernozem regions] // Problemy agrohimii i ekologii. 2014. № 3. S. 3–7.

Поступила: 11.04.20; принята к публикации: 17.09.20.

**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.** Горянин О. И. – концептуализация исследования, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Мадякин Е. В. – анализ данных и их интерпретация по опыту 1; Джангабаев Б. Ж. – выполнение полевого опыта 2 и сбор данных; Яковлева Н. А. – выполнение полевого опыта 1 и сбор данных.

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

## ФОРМИРОВАНИЕ И НАЛИВ ЗЕРНА С УРОЖАЕМ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В РАЗЛИЧНЫХ МЕТЕОУСЛОВИЯХ

**Н. Н. Зезин**, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и кормопроизводства, nikitazezin@yandex.ru, ORCID ID: 000-0002-7208-3904;  
**П. А. Постников**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и кормопроизводства, postnikov.ural@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8534-8326  
ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения РАН»,  
620142, Екатеринбург, ул. Белинского, д. 112-а, а/я 269

В условиях Свердловской области яровая пшеница является основной зерновой культурой, в структуре зернового клина занимает 40%. Цель исследований – установить влияние метеофакторов и фонов питания на урожайность пшеницы в полевых севооборотах. Исследования проведены на темно-серой лесной почве в стационарном опыте Уральского НИИСХ – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН. Объектом исследований служила яровая пшеница Красноуфимская 100, высеваемая по различным предшественникам. В статье представлены результаты анализа данных по осадкам, среднесуточной температуре воздуха, ГТК по отдельным месяцам, а также урожайность яровой пшеницы в зависимости от условий увлажнения и фона питания. Выявлено, что в благоприятные годы по увлажнению вегетационный период яровой пшеницы составил 90 суток, при засушливых условиях он сокращался на 10 дней, при избытке влаги удлинялся до 102 суток. Все различия в длительности вегетации растений в основном обусловлены продолжительностью межфазного периода «колошение-полная спелость», который в зависимости от условий увлажнения года изменялся от 40 до 60 дней. При использовании минеральных и органических удобрений наибольшие сборы зерна пшеницы на уровне 3,80–4,25 т/га достигнуты при ГТК за май-август – 1,62 ед. При недостаточном увлажнении на удобренном фоне питания урожайность яровой пшеницы не превышала 1,4–1,6 т/га, а при благоприятных гидротермических условиях она возрастала в 1,8–2,1 раза по сравнению с засушливыми условиями. Максимальная интенсивность накопления зерна в межфазный промежуток от колошения до полной спелости обнаружена при умеренно-влажных условиях.

**Ключевые слова:** яровая пшеница, осадки, температура, период вегетации, удобрения, урожайность.

**Для цитирования:** Зезин Н. Н., Постников П. А. Формирование и налив зерна с урожаем яровой пшеницы в различных метеоусловиях // Зерновое хозяйство России. 2021. № 1(73). С. 57–62. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-57-62.



## SPRING WHEAT GRAIN FORMATION AND FILLING AND ITS PRODUCTIVITY UNDER VARIOUS WEATHER CONDITIONS

**N. N. Zezin**, Doctor of Agricultural Sciences, leading researcher of the department of agriculture and feed production, nikitazezin@yandex.ru, ORCID ID: 000-0002-7208-3904

**P. A. Postnikov**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the department of agriculture and feed production, postnikov.ural@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8534-8326

Ural Federal Agricultural Research Center of the Ural Department of RAS,  
620142, Ekaterinburg, Belinsky Str., 112-a, c/b 269

In the conditions of the Sverdlovsk region, spring wheat is the main grain crop, which occupies 40% in the grain wedge structure. The purpose of our study is to identify the effect of the weather factors and nutritional backgrounds on wheat productivity in field crop rotations. The study was carried out on dark gray forestry soil in the stationary trial of the Ural Federal Agricultural Research Center of the Ural Department of RAS. The object of study was the spring wheat variety 'Krasnoufimskaya 100', sown after various forecrops. The current paper has presented the results of the analysis of data on precipitation, average daily air temperature, STC according to some months, as well as the spring wheat productivity, depending on the moisture conditions and the background of nutrition. There has been identified that in the moisture years the growing season of spring wheat lasted 90 days, in the arid years it reduced on 10 days, and with moisture excess it was 102 days. All differences in the growing season length are mainly due to the length of the interphase period 'heading – full ripeness', which varied from 40 to 60 days depending on the year moisture conditions. When using mineral and organic fertilizers, the largest wheat grain yield (3.80–4.25 t/ha) was obtained with 1.62 units of STC in May–August. With insufficient moisture on an unfertilized nutritional background, the spring wheat productivity was not more than 1.4–1.6 t/ha, and under favorable hydrothermal conditions, it increased in 1.8–2.1 times compared to the arid conditions. The maximum intensity of grain formation in the interphase period 'heading – full ripeness' was identified under moderately moisture conditions.

**Keywords:** spring wheat, precipitation, temperature, growing season, fertilizers, productivity.

**Введение.** Основной продовольственной культурой в хозяйствах Свердловской области является яровая пшеница, ее посевная

площадь в последние годы составляла около 147 тыс. га, или 40,6% от зернового клина (Зезин и др., 2019). Урожайность пшеницы во втором

десятилетия XXI века не превышала в среднем 1,86 т/га при применении минеральных удобрений в области на уровне 22–24 кг/га д.в. Одним из путей получения стабильных урожаев зерновых культур является биологизация земледелия на основе расширения посевов зернобобовых культур, многолетних бобовых трав, использования сидератов и соломы на удобрение (Телегин и др., 2016).

Продуктивность яровой пшеницы зависит не только от генетического потенциала сорта, но и во многом определяется особенностями роста и развития растений в отдельные фазы, длительность которых в значительной мере зависит от метеорологических факторов и условий агротехники (Евдокимов и др., 2015; Воробьев и др., 2017; Бесалиев и др., 2018).

Цель исследований – установить влияние метеофакторов и фона питания на формирование урожайности зерна яровой пшеницы в полевых севооборотах.

**Материалы и методы исследований.** Исследования выполнены в Уральском научно-исследовательском институте сельского хозяйства – филиале ФГБНУ УрФАНЦ УрО РАН в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования по направлению 142 Программы ФНИ государственной академии наук по теме «Усовершенствовать систему адаптивно-ландшафтного земледелия для Уральского региона и создать агротехнологии нового поколения на основе минимализации обработки почвы, диверсификации севооборотов, интегрированной защиты растений, биологизации, сохранения и повышения почвенного плодородия».

С 2002 г. в стационарном длительном опыте проводили изучение полевых севооборотов с максимальной ориентацией на биологические факторы. Начиная со второй ротации, севообороты изучают на трех фонах питания по следующим схемам:

1. Зернопаротравяной: чистый пар, озимая рожь, ячмень с подсевом клевера, клевер 1 г.п., пшеница;

2. Зернопаросидеральный (без многолетних трав): сидеральный пар (рапс), пшеница, овес, горох, ячмень;

3. Зернотравяной (бобовые культуры 40%): горох, пшеница с подсевом клевера, клевер 1 г.п., ячмень, овес.

Почва опытного участка – темно-серая лесная тяжелосуглинистая с содержанием гумуса 4,67–5,06%, легкогидролизуемого азота – 136–181 мг, подвижного фосфора – 206–268, обменного калия – 150–168 мг/кг почвы, сумма поглощенных оснований – 27,6–33,9 ммоль на 100 г почвы, рН<sup>сол.</sup> – 4,9–5,1.

Закладка культур севооборота проведена с размещением во времени и пространстве на трех фонах питания:

1. Контроль (без минеральных удобрений)  
2. Минеральный – с применением умеренных норм минеральных удобрений из расчета на 1 га севооборотной площади  $N_{30}P_{30}K_{36}$ .

3. Органо-минеральный – использование навоза, сидератов, соломы на фоне минеральных удобрений  $N_{24}P_{24}K_{30}$ .

Объектом исследований являлась яровая пшеница Красноуфимская 100, разновидность лютеценс. Сорт относится к среднеспелым, вегетационный период – 86 суток (Максимов и др., 2018). Непосредственно под яровую пшеницу вносили сложное азотно-фосфорно-калийное удобрение с содержанием  $N_{15}P_{15}K_{15}$ , из расчета 2 ц/га в физическом весе.

**Результаты и их обсуждение.** Наблюдения показали, что засушливые годы за вегетационный период с температурой выше 10 °С сложились в 2012, 2016 годах с гидротермическим коэффициентом ниже единицы (табл. 1). В 2012 г. острозасушливые условия отмечены в первой половине вегетации яровой пшеницы, что заметно ускорило прохождение фаз развития, в результате полная спелость зерна наступила в начале первой декады августа. В 2016 году ГТК ниже единицы отмечен в июне, а особенно низкий в августе. Уборочная спелость пшеницы отмечена в середине первой декады августа.

## 1. Метеорологические условия в период вегетации яровой пшеницы 1. Weather conditions during the spring wheat growing season

Показатель	Месяц			
	май	июнь	июль	август
Засушливые годы (2012 г., 2016 г.)				
Количество осадков	19,9	60,4	56,1	50,2
Среднесуточная температура воздуха	12,5	17,6	19,6	19,1
ГТК	0,22	0,88	0,77	0,74
Умеренно-влажные годы (2013 г., 2017 г.)				
Количество осадков	41,1	77,0	95,6	53,6
Среднесуточная температура воздуха	10,2	16,1	18,0	17,1
ГТК	1,30	1,43	1,78	0,99
Влажные годы (2014–2015 гг.)				
Количество осадков	68,8	99,7	120	71,8
Среднесуточная температура воздуха	12,	17,1	15,2	14,4
ГТК	1,49	1,94	2,58	1,61
Среднемноголетние данные				
Количество осадков	46	68	84	74
Среднесуточная температура воздуха	10,4	15,1	17,6	14,5
ГТК	0,89	1,32	1,29	1,58

В засушливых условиях резкий недобор осадков отмечен в первой половине вегетации, в июне – июле во время формирования биомассы и налива зерна выпало около 67–89% от среднесуточной нормы. Превышение среднесуточной температуры воздуха в летний период по отношению к среднесуточному показателю равнялось 2,1–3,6 градусам.

В условиях с умеренной увлажненностью количество осадков в июне-июле превышало среднесуточные показатели на 13–14%. Среднесуточная температура воздуха в данных условиях была выше нормы на 0,4–1,0 °С, наибольшее превышение выявлено в августе. Гидротермический коэффициент в среднем за 2 года по отдельным месяцам варьировал в пределах от 0,99 до 1,78. Достаточное увлажнение пахотного слоя в первой половине лета при закладке продуктивных стеблей и формировании колоса обеспечивало более высокую продуктивность пшеницы по сравнению с другими погодными условиями.

В 2014–2015 гг. в большей части вегетации пшеницы отмечено избыточное выпадение атмосферных осадков, их количество было выше в 1,4–1,5 раза по отношению к среднесуточным данным. Сильное увлажнение почвы способствовало появлению дополнительных побегов яровой культуры, что в совокупности с недобором эффективных температур воздуха отрицательно повлияло на формирование и налив зерна яровых зерновых культур.

В годы исследований продолжительность межфазного периода «посев-всходы» варьировала от 9 до 17 суток (табл. 2). В условиях Среднего Урала при посеве яровой пшеницы в ранние сроки (в конце апреля – в начале первой декады мая) появление всходов задерживалось на более чем 2 недели, что, на наш взгляд, связано с недостаточным прогреванием почвы в этот промежуток времени. Для большинства районов Свердловской области характерна растянутая прохладная весна с возвратами холодов в отдельные годы. Напрямую зависимость полевой всхожести семян от температуры почвы в слое 0–10 см указывали другие авторы (Бесалиев и др., 2018).

В то же время при посеве в начале второй декады мая, когда в большинстве лет наблюдается переход среднесуточной температуры через 100, в почве содержится достаточное количество влаги, фаза полных всходов наступает на 9-е сутки после посева.

Наблюдения за развитием растений пшеницы выявили, что условия увлажнения в период «всходы-колошение» оказывали меньшее влияние на его продолжительность, она изменялась в среднем от 40 до 45 суток. В то же время увеличение среднесуточных температур воздуха в июне на 1,7–3,00 (2015 г., 2016 г.) выше среднесуточного значения укорачивали данный период до 38–39 суток.

## 2. Продолжительность межфазных периодов за вегетацию яровой пшеницы в зависимости от условий увлажнения

### 2. The length of interphase periods during the spring wheat growing season, depending on the moisture conditions

Условия увлажнения	Год	Период вегетации, сутки			
		посев-всходы	всходы-колошение	колошение-полная спелость	всходы-полная спелость
Засушливые годы, ГТК – 0,80	2012	16	42	40	82
	2016	14	38	41	79
	Среднее	15	40	40	80
Умеренно-влажные годы, ГТК – 1,40	2013	9	43	43	86
	2017	17	47	47	94
	Среднее	13	45	45	90
Избыточно-влажные годы, ГТК – 2,15	2014	9	45	64	109
	2015	14	39	56	95
	Среднее	12	42	60	102

С возрастанием влагообеспеченности в июле-августе, соответственно с повышением гидротермического коэффициента, увеличивалась продолжительность межфазного периода «колошение-полная спелость» с 40 до 60 суток.

Аналогичная закономерность выявлена в целом по длительности вегетационного периода яровой пшеницы за годы исследований, максимальный промежуток от всходов до полного созревания отмечен во влажные годы, особенно при избыточном количестве осадков во второй половине лета. Высокая зависимость продолжительности вегетационного периода яровой пшеницы от влагообеспеченности

выявлена и другими исследователями (Евдокимов и др., 2015; Воробьев и др., 2017).

Фон питания и погодные условия оказали наиболее сильное влияние на уровень продуктивности яровой пшеницы в изучаемых севооборотах, что подтверждают исследования других авторов (Лавриненко и др., 2011; Пронько и др., 2017). При недостаточном увлажнении на неудобренном фоне питания сбор зерна этой культуры не превышал 1,4–1,6 т/га (табл. 3). При благоприятных гидротермических условиях уровень урожайности пшеницы возрастал в 1,8–2,1 раза по сравнению с засушливыми условиями. При размещении яровой

пшеницы по сидеральному пару получен максимальный сбор зерна по отношению к другим предшественникам. Из всех лет наблюдений наибольший сбор зерна этой зерновой культуры получен в 2017 г. при ГТК за май-август равном 1,62, урожайность по клеверу и сидеральному пару при применении удобрений равнялась 5,45–5,76 т/га.

На контроле при избыточном увлажнении урожайность яровой пшеницы практически во всех изучаемых севооборотах достоверно снизилась на 0,80 т/га по отношению к умерен-

но-влажным условиям. Существенное уменьшение урожайности этой зерновой культуры обусловлено ухудшением обеспеченности минеральным азотом почвы из-за снижения процесса минерализации растительных остатков и увеличения внутрпочвенного стока нитратов в более глубокие слои почвы (Постников и др., 2019). Также в полевых исследованиях выявлено, что при избытке влаги усиленно развиваются корневые гнили и листовая инфекция в виде мучнистой росы и бурой ржавчины (Кекало и др., 2017).

### 3. Влияние метеорологических условий и фона питания на урожайность яровой пшеницы в севооборотах, т/га (2012–2017 гг.)

#### 3. The effect of weather conditions and nutritional background on the spring wheat productivity in crop rotations, t/ha (2012–2017)

Севооборот	Условия вегетационного периода		
	засушливые, ГТК < 1,1	умеренно-влажные, ГТК – 1,1–1,7	избыточно-влажные, ГТК > 1,7
Контроль (без удобрений)			
Зернопаротравяной	1,57	2,92	2,43
Зернопаросидеральный	1,52	3,22	2,42
Зернотравяной (бобовые культуры 40%)	1,39	2,98	2,18
Минеральный фон			
Зернопаротравяной	2,16	3,82	3,42
Зернопаросидеральный	2,29	4,25	3,86
Зернотравяной (бобовые культуры 40%)	1,80	3,78	3,40
Органо-минеральный			
Зернопаротравяной	2,14	3,95	3,44
Зернопаросидеральный	2,28	4,13	3,75
Зернотравяной (бобовые культуры 40%)	1,84	3,80	3,40
НСР <sub>05</sub> условия года		0,51	
НСР <sub>05</sub> фон питания		0,43	

Применение минеральных удобрений и их сочетаний с органическими достоверно повышало урожайность яровой пшеницы в севооборотах в зависимости от условий увлажнения. Максимальный сбор зерна этой продовольственной культуры на минеральном и органо-минеральном фонах питания получен при ГТК, равном 1,1–1,7. При этом наибольшая урожайность пшеницы на минеральном фоне питания достигнута при размещении ее по сидеральному пару (зернопаросидеральный севооборот). Запашка зеленой массы рапса в паровом поле обогащает почву легкодоступными для растений элементами питания в первый год действия (Телегин и др., 2016), в результате по отношению к другим предшественникам дополнительно получено зерна 0,43–0,46 т/га. Аналогичная тенденция выявлена на органо-минеральном фоне питания.

Дисперсионный анализ урожайных данных яровой пшеницы показал, что в формировании и наливе зерна наиболее весомый вклад в варьирование урожайности вносили погодные условия, на их долю приходится около 40, на фон питания – 23%.

Проведенные исследования выявили, что накопление зерна в колосе на определенных межфазных периодах вегетации роста и развития яровой пшеницы в большой

степени зависит от условий увлажнения. Минимальная интенсивность накопления зерна пшеницы в период «колошение-полная спелость» отмечена на контроле, меньше всего – при размещении ее по гороху. При сокращении периода налива зерна при высоких среднесуточных температурах на удобренных фонах питания дополнительный прирост зерна с 1 га не превышал 10–19 кг по отношению к варианту без удобрений (табл. 4).

Максимальное накопление зерна пшеницы отмечено в годы при ГТК на уровне 1,4 (среднее за май-август). Независимо от фона питания интенсивность налива зерна увеличилась в 1,6–1,9 раза по отношению к засушливым условиям. По сравнению с естественным уровнем плодородия при использовании минеральных и органических удобрений дополнительно накапливается от 17,8 до 22,9 кг/га. Наибольший уровень накопления зерна на 1 га выявлен при размещении этой зерновой культуры по сидеральному пару.

При удлинении межфазного периода «колошение-спелость» при избытке влаги существенно сокращались темпы накопления зерна в колосе яровой пшеницы. Так, по пласту клевера (зернопаротравяной севооборот) темпы поступления зерновой массы с одного гектара по своему уровню практически при-

ближались к засушливым, несколько выше – ницы по другим предшественникам, особенно на удобренных фонах питания при посеве пше- по гороху.

**4. Накопление зерна пшеницы с 1 га в сутки в зависимости от предшественника и системы удобрения, кг (2012–2017 гг.)**  
**4. Wheat grain amount per 1 ha a day depending on the forecrop and fertilization system, kg (2012–2017)**

Предшественник	Фон питания	Период «колошение – полная спелость»			Период «всходы – полная спелость»		
		Условия увлажнения (май – август)					
		ГТК – 0,8	ГТК – 1,4	ГТК – 2,15	ГТК – 0,8	ГТК – 1,4	ГТК – 2,15
Клевер 1 г.п.	1	39,2	64,9	40,2	19,6	32,4	23,8
	2	54,0	84,9	56,8	27,0	42,4	33,4
	3	53,5	87,8	54,7	26,8	43,9	32,2
Сидеральный пар (рапс)	1	38,0	71,5	40,3	19,0	35,8	23,7
	2	57,2	94,4	64,3	28,6	47,2	37,8
	3	53,5	91,8	62,5	28,5	45,9	36,8
Горох	1	34,8	66,2	36,3	17,4	33,1	21,4
	2	45,0	84,0	56,7	22,5	42,0	36,8
	3	46,0	84,4	56,7	23,0	42,2	33,3
НСР <sub>05</sub> фон питания		6,52			3,90		
НСР <sub>05</sub> условия года		7,87			4,12		

Примечание: Фон питания: 1. Без удобрений; 2. Минеральный фон; 3. Органо-минеральный фон.

В целом за вегетационный период яровой пшеницы отмечены аналогичные закономерности по накоплению зерна с 1 га. Максимальная интенсивность поступления зерна выявлена в умеренно-влажных условиях, по сравнению с контролем при применении минеральных удобрений и их сочетаний с органическими дополнительный прирост зерна варьировал на уровне 8,9–11,5 кг/га. Наибольший показатель выявлен на минеральном фоне питания при размещении яровой пшеницы по сидеральному пару. При засушливых и избыточно увлажненных условиях вегетационного периода этой зерновой культуры обнаружено достоверное снижение темпов накопления зерна на одном гектаре.

**Выводы.** Продолжительность периода формирования и налива зерна яровой пшеницы во многом зависит от условий увлажнения и температурного режима. При средне-

суточных температурах воздуха выше нормы и недостатке влаги межфазный период «колошение-полная спелость» составил 40 суток, при избыточном увлажнении почвы он удлинялся до 60 дней.

При использовании минеральных и органических удобрений был полнее реализован генетический потенциал сорта яровой пшеницы Красноуфимская 100 с урожайностью на уровне 5,5–5,8 т/га при ГТК за май-август – 1,62. При других условиях увлажнения сбор зерна яровой пшеницы достоверно ниже, особенно при дефиците влаги в течение всего вегетационного периода.

В период проведения исследований максимальные темпы накопления зерна в межфазный промежуток «колошение-полная спелость» выявлены в годы с выпадением осадков в июне-июле на уровне или немного выше нормы.

#### Библиографические ссылки

1. Бесалиев И. Н., Каравайцев Я. А. Зависимость агробиологических показателей посевов яровой твердой пшеницы от метеофакторов межфазных периодов ее вегетации в условиях Оренбургского Предуралья // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. № 2. С. 201–208.
2. Воробьев В. А., Воробьев А. В. Специфика накопления зерна в урожай сортов яровой пшеницы в условиях юго-запада Свердловской области // Теория и практика мировой науки. 2017. № 6. С. 7–11.
3. Евдокимов М. Г., Юсов В. С., Татина Б. М., Андреева В. В. Формирование и налив зерна яровой твердой пшеницы в условиях лесостепи Западной Сибири // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 11(133). С. 5–9.
4. Зезин Н. Н., Постников П. А., Колотов А. П. и др. Научно обоснованная зональная система земледелия Свердловской области. Екатеринбург, 2019. 371 с.
5. Кекало А. Ю, Нестерова Е. В., Немченко В. В. Влияние погодных условий в межфазные периоды на развитие листовых болезней яровой пшеницы // Аграрный вестник Урала. 2017. № 09(163). С. 8–15.
6. Лавриненко А. Н., Огородников Л. П., Байкин Ю. Л. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от уровня минерального питания // Аграрный вестник Урала. 2011. № 5. С. 9–11.
7. Максимов Р. А., Воробьев В. А., Воробьев А. В. и др. Перспективные сорта яровых зерновых и зернобобовых культур селекции Красноуфимского селекционного центра. Екатеринбург, 2018. 35 с.

8. Постников П. А., Попова В. В. Миграция минерального азота в дерново-подзолистой почве (лизиметрический опыт) // Плодородие. 2019. № 1(106). С. 26–28. DOI: 10.25680/S19948603.2019.106.08
9. Пронько В. В., Чуб М. П., Ярошенко Т. М., Климова Н. Ф., Журавлев Д. Ю. Отзывчивость сельскохозяйственных культур на минеральные удобрения в различных гидротермических условиях Степного Поволжья // Аграрный научный журнал. 2017. № 9. С. 27–32.
10. Телегин В. А., Гилев С. Д., Зезин Н. Н. и др. Повышение эффективности использования пашни в условиях Зауралья и Среднего Урала. Куртамыш: ООО «Куртамышская типография», 2016. 300 с.

#### References

1. Besaliev I. N., Karavajcev Ya. A. Zavisimost' agrobiologicheskikh pokazatelej posevov yarovoj tverdoj pshenicy ot meteofaktorov mezhfaznyh periodov ee vegetacii v usloviyah Orenburgskogo Predural'ya [Dependence of agrobiological indicators of spring durum wheat on meteorological factors of the interphase periods of its vegetation in the conditions of the Orenburg pre-Urals] // ZHivotnovodstvo i kormoproizvodstvo. 2018. T. 101. № 2. S. 201–208.
2. 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] // Teoriya i praktika mirovoj nauki. 2017. № 6. S. 7–11.
3. Evdokimov M. G., Yusov V. S., Tatina B. M., Andreeva V. V. Formirovanie i naliv zerna yarovoj tverdoj pshenicy v usloviyah lesostepi Zapadnoj Sibiri [Formation and filling of spring durum wheat grain in the forest-steppe conditions of Western Siberia] // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 11(133). S. 5–9.
4. Zezin N. N., Postnikov P. A., Kolotov A. P. i dr. Nauchno obosnovannaya zonal'naya sistema zemledeliya Sverdlovskoj oblasti [The scientifically substantiated zonal farming system of the Sverdlovsk region]. Ekaterinburg, 2019. 371 s.
5. Kekalo A. Yu., Nesterova E. V., Nemchenko V. V. Vliyanie pogodnyh uslovij v mezhfaznye periody na razvitie listovyh boleznej yarovoj pshenicy [The effect of weather conditions in interphase periods on the development of leaf diseases of spring wheat] // Agrarnyj vestnik Urala. 2017. № 09(163). S. 8–15.
6. Lavrinenko A. N., Ogorodnikov L. P., Bajkin Yu. L. Urozhajnost' i kachestvo zerna yarovoj pshenicy v zavisimosti ot urovnya mineral'nogo pitaniya [Productivity and quality of spring wheat grain depending on the amount of mineral nutrition] // Agrarnyj vestnik Urala. 2011. № 5. S. 9–11.
7. Maksimov R. A., Vorob'ev V. A., Vorob'ev A. V. i dr. Perspektivnye sorta yarovykh zernovykh i zernobobovykh kul'tur selekcii Krasnoufimskogo selekcionnogo centra [Promising varieties of spring grain and leguminous crops, developed in the Krasnoufimsky Breeding Center]. Ekaterinburg, 2018. 35 s.
8. Postnikov P. A., Popova V. V. Migraciya mineral'nogo azota v dernovo-podzolistoj pochve (lizimetriceskij opyt) [Migration of mineral nitrogen in sod-podzolic soil (lysimetric experiment)] // Plodorodie. 2019. № 1(106). S. 26–28. DOI: 10.25680/S19948603.2019.106.08.
9. Pron'ko V. V., Chub M. P., Yaroshenko T. M., Klimova N. F., Zhuravlev D. Yu. Otzyvchivost' sel'skohozyajstvennykh kul'tur na mineral'nye udobreniya v razlichnykh gidrotermicheskikh usloviyah Stepnogo Povolzh'ya [Agricultural crop response to mineral fertilizers in various hydrothermal conditions of the steppe Povolzhie] // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2017. № 9. S. 27–32.
10. Telegin V. A., Gilev S. D., Zezin N. N. i dr. Povyschenie effektivnosti ispol'zovaniya pashni v usloviyah Zaural'ya i Srednego Urala [Improvement of the efficiency of arable land utilization the Trans-Urals and the Middle Urals]. Kurtamysh: ООО «Kurtamyshskaya tipografiya», 2016. 300 s.

Поступила: 2.07.20; принята к публикации: 18.09.20.

**Критерии авторства.** Авторы 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., Постников П. А. – концептуализация исследования, анализ данных и их интерпретация; Постников П. А. – подготовка опыта, выполнение полевых/лабораторных опытов и сбор данных, подготовка рукописи.

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

УДК 633.173:631.811(477.61/.62)

DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-63-67

## БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ НА ПОСЕВАХ ПРОСА В УСЛОВИЯХ ДОНБАССА

**А. С. Садовой**, ассистент кафедры селекции и защиты растений, младший научный сотрудник НИЧ, sadovoialek@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-9438-8979;

**А. В. Барановский**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия и экологии окружающей среды, Inau\_sorgo2011@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-2098-0889

ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», 91008, Луганская народная республика, г. Луганск, Артёмовский р-н., городок ЛНАУ, 1

Основной задачей использования регуляторов роста растений является повышение устойчивости и адаптации выращиваемых культур к неблагоприятным факторам внешней среды, что в итоге способствует повышению урожайности и качества продукции. Поэтому энергетическая оценка эффективности их применения имеет практическое значение. Целью проведенных исследований являлось изучение биоэнергетической эффективности применения регуляторов роста растений и микроудобрений отдельно и в комплексе с минеральными удобрениями на просе. Исследования проводились на черноземе обыкновенном в центральной части Луганской области на базе опытного поля Луганского национального аграрного университета в 2016–2018 гг. В полевых опытах использовали просо сорта Мироновское 51. Опыт включал три фона питания: без удобрений,  $N_{30}P_{30}K_{30}$  и  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ; обработку семян и растений в период вегетации регуляторами роста растений Келпак, РК, Блек Джек, Нива люкс и Силиплант. Закладку опыта, учеты и наблюдения, определение биоэнергетической эффективности применения регуляторов роста растений проводили в соответствии с общепринятыми методиками. Установлено, что применение минеральных удобрений нормами  $N_{30}P_{30}K_{30}$  и  $N_{60}P_{60}K_{60}$  значительно (на 17,4–32,1%) увеличивает общие затраты энергии на производство продукции изучаемой культуры в сравнении с неудобренными посевами. Применение изучаемых препаратов увеличивает выход энергии с урожаем на 15,3–29,8% и позволяет получить в среднем 24,8–26,6 ц/га зерна. Выяснено, что наибольший выход энергии (46,5 ГДж/га) и урожайность (25,6–29,0 ц/га) посевов проса обеспечил препарат Силиплант. Наименьший показатель выхода энергии (41,3 ГДж/га) и урожайности (24,4 ц/га) отмечен в вариантах с применением препаратов Келпак, РК и Нива люкс. Определены эффективные варианты опыта (Блек Джек, Нива люкс и Силиплант на неудобренном фоне), на которых отмечался наиболее высокий коэффициент энергетической эффективности – 4,0–4,3 ед.

**Ключевые слова:** биоэнергетическая оценка, урожайность, просо, регуляторы роста растений, минеральные удобрения.

**Для цитирования:** Садовой А.С., Барановский А.В. Биоэнергетическая оценка применения регуляторов роста растений на посевах проса в условиях Донбасса // Зерновое хозяйство России. 2021. № 1(73). С. 63–67. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-63-67.



## THE BIOENERGETIC ESTIMATION OF THE USE OF PLANT GROWTH REGULATORS FOR MILLET SOWINGS IN THE DONBASS

**A. S. Sadovoy**, assistant of the department of plant breeding and protection, junior researcher of RC, sadovoialek@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-9438-8979;

**A. V. Baranovsky**, Candidate of Agricultural Sciences, associate professor of the department of agriculture and ecology of environment, Inau\_sorgo2011@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-2098-0889

Lugansk National Agricultural University, 91008, Lugansk People's Republic, Lugansk, Artyomovskiy district, LNAU town, 1

The main purpose of using plant growth regulators is to improve the resistance and adaptation of grain crops to unfavorable environmental factors, which ultimately result in an increase of productivity and product quality. Therefore, the energetic estimation of the efficiency of their utilization is of practical importance. The purpose of the research was to study the bioenergetic efficiency of the use of plant growth regulators and micronutrient fertilizers separately and in combination with mineral fertilizers on millet. The study was conducted on ordinary blackearth (chernozem) in the central part of the Lugansk region on the basis of the experimental plot of the Lugansk National Agricultural University in 2016–2018. In the field trials there was used the millet variety 'Mironovskoye 51'. The trial included three nutritional backgrounds, such as without fertilizers; with  $N_{30}P_{30}K_{30}$  and  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ; treating seeds and plants during the vegetation period with plant growth regulators 'Kelpak', 'RK', 'Black Jack', 'Niva Lyuks' and 'Siliplant'. The trials, records and observations, and the study of bioenergetic efficiency of plant growth regulators were carried out in accordance with generally accepted methods. There was found that the use of mineral fertilizers with  $N_{30}P_{30}K_{30}$  and  $N_{60}P_{60}K_{60}$  significantly (by 17.4–32.1%) raised the total energy consumption by millet in comparison with unfertilized sowings. The use of the studied fertilizers increased the energy yield by 15.3–29.8% and allowed obtaining 24.8–26.6 hwt/ha of grain on average. There has been established that the largest energy yield (46.5 GJ/ha) and productivity (25.6–29.0 hwt/ha) of millet were provided by the utilization of the product 'Siliplant'. The smallest indicator of energy output (41.3 GJ/ha) and productivity (24.4 hwt/ha) was identified when using the products 'Kelpak', 'RK' and 'Niva Lyuks'. There have been established the such effective variants of the trial as the use of the products 'Black Jack', 'Niva Lyuks' and 'Siliplant' on an unfertilized background with the largest coefficient of energetic efficiency (4.0–4.3 units).

**Keywords:** bioenergetic estimation, productivity, millet, plant growth regulators, mineral fertilizers.

**Введение.** Любая отрасль человеческой деятельности нуждается в энергосберегающих технологиях, что объясняется ростом затрат энергии на производство единицы продукции. Экономия ресурсов является одной из важнейших проблем современности. В последнее время вопросам биоэнергетической эффективности производства сельскохозяйственной продукции уделяется значительное внимание (Габдеев, 2009; Дудкин, 2018).

Целью биоэнергетической оценки возделывания сельскохозяйственных культур является разработка более эффективных технологий их возделывания со снижением затрат ресурсов и энергии. Это обусловлено тем, что в современных экономических условиях эффективность производственной деятельности предприятия зависит от цен на сырье, горюче-смазочные материалы, материальные ресурсы, электроэнергию и в конечном счете это влияет на стоимость получаемой продукции. Данные показатели постоянно изменяются, что не позволяет оценить эффективность отдельных технологий возделывания культур и выбрать наиболее приемлемую. Поэтому, биоэнергетическая оценка технологии производства продукции позволяет выбрать наиболее эффективные технологические приемы выращивания сельскохозяйственных культур (Осипенко и Осипенко, 2005). Это обусловлено тем, что энергетическая оценка наиболее достоверна и стабильна (Дудук и др., 1996).

Цель исследования – дать сравнительную характеристику биоэнергетической эффективности возделывания *Panicum miliaceum* L. на разных фонах минерального питания при обработке семенного материала и растений в период вегетации современными регуляторами роста растений и микроудобрениями.

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

Экспериментальную часть исследований выполняли в 2016–2018 гг. на опытном поле Луганского НАУ. Луганская область входит в степную Атлантико-континентальную климатическую область, характеризующуюся ярко выраженной континентальностью и засушливостью климата. Характеризуется жарким и сухим летом с засушливо-суховейными явлениями, холодной и малоснежной зимой с частыми оттепелями. Осадки распределяются неравномерно. Среднеголетняя норма осадков составляет 528 мм. Наибольшее их количество выпадает в юго-западной части, а меньшее – в центральной, восточной и северо-восточной частях (Краковская, 2012).

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке. В пахотном (0–30 см) слое почвы содержание гумуса составляло 3,4%; легкогидролизуемого азота – 113,2 мг/кг, подвижного фосфора – 80,1 мг/кг, обменного

калия – 156,2 мг/кг. Реакция почвенного раствора нейтральная ( $pH_{\text{водное}} - 7,0$ ).

Площадь учетной делянки составляла 25 м<sup>2</sup>, повторность – 3-кратная, расположение делянок – рендомизированное.

Подготовка почвы была общепринятой при возделывании проса в степной зоне Украины. Предшественник – яровой ячмень. Сев проводили в рекомендованные сроки (III декаде апреля), широкорядным (45 см) способом при норме высева 2,5–3,0 млн/га всхожих семян. Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию для создания трех фонов питания (без удобрений,  $N_{30}P_{30}K_{30}$  и  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ). Для обработки семян и растений в период вегетации применяли регуляторы роста растений (PPP) Келпак, РК (на основе ауксинов и цитокининов), Блек Джек (на основе гуминовых веществ) и микроудобрения Нива люкс и Силиплант. Исследования проводили в соответствии с общепринятой методикой полевого опыта (Доспехов, 1985).

Энергию, накопленную в зерне проса, сопоставляли с затратами энергоресурсов на его производство. Расчеты проводили по общепринятым методикам (Шевелуха, 1988; Методология и методика, 2007; Смаглий та ін., 2004).

Погодные условия в годы исследований в основном были благоприятными для роста и развития проса. Метеорологические условия вегетационных периодов были контрастными, что позволило определить эффективность применения вносимых доз минеральных удобрений и изучаемых препаратов при разных условиях роста культуры.

Условия влагообеспеченности в период вегетации проса в 2016 году были благоприятными ГТК – 1,11, в 2017 – ГТК – 0,84 и в 2018 гг. – ГТК – 0,65 – засушливые. Среднеголетний показатель гидротермических условий вегетационного периода, по данным Луганского ЦГМ, составляет 1,0.

**Результаты и их обсуждение.** Энергетическую эффективность производства зерна проса рассчитывали по технологическим картам. В проведенных опытах с применением PPP и макроудобрений получены достаточно высокие уровни урожайности и выход энергии с единицы площади. Результаты энергетической оценки приведены в таблице.

Полученные результаты свидетельствуют, что расход совокупной энергии на выращивание проса с применением изучаемых препаратов варьировал от 10,0 до 14,7 ГДж/га. При этом наибольший расход энергии отмечен на повышенном фоне минерального питания ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ) – 13,4–14,7 ГДж/га. Это объясняется высокими затратами энергии на минеральные удобрения и их внесение – 3,5 ГДж/га, что составляло 24,1 % от общего расхода энергии.

**Энергетическая оценка эффективности выращивания проса  
при обработке посевов регуляторами роста на разных фонах минерального питания  
Energetic estimation of the millet growing efficiency when treating crops  
with growth regulators on different backgrounds of mineral nutrition**

Вариант		Урожайность, ц/га	Выход энергии с урожаем, ГДж/га	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Приращение валовой энергии, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ)
Фактор А (фоны питания)	Фактор В (препараты)					
Без удобрений	Контроль	20,5	34,7	10,0	24,8	3,5
	Келпак, РК	24,4	41,3	11,2	30,1	3,7
	Нива люкс	28,0	47,4	11,0	36,4	4,3
	Блек Джек	26,3	44,6	11,2	33,3	4,0
	Силиплант	27,8	47,1	11,0	36,1	4,3
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	Контроль	20,2	34,2	11,8	22,4	2,9
	Келпак, РК	25,2	42,7	13,1	29,6	3,3
	Нива люкс	25,7	43,5	12,9	30,7	3,4
	Блек Джек	25,1	42,5	13,1	29,4	3,2
	Силиплант	29,0	49,1	12,9	36,2	3,8
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	Контроль	21,5	36,4	13,4	23,0	2,7
	Келпак, РК	24,5	41,5	14,7	26,8	2,8
	Нива люкс	24,4	41,3	14,5	26,9	2,9
	Блек Джек	24,7	41,8	14,7	27,2	2,9
	Силиплант	25,6	43,4	14,5	28,9	3,0
HCP <sub>05</sub> фактор А	1,30–1,52	–	–	–	–	–
HCP <sub>05</sub> фактор В	1,68–1,96	–	–	–	–	–

На всех вариантах использования РРР, как без минеральных удобрений, так и в комплексе с ними, уровень полученной энергии с 1 га с зерном превышал 41,0 ГДж/га. Соответственно, на контрольных вариантах при разных фонах удобрения этот показатель был на 6,6–12,7, 8,3–14,9 и 4,9–7,0 ГДж/га меньше.

По вариантам опыта приращение валовой энергии составило 22,4–36,4 ГДж/га. Наибольшие показатели по всем вариантам были при использовании микроудобрения Силиплант – 28,9–36,2 ГДж/га. Препарат Нива люкс обеспечил наибольшую прибавку энергии в опыте только на неудобренном фоне питания – 36,4 ГДж/га.

Коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ) в среднем по изучаемым препаратам варьировал в пределах – 2,8–4,3, что свидетельствует о высокой эффективности применения данных препаратов. При этом применение микроудобрений обеспечивало КЭЭ на 3,4–11,6% выше, чем от применения РРР, и на 8,5–19,4% больше, чем на контрольных вариантах.

В среднем за 3 года полевых опытов применение регуляторов роста растений и микроудобрений существенно повышало затраты совокупной энергии в среднем на 9,0–11,0% по сравнению с контролем.

Но лучшим по биоэнергетической эффективности применения на посевах проса являлось микроудобрение на основе кремния Силиплант, а менее эффективным – регулятор роста растений на основе фитогормонов (ауксинов и цитокининов) Келпак, РК.

Применение минеральных удобрений под просо нормами N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> и N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> значительно увеличивает общие затраты энергии на производство продукции на 17,4–32,1% в сравнении с неудобренными посевами.

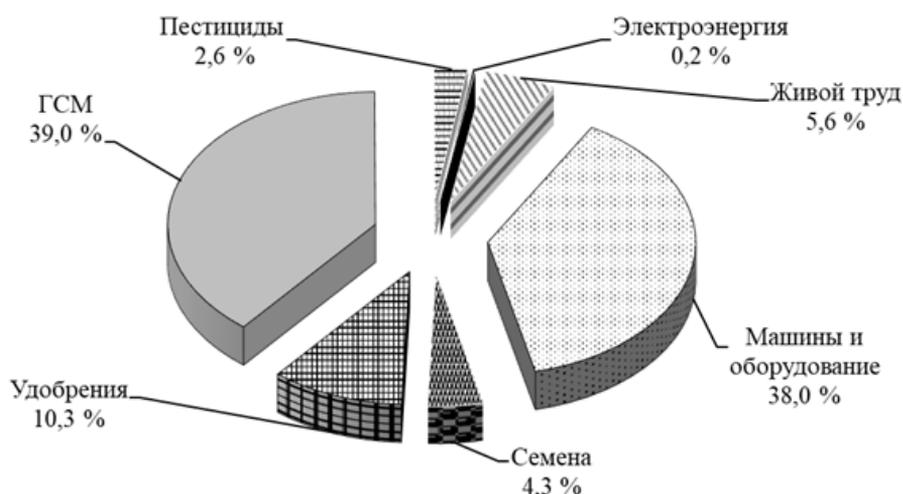
В среднем по опыту коэффициент энергетической эффективности составил 3,4. На неудобренном фоне данный показатель был на 16,2 и 27,8% выше, чем в вариантах с применением минеральных удобрений.

Применение препаратов без макроэлементов повышало КЭЭ в среднем на 5,7–22,8% по сравнению с контролем. На удобренных посевах проса данный показатель от применения изучаемых препаратов был выше, чем на контроле в среднем на 17,2 (N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>) и 7,4% (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>).

В агроценозе проса применение возрастающих уровней минерального питания N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> и N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> повышало затраты энергии на производство урожая по сравнению с неудобренным контролем на 1,8 и 3,4 ГДж/га, или на 18,0 и 34,0% соответственно.

В структуре расхода совокупной энергии в посевах проса на долю использования машин и оборудования приходится 33,8–42,9%, на горюче-смазочные материалы – 34,8–43,5%, на минеральные удобрения – 11,1–20,0% и на живой труд – всего 5,5–5,9% (см. рисунок).

Таким образом, для повышения зерновой продуктивности и качества урожая при выращивании проса – основной крупяной культуры Донбасса – рекомендуется для обработки семян и растений в период вегетации применение препаратов на основе микроэлементов на фоне норм минеральных удобрений, не превышающих N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>.



Структура затрат совокупной энергии при возделывании проса  
The structure of the total energy consumption when cultivating millet

**Выводы.** Возделывание проса с применением регуляторов роста растений и микроудобрений является энергонасыщенной технологией, однако приращение валовой энергии было в 1,7–3,3 раза больше затрат совокупной энергии.

Применение стимуляторов роста без удобрений по сравнению с комплексным их использованием с макроудобрениями позволяет на 17,1–31,5% снижать затраты энергии, и как следствие экономить энергетические ресурсы.

Наибольший выход энергии с урожаем в опыте обеспечивало применение микроудобрения Силиплант – 46,5 ГДж/га. Минимальный выход энергии был в варианте с обработкой семян и растений РРР Келпак, РК – 41,8 ГДж/га.

Наименьший показатель выхода энергии (41,3 ГДж/га) и урожайности (24,4 ц/га) отмечен в вариантах с применением препаратов Келпак, РК и Нива люкс. Определены наиболее эффективные варианты опыта (Блек Джек, Нива люкс и Силиплант на неудобренном фоне), где отмечался наибольший коэффициент энергетической эффективности – 4,0–4,3 ед.

#### Библиографические ссылки

1. Габдеев Х. Н. Биоэнергетика как альтернатива при оценке эффективности технологий возделывания орошаемых культур // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. 2009. № 6(61). С. 269–273.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
3. Дудкин И. В. Биоэнергетическая эффективность выращивания культур в зернопропашном севообороте // Вестник Курской ГСХА. 2018. № 5. С. 13–18.
4. Осипенко Л. Д., Осипенко Д. А. Биоэнергетическая оценка технологии возделывания подсолнечника на орошаемых землях // Научный журнал КубГАУ. 2005. № 13(05). С. 43–49.
5. Краковська С. В. Сучасні зміни клімату Луганської області // Геоінформатика. 2012. № 3(43). С. 57–68.
6. Смаглій О. Ф., Малиновський А. С., Кардашов А. Т. Енергетична оцінка агроєкосистем. Житомир: Видавництво «Волинь», 2004. 132 с.

#### References

1. Gabdeev H. N. Bioenergetika kak al'ternativa pri ocenke effektivnosti tekhnologij vzdelyvaniya oroshaemykh kul'tur [Bioenergy as an alternative in estimating the efficiency of irrigated crops cultivation technologies] // Vestnik Kazahskoj akademii transporta i kommunikacij im. M. Tynyshpaeva. 2009. № 6(61). S. 269–273.
2. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
3. Dudkin I. V. Bioenergeticheskaya effektivnost' vyrashchivaniya kul'tur v zernopropashnom sevooborote [Bioenergetic efficiency of crops growing in grain-row crop rotation] // Vestnik Kurskoj GSKHA. 2018. № 5. S. 13–18.
4. Osipenko L. D., Osipenko D. A. Bioenergeticheskaya ocenka tekhnologii vzdelyvaniya podsolnechnika na oroshaemykh zemlyah [Bioenergy estimation of the technology of sunflower cultivation on irrigated lands] // Nauchnyj zhurnal KubGAU. 2005. № 13(05). S. 43–49.
5. Краковська С. В. Сучасні зміни клімату Луганської області // Геоінформатика. 2012. № 3(43). С. 57–68.
6. Смаглій О. Ф., Малиновський А. С., Кардашов А. Т. Енергетична оцінка агроєкосистем. Житомир: Видавництво «Волинь», 2004. 132 с.

---

Поступила: 1.06.20; принята к публикации: 29.07.20.

**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.** Барановский А. В. – концептуализация исследования, разработка проблематики и темы научной публикации, анализ литературных источников по теме научной статьи, Садовой А. С. – подготовка и выполнение полевых/лабораторных опытов и сбор данных, анализ экспериментальных данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

**Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДА БАЛЕРИНА НА СОРГО ЗЕРНОВОМ

**Г. В. Метлина**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания пропашных культур, metlina\_gv@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976;

**С. А. Васильченко**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории технологии возделывания пропашных культур, wasilchenko12@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0003-1587-2533

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

В статье представлены результаты изучения влияния различных доз гербицида Балерина СЭ на засорённость посева сорго, а также экономическую эффективность применения. Целью исследований являлось определение эффективности применения гербицида Балерина на сорго зерновом и влияние его на засорённость посева и величину урожая. Полевые опыты проводились в 2017–2019 гг. в лаборатории технологии возделывания пропашных культур ФГБНУ «АНЦ «Донской» (г. Зерноград). Опытное поле расположено в южной сельскохозяйственной зоне Ростовской области (недостаточное и неустойчивое увлажнение). Почвой опытного участка является чернозём обыкновенный тяжелосуглинистый на лёссовидных суглинках с содержанием гумуса 3,2%,  $P_2O_5$  – 18,5–20,0,  $K_2O$  – 342–360 мг/кг почвы. Величина гидротермического коэффициента в годы исследований находилась в пределах от 0,32 до 0,89, что характеризовало недостаточную влагообеспеченность вегетационного периода. Приведены сведения о видовом составе посева сорго зернового в южной зоне Ростовской области. Применяемые дозировки гербицида оказывали значимое влияние на снижение засорённости посевов сорго зернового после их применения (снижение составляло от 78,3 до 96,7%). Наибольшее снижение засорённости отмечалось по двудольным сорнякам. При применении гербицида Балерина, СЭ в дозировке 0,5 л/га отмечался наибольший условно-чистый доход 22230 руб/га при наименьшей себестоимости продукции 4329 руб/га и наибольшем уровне рентабельности 163%.

**Ключевые слова:** сорго зерновое, урожайность, гербицид, снижение засорённости посева.

**Для цитирования:** Метлина Г. В., Васильченко С. А. Эффективность гербицида Балерина на сорго зерновом // Зерновое хозяйство России. 2021. № 1(73). С. 68–72. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-68-72.



## THE EFFICIENCY OF THE HERBICIDE 'BALLERINA' ON GRAIN SORGHUM

**G. V. Metlina**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for cultivation technology of row crops, metlina\_gv@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976;

**S. A. Vasilchenko**, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for cultivation technology of row crops, wasilchenko12@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0003-1587-2533

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

The current paper has presented the study results of the effect of different dosages of the herbicide 'Ballerina SE' on the weediness of sorghum sowing, as well as the economic efficiency of the application. The purpose of the study was to estimate the efficiency of the use of the herbicide 'Ballerina' on grain sorghum and its effect on the weediness of the sowing and the amount of productivity. The field trials were carried out in 2017–2019 in the laboratory for cultivation technology of row crops of the FSBSI Agricultural Research Center "Donskoy" (Zernograd). The experimental plot is located in the southern agricultural zone of the Rostov region (with insufficient and unstable moisture). The soil of the experimental plot was ordinary heavy loamy blackearth (chernozem) on forestry loams, with 3.2% of humus, 18.5–20.0 mg of  $P_2O_5$  and 342–360 mg of  $K_2O$  per kg of soil. The hydrothermal coefficient during the years of study ranged from 0.32 to 0.89, which characterized the insufficient moisture supply of the growing season. There was presented the information on the varietal composition of grain sorghum in the southern zone of the Rostov region. The applied dosages of the herbicide had a significant effect on the reduction of the weediness of grain sorghum after their application (the decrease ranged from 78.3 to 96.7%). The greatest decrease in weediness was noted for dicotyledonous weeds. When using 0.5 l of the herbicide 'Ballerina SE' per ha, there was obtained the highest conditional net income of 22,230 rubles/ha, with the lowest production cost of 4,329 rubles/ha and the highest profitability level of 163%.

**Keywords:** grain sorghum, productivity, herbicide, decrease of weediness of sowing.

**Введение.** Сорняки, конкурируя с культурными растениями, снижают их урожайность и качество в зависимости от степени засорённости на 30–40–50% и более (Голованёв, 2004).

Основной причиной вредоносности сорняков является конкуренция между культурными и сорными растениями за влагу и элементы минерального питания. Влагу со-

рная растительность потребляет практически в 2 раза интенсивнее, чем культурные растения. Вредоносность сорняков возрастает с понижением конкурентоспособности культурных растений (Лавренова и Евсеева, 2017).

Применение химических средств защиты растений позволяет эффективно защитить культурные растения от посева до убор-

ки урожая, причём применение гербицидов позволяет повысить экологическую безопасность и экономическую эффективность метода уничтожения засорённости агрофитоценозов (Квартин и др., 1999).

Зерновое сорго возделывают с целью получения зерна, являющегося хорошим кормом для скота и домашней птицы, а также при искусственном разведении рыб. Сорго обладает низкой конкурентной способностью к сорнякам, особенно в начальный период развития. Вместе с тем, эта культура положительно реагирует на применение гербицидов в борьбе с засорённостью посевов (Алабушев и др., 2003).

В ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» селекционная работа по сорго зерновому направлена на создание раннеспелых высокоурожайных, а также с высоким качеством зерна и приспособленных к механизированной уборке сортов (Ковтунов, 2018).

Применение минерального питания усиливает рост сорняков, что снижает эффективность удобрений. В связи с этим определённый интерес представляют исследования по применению гербицидов и влиянию их на засорённость посева и величину урожая.

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

Полевые опыты проводили в 2017–2019 гг. в лаборатории технологии возделывания пропашных культур. Закладку полевых опытов осуществляли по методикам Б. А. Доспехова (2014) и Методическим указаниям по полевому испытанию гербицидов в растениеводстве (1981). Учётная площадь делянки – 25 м<sup>2</sup>. Повторность четырёхкратная. Предшественник – озимая пшеница. Норма высева – 300 тыс. шт./га. Посев осуществлялся селекционной сеялкой Клён-4,2.

По зональному делению (сельскохозяйственные зоны РО) Зерноградский район относится к южной зоне Ростовской области, характеризующейся полусухим климатом с умеренно жарким летом и умеренно холодной зимой (Национальное аграрное агентство). ГТК составляет 0,80–0,85, годовое количество осадков – 450–500 мм. Среднегодовая сумма температур воздуха выше 10 °С составляет 3304 °С. Почвенный покров представлен черноземом обыкновенным карбонатным (предкавказским) на лессовидных суглинках. Агробиохимические показатели пахотного слоя почвы: рН – 7,1; гумус – 3,3%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 22–26, K<sub>2</sub>O – 320–370 мг/кг почвы (Бельтюков и Гриценко, 1993).

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

Агротехника в опыте была общепринятая для южной зоны Ростовской области, кроме изучаемого элемента технологии.

Учёт урожая проводили поделочно методом сплошной уборки на всех вариантах и повторностях с последующим пересчётом на зерно стандартной влажности (14%).

Объектом исследований являлся белозёрный сорт сорго зернового Зерноградское 88. Оригинатор – ФГБНУ «АНЦ «Донской». Сорт раннеспелый (вегетационный период – 90–95 дней), низкорослый (высота растений – 92–94 см). Относится к виду сорго хлебного. Метелка симметричная, длинная (28–29 см), опушенная, прямостоячая, при созревании средней плотности, массой 30–32 г, расстояние от раструба верхнего листа до первой веточки метёлки – 8–10 см. Листья зелёные, ланцетовидные длиной 56–59, шириной 7–8 см. Зерно эллиптической формы, белое, заметно открытое, вымолачивается умеренно. Масса 1000 зерен – 24–26 г. Урожайность зерна – 5,2–5,5 т/га, максимальная – 8,4 т/га. Зерно используется для получения крахмала, спирта и на кормовые цели. Содержание белка в зерне – 12–13, крахмала – 72,0–77,0, жира – 3,5–4,3%, в 100 кг зерна содержится 123–125 кормовых единиц. Сорт устойчив к полеганию, с высоким содержанием протеина, крахмала.

В опыте использовался гербицид Балерина СЭ (410 + 7,4 г/л д.в.) (2,4-Д (2 Этилгексилэтиловый эфир) + флорасулам) – системный гербицид против однолетних двудольных, в том числе устойчивых к 2,4-Д и МЦПА, и некоторых многолетних корнеотпрысковых сорняков в посевах зерновых культур, кукурузы, проса и сорго. Опрыскивание посевов в фазе 3–6 листьев. Рекомендуемый расход гербицида – 0,3–0,5 л/га (расход рабочей жидкости – 200–300 л/га).

Схема опыта:

1. Контроль (без обработки гербицидом);
2. Обработка гербицидом с дозой 0,3 л/га;
3. Обработка гербицидом с дозой 0,4 л/га;
4. Обработка гербицидом с дозой 0,5 л/га.

В контрольном варианте осуществляли междурядную культивацию в фазе 3–6 листьев с помощью пропашного культиватора КРН-5,6.

Эффективность применения различных доз гербицида определяли через 21 день после обработки и в фазу полной спелости. Гидротермический коэффициент в годы проведения исследований находился на уровне 0,32–0,89, что свидетельствует о недостаточной влагообеспеченности вегетационного периода. В годы проведения исследований метеорологические условия значительно различались, что позволило объективно оценить влияние изучаемого элемента технологии возделывания.

**Результаты и их обсуждение.** Учёт видового состава сорняков в посевах сорго зернового выявил преобладание двудольных сорняков над однодольными. Сорный ценоз сорго зернового был представлен 12 видами из 7 семейств (табл. 1). Подавляющее число видов принадлежало к классу двудольных растений. Из класса однодольных на опытных полях отмечалось всего 3 вида сорняков из семейства мятливых, их количество не превышало 5% от всех сорняков в агроценозе.

**1. Видовой состав сорной растительности в посеве сорго зернового (2017-2019 гг.)**  
**1. The varietal composition of weeds in the grain sorghum sowing (2017-2019)**

Семейство	Вид	Биологическая группа
Щирицевые (Amaranthaceae)	Щирица запрокинутая ( <i>Amaranthus retroflexus</i> )	Яровые, однолетние
Маревые (Chenopodiaceae)	Марь белая ( <i>Chenopodium album</i> )	Яровые, однолетние
Молочайные (Euphorbiaceae)	Молочай лозный ( <i>Euphorbia virgata</i> Waldst. et Kit.)	Многолетние корнеотпрысковые
Вьюнковые (Convolvulaceae)	Вьюнок полевой ( <i>Convolvulus arvensis</i> )	Мн. корнеотпр.
Астровые (сложноцветные) (Asteraceae)	Амброзия полынолистная ( <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.)	Яровые, однолетние
	Бодяк полевой ( <i>Cirsium arvense</i> )	Многолетние корнеотпрысковые
	Дурнишник обыкновенный ( <i>Xanthium strumarium</i> L.)	Яровые, однолетние
	Осот полевой ( <i>Sonchus arvensis</i> L.)	Многолетние корнеотпрысковые
Мятликовые (Злаковые) (Poaceae)	Просо куриное ( <i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) Beauv.)	Яровые, однолетние
	Мятлик однолетний ( <i>Poa bulbosa</i> L.)	Озимые, однолетние
	Щетинник сизый ( <i>Setaria glauca</i> (L.) Beauv.)	Яровые, однолетние
Яснотковые (Lamiaceae)	Яснотка стеблеобъемлющая ( <i>Lamium amplexicaule</i> )	Однолетние

Наиболее широко было представлено семейство астровые (сложноцветные). Менее распространены виды семейств яснотковые, щирицевые, маревые, молочайные, вьюнковые.

Яровые сорняки были представлены щирицей запрокинутой, амброзией полынолистной, марью белой, дурнишником обыкновенным, просом куриным, щетинником сизым.

Из многолетних корнеотпрысковых были определены молочай лозный, вьюнок полевой, осот полевой, бодяк полевой.

В среднем за годы исследований количество сорняков находилось в пределах 75 шт./м<sup>2</sup> с сырой массой до 750 г/м<sup>2</sup>, что указывает на сильную засорённость посева.

На фоне применения послевсходового гербицида Балерина определено снижение численности сорняков, которая по различным дозам составила от 78,3 до 94,4% (табл. 2).

В дальнейшем в фазу полной спелости был произведён ещё один контроль численности и массы сорных растений в посеве сорго (табл. 3).

**2. Снижение засорённости посева сорго зернового при применении различных доз гербицида Балерина через 21 день после применения (2017–2019 гг.)**  
**2. Decrease of grain sorghum weediness when using different doses of the herbicide 'Ballerina' 21 days after application (2017–2019)**

Видовой состав сорняков	Снижение численности сорняков, %		
	Доза, л/га		
	0,3	0,4	0,5
Амброзия полынолистная <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	75,0	86,7	100,0
Щирица запрокинутая <i>Amaranthus retroflexus</i>	89,0	100,0	100,0
Яснотка стеблеобъемлющая <i>Lamium amplexicaule</i>	77,8	100,0	100,0
Марь белая <i>Chenopodium album</i>	83,3	85,3	100,0
Осот полевой <i>Sonchus arvensis</i> L.	62,5	100,0	100,0
Бодяк полевой <i>Cirsium arvense</i>	100,0	100,0	100,0
Молочай лозный <i>Euphorbia virgata</i> Waldst. et Kit.	56,5	64,3	70,0
Вьюнок полевой <i>Convolvulus arvensis</i>	75,0	90,7	100,0
Дурнишник обыкновенный	85,3	100,0	100,0
Всего	78,3	91,9	96,7

**3. Влияние гербицида Балерина на число и массу сорных растений в посеве сорго зернового в фазе полной спелости (2017–2019 гг.)**  
**3. The effect of the herbicide 'Ballerina' on the number and weight of weeds in the grain sorghum sowing in the period of full ripeness (2017–2019)**

Сорные растения	Контроль без гербицидов		Доза, л/га					
			0,3		0,4		0,5	
	шт.	г	шт.	г	шт.	г	шт.	г
Молочай лозный <i>Euphorbia virgata</i> Waldst. et Kit.	0	0	0	0	0	0	0	0
Амброзия полынолистная <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	0,7	7,2	0	0	0	0	0	0
Вьюнок полевой <i>Convolvulus arvensis</i>	17,9	232,7	5,5	38,0	4,3	30,6	2,9	18,4
Дурнишник обыкновенный <i>Xanthium strumarium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
Горец вьюнковый <i>Fallopia convolvulus</i>	0,3	8,5	0	0	0	0	0	0
Марь белая <i>Chenopodium album</i>	9,5	154,0	3,3	35,1	2,0	19,6	0	0
Щирица запрокинутая <i>Amaranthus retroflexus</i>	3,1	23,4	0,7	7,1	0,6	5,7	0,2	1,7
Осот полевой <i>Sonchus arvensis</i> L.	0,5	2,8	0	0	0	0	0	0
Яснотка стеблеобъемлющая <i>Lamium amplexicaule</i>	1,4	4,0	0	0	0	0	0	0
Всего	33,4	432,6	9,5	80,2	6,9	55,9	3,1	20,1

Наибольшее количество и масса сорняков отмечались в контрольном варианте. Преобладающими видами являлись вьюнок полевой и марь белая. С увеличением дозы гербицида отмечалось снижение численности, а также массы сорняков. При максимальной дозировке отмечалась наименьшая масса сорняков, которая составляла 23,1 г/м<sup>2</sup> (снижение в 3,8 раза по сравнению с минимальной дозировкой), что свидетельствует о высокой эффективности агрохимиката. Снижение количества сорняков составляло по вариантам опыта от 2,5 до 5,0 раз, а массы сорняков – от 5,0 до 19,0 раз. Снижение массы сорняков

произошло в результате улучшения водного и пищевого режимов сорго зернового, из-за чего сорняки не имели возможности полноценно развиваться.

Таким образом, агрономическая эффективность применяемых гербицидов выражалась в снижении численности сорняков, что способствует улучшению фитосанитарной обстановки агрофитоценоза.

Отсутствие конкуренции со стороны сорняков способствовало повышению урожайности зерна сорго зернового, в результате чего прибавка к контролю находилась на уровне 0,18–0,48 т/га (табл. 4).

#### 4. Экономическая эффективность применения различных доз гербицида Балерина при возделывании сорго зернового (2017–2019 гг.)

#### 4. Economic efficiency of using different doses of the herbicide 'Ballerina' in the grain sorghum cultivation (2017–2019)

Показатель	Контроль	Доза		
		0,3 л/га	0,4 л/га	0,5 л/га
Урожайность, т/га*	3,51	3,69	3,86	3,99
Стоимость полученной продукции, руб/га**	31590	33210	34740	35910
Производственные затраты, руб/га	12154	13092	13406	13680
Условно-чистый доход, руб/га	19436	20118	21334	22230
Себестоимость продукции, руб/т	3463	3548	3473	3429
Рентабельность, %	160	154	159	163
Окупаемость прибавки, руб./руб.	–	2,14	3,49	4,13

\*НСП<sub>05</sub> – 0,15 т/га,

\*\* Цена реализации зерна – 9 руб/кг

Повышение дозы гербицида способствовало повышению урожайности зерна на 5,1–13,7%, в результате чего стоимость продукции возросла на 1620–4320 руб/га. Рост условно-чистого дохода к контрольному варианту находился на уровне 682–2794 руб/га. Себестоимость полученной продукции при применении доз 0,3 и 0,4 л/га была выше контрольного варианта. Максимальная доза гербицида снижала себестоимость продукции в сравнении с контролем на 34 рубля. Также в этом варианте отмечалась более высокая рентабельность в сравнении с контролем (163 против 160% на контроле). При максимальной дозе применяемого гер-

бицида отмечалась наибольшая окупаемость прибавки в опыте – 4,13 руб/руб, против 2,14 и 3,69 руб/руб в дозировках 0,3 и 0,4 л/га соответственно.

**Выводы.** Применяемые дозировки гербицида Балерина показали высокую эффективность в борьбе с сорняками в посевах сорго зернового (снижение численности сорняков – свыше 78,3–96,7% к их количеству до обработки), что положительно отразилось на урожайности культуры (прибавка 0,18–0,48 т/га). Затраты на применение гербицидов окупались полученной продукцией (окупаемость 2,14–4,13 руб).

#### Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Анипенко Л. Н., Гурский Н. Г., Коломиец Н. Я., Мангуш П. А., Алабушева О. И. Сорго (селекция, семеноводство, технология, экономика). Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2003. 368 с.
2. Бельтюков Л. П., Гриценко А. А. Применение удобрений под зерновые культуры на Дону. Волгоград, 1993. 226 с.
3. Голованов П. С. Сорные растения Нижнего Дона: видовой состав, динамика в связи с антропогенной деятельностью. Ростов-на-Дону: ООО «Терра», 2004. 240 с.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. М.: Альянс, 2014. 351 с.
5. Ковтунов В. В. Посевная площадь и урожайность сорго зернового // Зерновое хозяйство России. 2018. № 3(56). С. 47–49. DOI 10.31367/2079-8725-2018-57-3-47-49.
6. Лавренова В. А., Евсеева И. М. Сорная растительность в посевах озимой пшеницы северо-восточной части ЦЧР // Зерновое хозяйство России. 2017. № 4(52). С. 64–69.
7. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1989. 250 с.

### References

1. Alabushev A. V., Anipenko L. N., Gurskij N. G., Kolomiec N. Ya., Mangush P. A., Alabusheva O.I. Sorgho (selekcija, semenovodstvo, tekhnologiya, ekonomika) [Sorghum (breeding, seed production, technology, economics)]. Rostov-na-Donu: ZAO «Kniga», 2003. 368 s.
2. Bel'tyukov L. P., Gricenko A. A. Primenenie udobrenij pod zernovye kul'tury na Donu [Application of fertilizers for grain crops on the Don area]. Zernograd, 1993. 226 s.
3. Golovanyov P. S. Sornye rasteniya Nizhnego Dona: vidovoj sostav, dinamika v svyazi s antropogonnoj deyatel'nost'yu [Weeds of the Nizhny Don: species composition, dynamics in connection with anthropogenic activities]. Rostov-na-Donu: OOO «Terra», 2004. 240 s.
4. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of research results)]: uchebnik dlya vysshih sel'skohozyajstvennyh uchebnyh zavedenij. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
5. Kovtunov V. V. Posevnaya ploshchad' i urozhajnost' sorgo zernovogo [Sown area and grain sorghum productivity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 3(56). S. 47–49. DOI 10.31367/2079-8725-2018-57-3-47-49.
6. Lavrenova V. A., Evseeva I. M. Sornaya rastitel'nost' v posevah ozimoj pshenicy Severo-Vostochnoj chasti CCHR [Weeds in winter wheat of the North-Eastern part of the Central Black Earth Region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 4(52). S. 64–69.
7. Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Methodology of the State Variety Testing of agricultural crops]. M.: Kolos, 1989. 250 s.

Поступила: 8.12.20; принята к публикации: 14.12.20.

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

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

УДК 633.11:631.8

DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-73-77

## ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ВОДОРАСТВОРИМОГО УДОБРЕНИЯ «АКВАРИН 5»

**С. А. Бахвалова**, младший научный сотрудник отдела инновационных разработок в растениеводстве, ORCID ID: 0000-0001-5559-3817;

**Х. А. Пискунова**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела инновационных разработок в растениеводстве;

**А. В. Федорова**, старший научный сотрудник отдела инновационных разработок в растениеводстве, ORCID ID: 0000-0002-9201-552X

*Костромской НИИСХ – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха»,*

*156543, г. Кострома, с. Минское, ул. Куколевского, 18; e-mail: kniish.dir@mail.ru*

Исследования по изучению влияния хелатного комплекса «Акварин 5» на урожайность и качество зерна проводили в 2017–2019 гг. на дерново-подзолистой почве на яровой пшенице сортов Дарья (стандарт), Сударыня, Ладья, Каменка. Целью исследований являлось определение эффективности выпускаемого местной промышленностью области водорастворимого минерального удобрения с комплексом микроэлементов «Акварин 5» на урожайность и качество зерна различных сортов яровой пшеницы. Наиболее высокая урожайность зерна получена при внесении минеральных удобрений в сочетании с подкормкой растений «Акварин 5» в дозе 3 кг/га. Увеличение урожайности в сравнении с контролем составило 0,53–0,64 т/га при НСР<sub>0,5</sub> 0,19–0,24 т/га. Подкормка яровой пшеницы водорастворимым удобрением в чистом виде повышала содержание белка в зерне в сравнении с контрольным вариантом на 0,27–0,94%, а при внесении «Акварин 5» по N<sub>26</sub>P<sub>38</sub>K<sub>38</sub> фону этот показатель возрос до 9,69–11,09%. При обработке посевов «Акварин 5» в чистом виде в дозе 1,5 и 3,0 кг/га содержание клейковины в зерне на всех сортах увеличилось до 18,71–20,30% (на контроле – 17,71–18,91%). Обработка вегетирующих растений препаратом «Акварин 5» по фону минеральных удобрений обеспечила получение зерна пшеницы с клейковиной 19,89–21,26%. При обработке посевов яровой пшеницы водорастворимым комплексом «Акварин 5» снижается себестоимость зерна на 14,4–17,5%, увеличивается рентабельность на 17,7–22,6 п.п., чем в контроле.

**Ключевые слова:** яровая пшеница, водорастворимые удобрения, урожайность, качество зерна.

**Для цитирования:** Бахвалова С. А., Пискунова Х. А., Федорова А. В. Повышение качества зерна яровой пшеницы при применении водорастворимого удобрения «Акварин 5» // Зерновое хозяйство России. 2021. № 1(73). С. 73–77. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-73-77.



## IMPROVING OF SPRING WHEAT GRAIN QUALITY WHEN USING THE WATER-SOLUBLE FERTILIZER “AKVARIN 5”

**S. A. Bakhvalova**, junior researcher of the department of innovative technologies in plant-breeding, ORCID ID: 0000-0001-5559-3817;

**Kh. A. Piskunova**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the department of innovative technologies in plant-breeding;

**A. V. Fedorova**, senior researcher of the department of innovative technologies in plant-breeding, ORCID ID: 0000-0002-9201-552X

*Kostroma RIA, a branch of the Federal Research Center of Potato named after A.G. Lorkh, 156543, Kostroma, v. of Minskoe, Kukolevsky Str., 18; e-mail: kniish.dir@mail.ru*

The study of the effect of the chelate complex “Akvarin 5” on grain productivity and quality was conducted on sod-podzolic soil in 2017-2019. The objects of the study were the spring wheat varieties ‘Daria’ (a standard), ‘Sudarynya’, ‘Ladya’, ‘Kamenka’. The purpose of the study was to determine the efficiency of the water-soluble mineral fertilizer with a complex of microelements “Akvarin 5”, produced by the local industry, on grain productivity and quality of various spring wheat varieties. The highest grain productivity was obtained with the use of mineral fertilizers in combination with additional fertilizing of 3 kg/ha of “Akvarin 5”. The productivity increase was 0.53–0.64 t/ha with 0.19–0.24 t/ha of HCP<sub>0.5</sub> in comparison with the control. Spring wheat additional fertilizing with water-soluble fertilizer in its pure form increased protein in grain on 0.27–0.94% in comparison with the control, and when fertilizing “Akvarin 5” according to the N<sub>26</sub>P<sub>38</sub>K<sub>38</sub> background, this indicator increased to 9.69–11.09%. When treating sowings with 1.5 and 3.0 kg/ha of “Akvarin 5” in its pure form, gluten content in grain increased to 18.71–20.30% in all varieties (in the control it was 17.71–18.91%). Treating of growing plants with “Akvarin 5” against the background of mineral fertilizers promoted the varieties to form grain with 19.89–21.26% of gluten. When treating spring wheat sowings with the water-soluble complex “Akvarin 5”, the cost of grain reduced by 14.4–17.5%, profitability raised on 17.7–22.6 in comparison with the control.

**Keywords:** spring wheat, water-soluble fertilizers, productivity, grain quality.

**Введение.** Яровая пшеница является ценнейшей зерновой культурой как в России, так и за рубежом. Зерно этой культуры используется для различных целей в пищевой про-

мышленности, а также в животноводческой отрасли в качестве высококонцентрированного корма. Из некачественного зерна невозможно вырабатывать хорошие хлебные из-

деля, макароны и крупы (Ненайденко, 2018). Сбалансированное питание растений макро- и микроэлементами играет важную роль в формировании урожая, т.к. дефицит элементов питания отражается на урожайности и качестве зерна. Оптимизация питания растений помогает раскрыть потенциал сорта, особенно в стрессовых ситуациях (Глуховцев и Санина, 2015). Возделывание в Нечерноземной зоне сортов яровой пшеницы немчиновской селекции, устойчивых к неблагоприятным факторам среды, позволяет получать высокие урожаи качественного зерна (Лобода и Давыдова, 2015). Изучение элементов технологии возделывания яровой пшеницы, направленных на повышение урожайности и качества зерна, является одной из главных задач для сельскохозяйственного производства. К одному из таких приемов относится подбор и внедрение в производство новых сортов яровой пшеницы, а также оптимальное внесение микро- и макроэлементов (Кондратенко и др., 2016).

Цель исследований – определить эффективность выпускаемого местной промышленностью области водорастворимого минерального удобрения с комплексом микроэлементов «Акварин 5» на урожайность и качество зерна различных сортов яровой пшеницы.

**Материалы и методы исследований.** В 2017–2019 гг. на опытном поле ФГБНУ ВНИИКХ им. А. Г. Лорха проводили исследования по влиянию на урожайность хелатного комплекса «Акварин 5», применяемого в качестве внекорневой подкормки на посевах яровой пшеницы. Эффективность использования комплексного полностью растворимого минерального удобрения «Акварин 5» (Буйский химический завод) наиболее явно проявляется в качестве некорневых подкормок для зерновых культур. Результаты исследований показали, что «Акварин 5» оказывает положительное действие на урожайность зерновых культур. В хелатной форме «Акварин 5» содержится

полный набор микроэлементов, а содержание хлора и его соединений, которые неблагоприятно влияют на рост и развитие растений, отсутствуют (Пискунова и Федорова, 2018, 2019). Минеральное удобрение «Акварин 5» могут вносить баковыми смесями с азотными подкормками, обработкой гербицидами, фунгицидами и инсектицидами. Они не вступают в реакцию с вышеуказанными препаратами и, как следствие, не образуют осадка (Пособие для агрономов, 2006).

Для проведения исследований влияния на урожайность и качество зерна были выбраны сорта яровой мягкой пшеницы Дарья, Сударыня, Ладыя, Каменка. Норма высева – 5,0 млн всхожих зерен на гектар. Почва опытного участка – дерново-подзолистая легкосуглинистая, на покровном суглинке. Пахотный слой характеризуется следующими показателями: содержание гумуса – 1,70–1,92 (по Тюрину), рН солевой вытяжки – 5,58 (потенциометрически), подвижные формы (в вытяжке Кирсанова):  $P_2O_5$  – 304,0 мг/кг и  $K_2O$  – 147 мг/кг почвы, гидролитическая кислотность – 2,74 мг-экв/100 г почвы, сумма поглощенных оснований – 12,62 мг-экв/100 г почвы (по Каппену-Гильковицу).

В почву под культивацию вносили минеральные удобрения (азофоску). От сорняков посевы обрабатывали гербицидом Агритокс (1 л/га). Агротехника возделывания яровой пшеницы общепринятая для области.

Оценку качества зерна яровой пшеницы проводили согласно стандартам: содержание белка (%) – ГОСТ 10846-91; клейковины (%) – ГОСТ 27839-88; качество клейковины определяли на приборе ИДК. Общую стекловидность зерна определяли по результатам среза зерна.

В опыте по каждому сорту пшеницы изучали действие внекорневой подкормки «Акварин 5» в разных дозах в чистом виде и по фону минеральных удобрений (табл. 1).

### 1. Схема опыта 1. Scheme of the trial

Номер варианта	Варианты опыта
1	Контроль (без удобрений)
2	«Акварин 5» в дозе 1,5 кг/га в фазу выхода в трубку
3	«Акварин 5» в дозе 3,0 кг/га в фазу выхода в трубку
4	$N_{26}P_{38}K_{38}$ под культивацию и «Акварин 5» в дозе 1,5 кг/га в фазу выхода в трубку
5	$N_{26}P_{38}K_{38}$ под культивацию и «Акварин 5» в дозе 3,0 кг/га в фазу выхода в трубку
6	$N_{26}P_{38}K_{38}$ – в чистом виде под культивацию

Для более точной оценки влияния минеральных удобрений и подкормок хелатным комплексом на урожайность и качество зерна яровой пшеницы проводили сравнение с контрольным участком, где минеральные удобрения не вносили и не использовали «Акварин 5».

**Результаты и их обсуждение.** Трехлетние исследования с «Акварин 5» на яровой пшенице показали, что от его действия повышается урожайность зерна (табл. 2).

За годы исследований урожайность у всех сортов по вариантам опыта была примерно на одном уровне. Применение «Акварин 5» в дозе 1,5 кг/га не дало ожидаемого эффекта, увеличение урожайности зерна в этом варианте недостоверно.

Подкормка водорастворимым удобрением с набором микроэлементов в дозе 3,0 кг/га дала прибавку в урожайности зерна 0,25–0,31 т/га на всех исследуемых сортах яро-

вой пшеницы, а при внесении минеральных удобрений повышение урожайности зерна составило 0,44–0,51 т/га (вариант 6). Наиболее высокая урожайность зерна получена при со-

вместном применении минеральных удобрений и «Акварин 5». Достоверная прибавка зерна составила 0,53–0,64 т/га.

## 2. Урожайность зерна яровой пшеницы, т/га (2017–2019 гг.) 2. Spring wheat grain productivity, t/ha (2017–2019)

Номер варианта	Сорта яровой пшеницы							
	Дарья (стандарт)		Сударыня		Ладья		Каменка	
	урожайность	+/-	урожайность	+/-	урожайность	+/-	урожайность	+/-
1	1,22	–	1,25	–	1,26	–	1,30	–
2	1,36	+0,14	1,40	+0,15	1,44	+0,18	1,45	+0,15
3	1,47	+0,25	1,53	+0,28	1,57	+0,31	1,57	+0,27
4	1,59	+0,37	1,68	+0,43	1,68	+0,42	1,72	+0,42
5	1,75	+0,53	1,83	+0,58	1,90	+0,64	1,90	+0,60
6	1,66	+0,44	1,76	+0,51	1,75	+0,49	1,79	+0,49
НСР <sub>0,5</sub> , т/га	0,23		0,19		0,19		0,24	

Исследования показали, что при опрыскивании яровой пшеницы «Акварин 5» в чистом виде формируется зерно с массой 1000 зерен 31,7–34,4 г, а на контроле – 28,3–29,4 г. Еще более увеличивается масса 1000 зерен при подкормке «Акварин 5» по фону минеральных удобрений (32,6–34,8 г).

При оценке качества зерна особое внимание обращают на стекловидность, количество

и качество белка и клейковины. Чем выше стекловидность зерна, тем больше выход муки лучшего качества. Белок характеризует пищевую ценность зерна, а качество клейковины является основным показателем в определении хлебопекарных свойств муки.

Были проведены исследования по определению стекловидности зерна, результаты которых представлены в таблице 3.

## 3. Стекловидность зерна яровой пшеницы, % (2017–2019 гг.) 3. Hardness of spring wheat grain, % (2017–2019)

Сорт	Варианты опыта						НСР <sub>0,5</sub>
	1	2	3	4	5	6	
Дарья	30,2	36,5	41,0	42,0	44,3	42,7	2,9
Сударыня	32,8	39,0	42,0	43,5	46,0	44,3	2,5
Ладья	38,7	47,0	52,7	51,8	56,3	54,8	3,4
Каменка	35,0	41,8	45,5	46,7	49,5	46,8	3,7

Стекловидность зерна повышается на 6,2–14,0% при обработке посевов яровой пшеницы хелатным комплексом в чистом виде в дозе 1,5 и 3,0 кг/га. Более стекловидное зерно получено в варианте с «Акварин 5» в дозе 3 кг/га по фону  $N_{26}P_{38}K_{38}$  – 44,3–56,3%, что на 13,2–17,6% выше, чем в контрольном ва-

рианте. У сорта Ладья выявлен наиболее высокий процент стекловидности зерна.

На фоне минерального питания в среднем за годы исследований содержание сырого белка колебалось от 9,63 до 10,27%, а при совместном применении с «Акварин 5» оно повышалось с 9,69 до 11,09% (табл. 4).

## 4. Качественные показатели зерна яровой пшеницы (2017–2019 гг.) 4. Quality indicators of spring wheat grain (2017–2019)

Номер варианта	Сорта яровой пшеницы											
	Дарья (стандарт)			Сударыня			Ладья			Каменка		
	содержание, %		ИДК ед. измерения	содержание, %		ИДК ед. измерения	содержание, %		ИДК ед. измерения	содержание, %		ИДК ед. измерения
	белок	сырая клейковина		белок	сырая клейковина		белок	сырая клейковина		белок	сырая клейковина	
1	8,97	17,71	86	9,12	17,96	84	9,33	18,91	79	8,97	17,90	81
2	9,29	18,71	83	9,39	18,94	82	9,74	19,30	76	9,44	19,11	79
3	9,58	19,21	79	9,82	19,56	81	10,23	20,30	70	9,91	19,81	76
4	9,69	19,61	77	10,17	20,51	76	10,89	20,79	72	10,32	20,35	71
5	9,81	19,89	75	10,23	20,69	73	11,09	21,26	64	10,49	20,75	67
6	9,63	19,68	78	9,83	20,44	76	10,27	20,82	67	9,79	20,06	73
НСР <sub>0,5</sub>	0,37	1,31	5,3	0,31	1,09	3,4	0,51	1,13	4,5	0,45	1,18	4,3

При обработке посевов хелатным комплексом «Акварин 5» в чистом виде содержание клейковины повысилось до 18,71–20,30% на всех сортах яровой пшеницы, а на контрольном варианте оно было 17,71–18,91%. Подкормка яровой пшеницы препаратом «Акварин 5» по фону минеральных удобрений способствовала получению зерна пшеницы с клейковиной 19,61–21,26%. Содержание клейковины в зерне сортов Сударыня, Ладья и Каменка превысило сорт Дарья, взятый за стандарт, на 0,19–1,37%. По классификационным нормам пшеницы всех сортов относятся к пшеницам-филлерам, по ка-

честву клейковины ко II группе – удовлетворительная слабая, кроме вариантов с совместным применением минеральных удобрений и «Акварин 5». У сортов Ладья и Каменка зерно относится к I группе качества при опрыскивании хелатным комплексом в чистом виде в дозе 3 кг/га и по фону NPK.

Экономическая оценка применения водорастворимого удобрения «Акварин 5» на посевах яровой пшеницы показала, что данный прием приводит к снижению себестоимости зерна и увеличению рентабельности (табл. 5).

### 5. Эффективность выращивания яровой пшеницы 5. Efficiency of spring wheat cultivation

Показатель	Варианты опыта					
	1	2	3	4	5	6
Сорт Дарья						
Затраты на выращивание всего, тыс. руб./га	14,2	14,4	14,6	19,3	19,5	19,1
Себестоимость, руб./ц	1163,9	1058,8	993,2	1213,8	1114,3	1150,6
Рентабельность, %	3,1	13,3	20,8	-1,1	7,7	4,3
Сорт Сударыня						
Затраты на выращивание всего, тыс. руб./га	14,2	14,4	14,6	19,3	19,5	19,1
Себестоимость, тыс. руб./ц	1136,0	1028,6	954,2	1148,8	1065,5	1085,2
Рентабельность, %	5,6	16,7	25,8	4,5	12,6	10,6
Сорт Ладья						
Затраты на выращивание всего, тыс. руб./га	14,2	14,4	14,6	19,3	19,5	19,1
Себестоимость, тыс. руб./ц	1127,0	1000,0	929,9	1148,8	1026,3	1091,4
Рентабельность, %	6,5	20,0	29,1	4,5	16,9	10,0
Сорт Каменка						
Затраты на выращивание всего, тыс. руб./га	14,2	14,4	14,6	19,3	19,5	19,1
Себестоимость, тыс. руб./ц	1092,3	993,1	929,1	1122,1	1026,3	1067,0
Рентабельность, %	9,9	20,8	29,1	6,9	16,9	12,5

Анализ экономических данных показал, что применение «Акварин 5» на посевах яровой пшеницы приводит к снижению себестоимости зерна на 14,7–17,5%, увеличению рентабельности на 17,7–22,6 п.п., чем в контроле.

**Выводы.** Трехлетние исследования показали, что урожайность зерна повысилась на 0,53–0,64 т/га при подкормке вегетирующих растений яровой пшеницы водорастворимым удобрением «Акварин 5» в дозе 3 кг/га

по минеральному фону. Стекловидность зерна составила 44,3–56,3%, а содержание белка и клейковины возросло на 0,84–1,76% и 2,18–2,85% соответственно. Из возделываемых сортов яровой пшеницы повышенным качеством зерна выделяется сорт Ладья. Таким образом, для повышения урожайности и качества зерна яровой пшеницы следует проводить ее подкормку в фазу трубкования «Акварин 5» в дозе 3 кг/га по фону минеральных удобрений.

#### Библиографические ссылки

1. Глуховцев В. В., Санина Н. В. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы // Успехи современной науки и образования. 2015. № 4. С. 13–15.
2. Кондратенко Е. П., Егушова Е. А., Косолапова А. А., Сергеева И. А. Накопление белка и клейковины в зерне раннеспелых и среднеспелых сортов яровой пшеницы на серых лесных почвах // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 3(137). С. 17–22.
3. Лобода Б. П., Давыдова Н. В. Продуктивность и качество зерна новых сортов яровой пшеницы немчиновской селекции // Зерновое хозяйство России. 2015. № 2(38). С. 15–22.
4. Ненайденко Г. Н. Удобрение и повышение качества зерна пшеницы в Верхневолжье // Владимирский земледелец. 2018. № 2(84). С. 20–27.
5. Пискунова Х. А., Федорова А. В. Применение «Акварин 5» на посевах яровой пшеницы // Владимирский земледелец. 2018. № 3(85). С. 19–23.
6. Пискунова Х. А., Федорова А. В. Эффективность влияния подкормки «Акварин 5» на урожайность зерна яровой пшеницы и его качество // Вестник АПК Верхневолжья. 2019. № 2(46). С. 3–6.

#### References

1. Gluhovtsev V. V., Sanina N. V. Vliyaniye mineral'nykh udobreniy na urozhajnost' i kachestvo zerna yarovoj pshenicy [The effect of mineral fertilizers on productivity and grain quality of spring wheat] // Uspekh'i sovremennoj nauki i obrazovaniya. 2015. № 4. S. 13–15.

2. Kondratenko E. P., Egushova E. A., Kosolapova A. A., Sergeeva I. A. Nakoplenie belka i klejkoviny v zerne rannespelyh i srednespelyh sortov yarovoj pshenicy na seryh lesnyh pochvah [Accumulation of protein and gluten in grain of the early-ripening spring wheat varieties grown in the grey forestry soil] // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 3(137). S. 17–22.
3. Loboda B. P., Davydova N. V. Produktivnost' i kachestvo zerna novyh sortov yarovoj pshenicy nemchinovskoj selekcii [Productivity and grain quality of the new spring wheat varieties developed in the Nemchinovka] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2015. № 2(38). S. 15–22.
4. Nenajdenko G. N. Udobrenie i povyshenie kachestva zerna pshenicy v Verkhnevolzh'e [Fertilizing and improving quality of wheat grain in the VerkhneVolzhie] // Vladimirskij zemledec. 2018. № 2(84). S. 20–27.
5. Piskunova H. A., Fedorova A. V. Primenenie «Akvarin 5» na posevah yarovoj pshenicy [Application of «Akvarin 5» in spring wheat] // Vladimirskij zemledec. 2018. № 3(85). S. 19–23.
6. Piskunova H. A., Fedorova A. V. Effektivnost' vliyaniya podkormki «Akvarin 5» na urozhajnost' zerna yarovoj pshenicy i ego kachestvo [The efficiency of the effect of «Akvarin 5» on spring wheat grain productivity and quality] // Vestnik APK Verkhnevolzh'ya. 2019. № 2(46). S. 3–6.

Поступила: 7.07.20; принята к публикации: 9.09.20.

**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.** Пискунова Х. А. – концептуализация исследования; Бахвалова С. А. – выполнение полевых/лабораторных опытов и сбор данных; Федорова А. В. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

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

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИНСЕКТОФУНГИЦИДНОГО ПРОТРАВИТЕЛЯ СЕЛЕСТ ТОП НА РАСТЕНИЯ РИСА

**Т. А. Черепанова**, младший научный сотрудник лаборатории фитопатологии, ORCID ID: 0000-0002-3420-9844;

**С. В. Безмутко**, научный сотрудник лаборатории фитопатологии, ORCID ID: 0000-0003-4168-3779;

**В. Н. Лелявская**, младший научный сотрудник лаборатории фитопатологии, ORCID ID: 0000-0002-3455-5536

*ФГБНУ Дальневосточный НИИ защиты растений, 692684, Приморский край, с. Камень-Рыболов, ул. Мира, 42а, e-mail: dalniizr@mail.ru*

Представлены результаты исследований (2016–2017 гг.) препарата Селест Топ, КС (действующие вещества тиометоксам, 262,5 г/л; дифеноконазол, 25 г/л; флудиоксонил, 25 г/л) для предпосевной обработки семян риса. Цель работы – оценить влияние протравителя Селест Топ на энергию прорастания, всхожесть, процессы начального роста и развития растений риса, выяснить биологическую эффективность препарата против корневых гнилей. Проведён ряд лабораторных экспериментов для изучения влияния препарата на всхожесть, энергию прорастания семян. В условиях вегетационного опыта проведена оценка эффективности протравителя против корневых гнилей. Результаты испытаний сравнивали с действием препарата Винцит (д.в. тиабендазол, 25г/л и флутриафол, 25 г/л). Протравитель Селест Топ применяли в норме расхода 1,0; 1,5 и 2,0 л/т. Установлено, что испытуемый препарат не оказывает отрицательного действия на энергию прорастания и всхожесть семян риса. Протравитель положительно влияет на длину ростков риса, а также проявляет стимулирующее действие на корневую систему растения. Отмечено, что длина корней существенно увеличилась – на 2,2–3,0 см (7 сутки) и 1,0–3,8 см (14 сутки). Выявлено, что препарат проявляет высокую биологическую эффективность против корневых гнилей во все фазы развития. Максимальные показатели получены при норме расхода 1,5 л/т – 57,3% (полных всходов), 57,2% (вымётывания метёлки) и 37,2% (молочно-восковой спелости). В агроклиматических условиях Приморского края предпосевная обработка семян препаратом Селест Топ оправдана в связи с высокой биологической эффективностью и усилением устойчивости растений к возбудителям корневых гнилей.

**Ключевые слова:** рис, всхожесть, энергия, корневые гнили, эффективность.

**Для цитирования:** Черепанова Т. А., Безмутко С. В., Лелявская В. Н. Оценка влияния инсектофунгицидного протравителя Селест Топ на растения риса // Зерновое хозяйство России. 2021. № 1(73). С. 78–81. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-78-81.



## THE ESTIMATION OF THE INSECT FUNGICIDAL DISINFECTANT 'SELEST TOP' EFFECT ON RICE PLANTS

**T. A. Cherepanova**, junior researcher of the laboratory for phytopathology, ORCID ID: 0000-0002-3420-9844;

**S. V. Bezmutko**, researcher of the laboratory for phytopathology, ORCID ID: 0000-0003-4168-3779;

**V. N. Lelyavskaya**, junior researcher of the laboratory for phytopathology, ORCID ID: 0000-0002-3455-5536

*FSBSI Far-East Research Institute of plant protection, 692684, Primorsky Krai, v. of Kamen-Rybolov, Mir Str., 42a; e-mail: dalniizr@mail.ru*

The current paper has presented the study results (2016–2017) of the products 'Selest Top', 'KS' (the active ingredients are thiomethoxam (262.5 g/l), difenoconazole (25 g/l) and fludioxonil (25 g/l)) for pre-sowing treatment of rice seeds. The purpose of the work was to estimate the effect of the disinfectant 'Selest Top' on the sprouting energy, germination, the processes of initial growth and development of rice plants, to find out the biological efficiency of the product against root rot. There has been carried out a number of laboratory trials to study the effect of the product on sprouting, germination energy of seeds. When conducting a vegetation trial, there was estimated efficiency of the disinfectant against root rot. The test results were compared with the effect of the product 'Vintsit' (25 g/l of thiabendazole and 25 g/l of flutriafol). The disinfectant 'Selest Top' was used at a rate of 1.0 l/t, 1.5 l/t and 2.0 l/t. It was established that the studied products had no negative effect on sprouting energy and germination of rice seeds. The disinfectant had a positive effect on the length of the rice sprouts and also has a stimulating effect on the plant root system. It was identified that the length of roots increased on 2.2–3.0 cm (7 days) and 1.0–3.8 cm (14 days). There was established that the product had a high biological efficiency against root rot at all stages of rice development. The maximum indicators were obtained at a rate of 1.5 l/t with 57.3% (complete sprouts), 57.2% (panicle formation) and 37.2% (milky-wax ripeness). Under the agroclimatic conditions of Primorsky Krai, the pre-sowing seed treatment with the product 'Selest Top' is justified due to the high biological efficiency and increased plant resistance to root rot pathogens.

**Keywords:** rice, germination, energy, root rot, efficiency.

**Введение.** В условиях Приморского края рис является одной из основных сельскохозяйственных культур (Безмутко и др., 2017). Получение высокого и экономически оправданного урожая хорошего качества является основной целью рисоводческих предприятий (Шиловский и др., 2016). Период от прорастания семян до формирования полных всходов

является критическим в жизненном цикле зерновых культур. Многочисленные стресс-факторы осложняют прохождение этого периода у зерновых культур. Первыми начинают свою вредоносную деятельность возбудители болезней, которые передаются через семена, отравляя их и проростки токсинами, вызывают снижение полевой всхожести и ухудшают физиологическое состояние проростков и всходов (Торопова и др., 2020).

Для контроля развития корневых гнилей в настоящее время применяется достаточно широкий спектр химических препаратов – протравителей семян (Чекмарев и др., 2017).

Протравливание имеет ряд преимуществ перед другими способами применения фунгицидов. В отличие от опрыскивания, при обработке семенного материала носителем химического вещества становится само семя. Это обеспечивает целевую и интенсивную защиту от болезней на ранних стадиях развития растений. Риск потери урожая или не всхожести семян значительно сокращается, повышаются посевные качества. В итоге окупаются экономические затраты и увеличивается прибыль от приобретения фунгицидов (Кекало и др., 2019). В настоящее время сельхозтоваропроизводителем доступен широкий выбор препаратов разного механизма и спектра действия для протравливания семян. Поэтому необходим подбор современных препаратов, эффективных против вредных организмов и не обладающих отрицательным действием на рост и развитие растений риса.

Цель работы – оценить влияние протравителя Селест Топ на энергию прорастания, всхожесть, процессы начального роста и развития растений риса, выяснить биологическую эффективность препарата против корневых гнилей.

#### Материалы и методы исследований.

В 2016–2017 гг. в Дальневосточном НИИ защиты растений в условиях лабораторного и вегетационного опытов проведена оценка влияния протравителя Селест Топ, КС на начальные стадии развития риса и его биологическую эффективность против корневых гнилей. В состав препарата входят три действующих вещества (д.в.): тиометоксам (262,5 г/л), дифеноконазол (25 г/л), флудиоксонил (25 г/л). Препарат применяли в нормах расхода 1,0; 1,5 и 2,0 л/га. В качестве стандарта использовали Винцит, КС

(д.в. тиабендазол, 25г/л и флутриафол, 25 г/л) в норме 2,0 л/т. Повторность опытов четырёхкратная. Расход рабочей жидкости 10 л/т.

Для проведения лабораторных опытов по определению всхожести, энергии прорастания, роста и развития ростков и зародышевых корешков семена риса (сорт Дальневосточный) проращивали в рулонах фильтровальной бумаги. Для этого нарезали полосы фильтровальной бумаги шириной 30–40 см и длиной 35–40 см. Полосы бумаги складывали по ширине вдвое, затем разворачивали, смачивали дистиллированной водой, и на половине раскладывали семена одной повторности. Семена покрывали второй частью полосы, бумагу сворачивали в рулоны, которые ставили вертикально, не плотно друг к другу, в стеклянные сосуды по несколько штук. Помещали в термостат. Учёт энергии прорастания проводили на четвёртые сутки, всхожести – на десятые (ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести). Замеры длин ростков и корешков проводили на 7 и 14 сутки.

Для определения биологической эффективности препарата против корневых гнилей посев риса проводили проросшими семенами в миничеки, наполненные смесью почвы с компостом (2:1). С целью создания типичной микрофлоры использовали почву с чеков на задействованной рисовой системе. Размер миничеков – длина 200 см, ширина 110 см, площадь под посадку 2,2 м<sup>2</sup>. В фазу флаг-листа проводили подкормку NPK (16:16:16). Учёты корневых гнилей проводили в фазы полных всходов, выметывания метёлки и молочно-восковой спелости. При этом в каждом миничеке отбирали по 10 растений и оценивали степень их поражённости по четырёхбалльной шкале (Чумаков, 1974).

Статистическую обработку результатов проводили методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (1985).

**Результаты и их обсуждение.** Проведённые двухлетние испытания показали, что Селест Топ не оказывает отрицательного действия на всхожесть и энергию прорастания семян риса. Существенной разницы между опытными вариантами и контролем не наблюдалось. Энергия прорастания варьировала от 93 до 96% (НСР<sub>05</sub> = 3,4%), а всхожесть – от 96 до 98% (НСР<sub>05</sub> = 3,7%) (рис. 1).

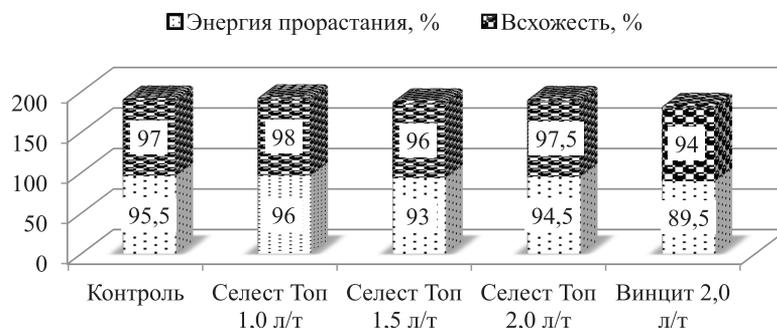
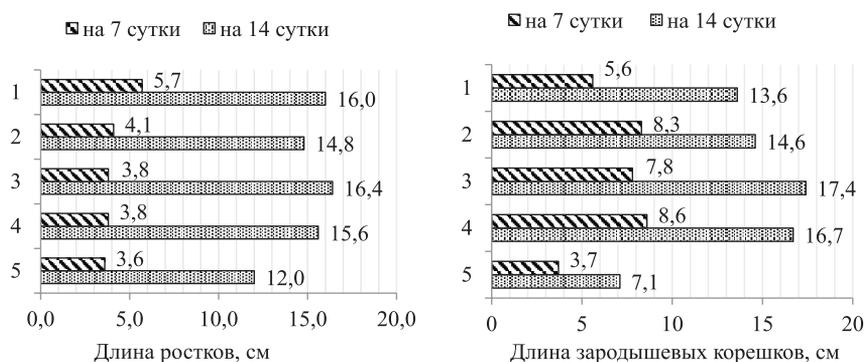


Рис. 1. Влияние протравителей на энергию прорастания и всхожесть семян риса (среднее за 2016–2017 гг.)  
Fig. 1. The effect of disinfectants on sprouting energy and germination of rice seeds (on average in 2016–2017)

Отмечено, что при применении испытуемого препарата наблюдается положительное влияние на длину ростка риса на 14 сутки ( $HCP_{05} = 1,7$  см), но увеличение оказалось несущественным (рис. 2). Наряду с этим отмечено стимулирующее действие Селест Топ на корневую систему риса. Длина корешков в вариантах с применением опытного препарата была

больше, чем в контроле в первый и во второй учёты. На 7 сутки наилучший результат показал препарат в норме 2,0 л/т, длина корешка превышала контроль на 3 см ( $HCP_{05} = 1,9$  см). К моменту второго учёта (14 сутки) наибольшая разница была установлена между контрольным и опытным вариантом (1,5 л/т) – 3,8 см ( $HCP_{05} = 2,4$  см) (рис. 2).



1 – Контроль; 2 – Селест Топ 1,0 л/т; 3 – Селест Топ 1,5 л/т; 4 – Селест Топ 2,0 л/т; 5 – Винцит (стандарт) 2,0 л/т;

**Рис. 2.** Динамика длины ростков и зародышевых корешков риса (среднее за 2016-2017 гг.)  
**Fig. 2.** Dynamics of the length of sprouts and embryonic rice roots (on average in 2016-2017)

В условиях вегетационного опыта препарат продемонстрировал высокую биологическую эффективность против корневых гнилей. Под воздействием препарата интенсивность развития болезни в фазу полных всходов су-

щественно, относительно контроля, снижалась на 6,6% (1,0 л/т); 9% (1,5 л/т) и 8,7% (2,0 л/т). В стандартном варианте (Винцит 2,0 л/т) снижение развития заболевания составило 8% (см. таблицу).

**Биологическая эффективность препаратов Селест Топ и Винцит против корневых гнилей риса (среднее за 2016–2017 гг.)**  
**Biological efficiency of the products 'Selest Top' and 'Vintsit' against rice root rot (on average in 2016–2017)**

Вариант опыта	Интенсивность развития болезни, %			Биологическая эффективность, %		
	фаза					
	полные всходы	вымётывание метёлки	молочно-восковая спелость	полные всходы	вымётывание метёлки	молочно-восковая спелость
Контроль	15,7	41,1	46,5	–	–	–
Селест Топ 1,0 л/т	9,1	19,7	34,3	42,0	52,1	26,2
Селест Топ 1,5 л/т	6,7	17,6	29,2	57,3	57,2	37,2
Селест Топ 2,0 л/т	7,3	17,1	30,1	53,5	58,4	35,3
Винцит (стандарт) 2,0 л/т	7,7	16,0	28,0	51,0	61,1	39,8
$HCP_{05}$	1,3	3,3	6,3	7,5	6,8	16,5

Селест Топ сдерживал развитие болезни и в фазу вымётывания метёлки. Интенсивность заболевания была значительно ниже, чем в контроле на 21,4% (1,0 л/т); 23,5% (1,5 л/т) и 24% (2,0 л/т). В стандартном варианте развитие корневых гнилей снизилось на 25,1%. В этот период была зарегистрирована максимальная биологическая эффективность Селест Топ во всех нормах расхода (табл. 1). Такая же тенденция прослеживалась и в более позднюю фазу (молочно-восковую) развития риса (табл. 1).

**Выводы.** В агроклиматических условиях Приморского края предпосевная обработка семян инсектофунгицидным протравителем

Селест Топ, КС не оказывает отрицательного действия на энергию прорастания и всхожесть семян, положительно влияет на длину ростков риса, а также проявляет стимулирующее действие на корневую систему растения. Установлено, что испытуемый препарат высокорезультативен в отношении корневых гнилей. При этом опытный протравитель не уступал в эффективности Винциту, КС, взятому в качестве стандарта. По результатам двухлетних исследований наилучший результат получен в варианте с применением Селест Топ, КС в норме расхода 1,5 л/т.

**Библиографические ссылки**

1. Безмутко С. В., Санкин А. Ю., Лелявская В. Н., И Таль Сун. Эффективность фунгицида Аканто Плюс при обработке вегетирующих растений риса // Дальневосточный аграрный вестник. 2017. № 2(42). С. 7–10.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
3. Кекало А. Ю., Заргарян Н. Ю., Филиппов А. С., Немченко В. В. Эффективность применения фунгицидов для защиты яровой пшеницы от корневых гнилей // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. №3. Т. 49. С. 24–30. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-3-3.
4. Торопова Е. Ю., Захаров А. Ф., Стецов Г. Я., Санаров А. Г. Протравливание семян зерновых культур // Защита и карантин растений. 2020. № 1. С. 70.
5. Чекмарев В. В., Дубровская Н. Н., Корабельская О. И., Бучнева Г. Н. Биологическая оценка фунгицидов in vitro // Зерновое хозяйство России. 2017. № 5(53). С. 65–68.
6. Чумаков А. Е. Основные методы фитопатологических исследований. Л.: Колос, 1974. 191 с.
7. Шиловский В. Н., Супрун И. И., Оглы А. М. Этапы создания сорта риса Партнёр с геномом устойчивости к пирикулярриозу Pi-B // Зерновое хозяйство России. 2016. № 5(47). С. 28–31.

**References**

1. Bezmutko S. V., Sankin A. Yu., Lelyavskaya V. N., I Tal' Sun. Effektivnost' fungitsida Akanto Plyus pri obrabotke vegetiruyushchikh rastenii risa [The efficiency of the fungicide 'Akanto Plus' in the treatment of vegetative rice] // Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik. 2017. № 2(42). S. 7–10.
2. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of research results)]. 5-e izd., dop. i pererab. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
3. Kekalo A. Yu., Zargaryan N. Yu., Filippov A. S., Nemchenko V. V. Effektivnost' primeneniya fungitsidov dlya zashchity yarovoï pshenitsy ot kornevykh gnilei [The efficiency of the use of fungicides to protect spring wheat from root rot] // Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki. 2019. №3. T. 49. S. 24–30. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-3-3.
4. Toropova E. Yu., Zakharov A. F., Stetsov G. Ya., Sanarov A. G. Protravlivanie semyan zernovykh kul'tur [Disinfection of grain crop seeds] // Zashchita i karantin rastenii. 2020. № 1. 70 s.
5. Chekmarev V. V., Dubrovskaya N. N., Korabel'skaya O. I., Buchneva G. N. Biologicheskaya otsenka fungitsidov in vitro [Biological estimation of fungicides in vitro] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2017. № 5(53). S. 65–68.
6. Chumakov A. E. Osnovnye metody fitopatologicheskikh issledovaniy [Basic methods of phytopathological study]. L.: Kolos, 1974. 191 s.
7. Shilovskii V. N., Suprun I. I., Ogly A. M. Etapy sozdaniya sorta risa Partner s genomom ustoichivosti k pirikulyariozu Pi-B [The developmental stages of the rice variety 'Partner' with blast resistance genome Pi-B] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2016. № 5(47). S. 28–31.

Поступила: 26.05.20; принята к публикации: 6.08.20.

**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:** Черепанова Т. А., Безмутко С. В., Лелявская В. Н. – концептуализация исследования, анализ данных и их интерпретация; Черепанова Т. А – подготовка лабораторных опытов, выполнение лабораторных опытов и сбор данных, подготовка рукописи; Безмутко С. В. – подготовка лабораторных и вегетационных опытов, выполнение лабораторных и вегетационных опытов, сбор данных, подготовка рукописи; Лелявская В. Н. – подготовка вегетационных опытов, выполнение вегетационных опытов, сбор данных.

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

## АГРОХИМИЯ

УДК 631.8:632.95:633.11«321»(571.1)

DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-82-86

### ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ И ИХ БАКОВЫХ СМЕСЕЙ С ГЕРБИЦИДАМИ И ФУНГИЦИДОМ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

**Е. Н. Ледовский**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории защиты растений, ORCID ID: 0000-0002-9948-6105;

**В. Г. Доронин**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории защиты растений, ORCID ID: 0000-0003-2288-1913  
ФГБНУ "Омский АНЦ",

644012, г. Омск, проспект Академика Королёва, дом 26, e-mail: 55asc@bk.ru

Исследования проведены в 2018 и 2019 гг. в южной лесостепи Омской области. Почва опытного участка чернозёмно-луговая, средне- и тяжелосуглинистая. Севооборот: пар чистый – яровая пшеница – яровая пшеница – яровая пшеница – ячмень, предшественник – вторая пшеница. Опыт полевой двухфакторный, площадь делянок – 50 и 25 м<sup>2</sup>, повторность – трёхкратная. Цель работы – оценка влияния азотного основного удобрения и в виде подкормок в сочетании с фунгицидной и гербицидной обработкой на урожайность зерна яровой пшеницы. Выявлено положительное влияние фактора азотного удобрения N<sub>35</sub> на урожайность зерна яровой пшеницы по непаровому предшественнику. В 2018 году рост урожайности составил 0,43, а в 2019 – 0,74 т/га, или соответственно 25,1 и 39,2% к уровню контролей. От смеси гербицидов и карбамида, 5 кг/га отмечена лишь тенденция к росту урожайности в сравнении с гербицидным контролем. Дополнительная подкормка 5 и 10 кг/га карбамида в фазу колошения культуры повышала урожайность на 0,32 и 0,42 (2018 г.) и 0,45 и 0,47 т/га (2019 г.). Лучшие результаты получены от системы «Гербициды + карбамид (кущение) + фунгицид (колошение)», средний рост урожайности составил 0,60 (2018 г.) и 1,83 т/га (2019 г.).

**Ключевые слова:** яровая пшеница, урожайность, азотные удобрения, баковые смеси, гербициды, фунгицид.

**Для цитирования:** Ледовский Е. Н., Доронин В. Г. Влияние азотных удобрений и их баковых смесей с гербицидами и фунгицидом на урожайность яровой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2021. № 1(73). С. 82–86. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-82-86.



### THE EFFECT OF NITROGEN FERTILIZERS AND THEIR TANK MIXTURES WITH HERBICIDES AND FUNGICIDES ON SPRING WHEAT PRODUCTIVITY

**E. N. Ledovsky**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for plant protection, ORCID ID: 0000-0002-9948-6105

**V. G. Doronin**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for plant protection, ORCID ID: 0000-0003-2288-1913  
Omsk ARC,

644012, Omsk, Akademik Korolev Av., 26; e-mail: 55asc@bk.ru

The study was carried out in 2018 and 2019 in the southern forest-steppe area of the Omsk region. The soil of the experimental plot was chernozem-meadow, medium and heavy loamy. The crop rotation was as follows: 'black' fallow – spring wheat – spring wheat – spring wheat – barley, the forecrop was second wheat. It was a two-factor field trial, the area of the plots was 50 and 25 m<sup>2</sup>, with three-fold sequence. The purpose of the current work was to estimate the effect of nitrogen fertilizer as a basic one and in the form of top dressing combined with fungicidal and herbicidal treatment on the productivity of spring wheat grain. There was identified a positive effect of the factor of nitrogen fertilization N<sub>35</sub> on the productivity of spring wheat grain when sown in 'black' fallow. In 2018 there was productivity increase on 0.43, and in 2019 it was 0.74 t/ha, or 25.1 and 39.2%, respectively, according to the control. The utilization of the mixture of herbicides and carbamide (5 kg/ha) had only a tendency to productivity increase in comparison with herbicide control. The additional top dressing of 5 and 10 kg/ha of carbamide in 'head formation period' increased productivity by 0.32 and 0.42 (in 2018) and 0.45 and 0.47 t/ha (in 2019). The best results were obtained from the combination 'herbicides + carbamide (tillering) + fungicide (head formation)', the average productivity increase was 0.60 (in 2018) and 1.83 t/ha (in 2019).

**Keywords:** spring wheat, productivity, nitrogen fertilizers, tank mixtures, herbicides, fungicide.

**Введение.** Из факторов, оказывающих влияние на физиолого-биохимические процессы в растениях, а следовательно, на величину и качество урожая, большое значение принадлежит минеральному питанию, в том числе правильный выбор доз, сроков и способов внесения минеральных удобрений (Гамзиков, 1981; Ермохин и Синдирева, 2011).

Наряду с основным и припосевным удобрением повышается роль листовых подкормок, то есть доставки легкорастворимых минеральных макро- и микроэлементов, а также других необходимых веществ через поверхность листьев, стеблей к корням и другим органам растения. Назначение подкормки – усилить питание растений в определенные периоды их

роста и развития. Некорневая подкормка является приемом, дополняющим или улучшающим действие основного внесения удобрений. Сочетание этих приемов позволяет обеспечить оптимальное питание растений в процессе всей вегетации и эффективно вносить необходимые вещества (Аристархов, 2000; Дорофеев, 1985; Пашкова и др., 1998; Гаитов и Контюкова, 2010; Дмитриченко, 2008).

В последние годы в регионе значительно увеличились потери от листостеблевых болезней, особенно бурой листовой и линейной ржавчин, поэтому среди факторов химизации резко возросла роль защиты от грибных инфекций с помощью фунгицидов (Чулкина и др., 1987; Миронова, 1992; Доронин и др., 2016).

По-прежнему актуальна проблема высокой засорённости посевов – практически все зерновые культуры в Омской области обрабатывают гербицидами (Доронин и Ледовский, 2019).

В последние годы производственники региона начинают применять баковые смеси карбамида, обычно 5–10 кг/га, с гербицидами и фунгицидами. Нормы расхода рабочей жидкости в производственных условиях варьируют от 50 до 100 л/га, распылители щелевые. Однако какой-либо опытной оценки эффективности этих приёмов в регионе нет. В связи с этим была поставлена цель – оценить влияние основного (припосевного) азотного удобрения и подкормок в сочетании с фунгицидной и гербицидной обработкой на урожайность зерна яровой пшеницы.

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

Исследования проводили на опытных полях Омского Аграрного Научного Центра в посевах яровой пшеницы сорта Омская 36 среднераннего экотипа. Севооборот: пар чистый – яровая пшеница – яровая пшеница – яровая пшеница – ячмень. Предшественник – вторая пшеница после пара. Почва опытного участка – чернозём выщелоченный тяжелосуглинистый с содержанием гумуса в пахотном слое 6–7%. Основная обработка почвы плоскорезная на глубину 10–12 см. Агротехника возделывания пшеницы зональная. Исследования вели в двухфакторном опыте методом расщеплённых делянок, размещение вариантов – систематическое, повторность – 3-х кратная. Площадь делянки по фактору А – 50, фактору В – 25 м<sup>2</sup>. Фактор А – варианты с некорневой подкормкой во время вегетации культуры, в баковых смесях с гербицидами и фунгицидом, фактор В – основное минеральное удобрение N<sub>35</sub> (аммиачная селитра). Используемые гербициды – баковая смесь «Примадонна – 0,5 + Пума Супер 100 – 0,7 л/га + Гранат – 0,015 кг/га». Смесь в предварительных исследованиях показала высокую эффективность и отсутствие негативного влияния на культуру. Гербициды применяли на всех вариантах опыта. Фунгицид Рекс Плюс – 0,9 л/га. Аммиачную селитру вносили под предпосевную культивацию. Обработку препаратами по вегетации проводили ранцевыми опрыскивателями «PJ-18», распылители

щелевые Tejet. Норма расхода рабочей жидкости – 200 л/га. Методики учётов и наблюдений – общепринятые в таких исследованиях. Учёт урожайности зерна – однофазная уборка комбайном «Сампо-130». Урожайные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа (Доспехов, 1987) с использованием прикладных программ.

**Результаты и их обсуждение.** Основные сорняки: ежовник обыкновенный (*Echinochloa crusgalli* L.), сорное просо (*Panicum miliaceum ruderalis*), щетинник сизый (*Setaria glauca* L.), горец развесистый (*Polygonum tomentosum* Schrank.), пикульник ладанниковый (*Galeopsis ladanum* L.), липучка оттопыренная (*Lappula squarrosa* Dumort.), корнеотпрысковые – осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L), и др. Засорённость посева была значительно выше ЭПВ (экономический порог вредоносности).

В годы исследований из листостеблевых инфекций преобладали бурая листовая (*Puccinia triticina* Eriks.) и стеблевая или линейная (*Puccinia graminis* Rers.) ржавчины с уровнем развития до 70%, а в 2019 году отмечено и значительное развитие мучнистой росы (*Erysiphe graminis* DC.) – 18,3%.

Условия в 2018 году были характерны холодной погодой с большим количеством осадков в мае, а также продолжительными «сухими» периодами в первых двух декадах июня и июля. 2019 год отличался прохладной погодой с повышенным количеством осадков в июне и теплой с дефицитом влаги во второй половине июля и отчасти в августе. В целом условия были благоприятными для массового развития листостеблевых болезней.

Обеспеченность нитратным азотом в 2018 году перед посевом культуры была низкой – 5,0–5,4 мг/кг почвы в слое 0–40 см. Прибавка урожайности от баковой смеси «гербициды + карбамид» в фазу кущения культуры без основного внесения удобрений недостоверна, но значима на фоне с N<sub>35</sub> (0,35 т/га) (таблица). Здесь следует отметить более высокую засорённость посева на удобренных делянках. В среднем по фактору А существенный рост урожайности – 0,32 т/га получен по варианту 3, дополненном листовой подкормкой в колосе (5 кг).

При дозе карбамида 10 кг/га (вариант 4) прибавка достигла 0,42 т/га. По варианту 5, отличающемуся от второго фунгицидной обработкой в фазу колошения, рост урожайности к контролю достиг 0,6, в том числе за счёт фунгицида – 0,43 т/га. Развитие мучнистой росы на контролях составляло 20–27, а ржавчин – 40–45%. Система химизации, включающая гербицидную обработку с последующим применением в фазу колошения смеси фунгицида с карбамидом, 5 кг (вариант 6) обеспечила прибавку 0,66 т/га. Аналогичная (вариант 7), но с дозой удобрения 10 кг повышала урожайность к контролю на 0,70 т/га. Наибольшая урожайность по фактору А – 2,20 т/га была по варианту 8, с герби-

цидной и фунгицидной обработками в смесях с карбамидом по 5 кг/га, на удобренном фоне 2,41, а неудобренном – 2,0 т/га. Баковые смеси карбамида с фунгицидом не обеспечили роста урожайности в сравнении с фунгицидом в «чистом» виде (вариант 5).

**Влияние факторов химизации на урожайность зерна яровой пшеницы сорта Омская 36 (т/га)  
The effect of chemicals on the grain productivity of the spring wheat variety 'Omskaya 36' (t/ha)**

Защита + подкормки (фактор А)	Основное удобрение, (фактор В)		Средние по фактору А
	N <sub>0</sub>	N <sub>35</sub>	
2018 год			(НСП <sub>05</sub> = 0,30)
1. Гербициды (кущение, контроль)	1,39	1,49	1,44
2. Гербициды + карбамид, 5 кг (кущение)	1,39	1,84	1,61
3. Гербициды + карбамид, 5 кг (кущение) + карбамид, 5 кг (колошение)	1,55	1,97	1,76
4. Гербициды + карбамид 5 кг (кущение) + карбамид, 10 кг (колошение)	1,61	2,10	1,86
5. Гербициды + карбамид, 5 кг (кущение) + фунгицид (колошение)	1,82	2,27	2,04
6. Гербициды (кущение) + фунгицид + карбамид, 5 кг (колошение)	1,65	2,21	2,10
7. Гербициды (кущение) + фунгицид + карбамид, 10 кг (колошение)	1,96	2,33	2,14
8. Гербициды + карбамид, 5 кг (кущение) + фунгицид + карбамид, 5 кг (колошение)	2,0	2,41	2,20
9. Гербициды + карбамид, 5 кг (кущение) + фунгицид + карбамид, 10 кг (колошение)	2,01	2,32	2,16
Средние по фактору В (НСП <sub>05</sub> = 0,12)	1,71	2,14	1,92
2019 год			(НСП <sub>05</sub> = 0,34)
1. Гербициды (кущение, контроль)	1,21	1,29	1,25
2. Гербициды + карбамид, 5 кг (кущение)	1,35	1,76	1,56
3. Гербициды + карбамид, 5 кг (кущение) + карбамид, 5 кг (колошение)	1,70	1,69	1,70
4. Гербициды + карбамид 5 кг (кущение) + карбамид, 10 кг (колошение)	1,69	1,76	1,72
5. Гербициды + карбамид, 5 кг (кущение) + фунгицид (колошение)	2,53	3,64	3,08
6. Гербициды + фунгицид + карбамид, 5 кг (колошение)	2,24	3,35	2,80
7. Гербициды + фунгицид + карбамид, 10 кг (колошение)	2,17	3,24	2,70
8. Гербициды + карбамид, 5 кг (кущение) + фунгицид + карбамид, 5 кг (колошение)	1,97	3,42	2,69
9. Гербициды + карбамид, 5 кг (кущение) + фунгицид + карбамид, 10 кг (колошение)	2,18	3,55	2,86
Средние по фактору В (НСП <sub>05</sub> = 0,16)	1,89	2,63	2,26

Примечание: дозы карбамида приведены в физическом весе.

В результате внесения аммиачной селитры по фактору В получен существенный рост урожайности зерна – 0,43 т/га. Наибольшая прибавка была по варианту 6 «гербициды + фунгицид + карбамид, 5 кг в колошение» – 0,56 т/га.

Уровень обеспеченности нитратами перед посевом в 2019 году тоже был низким – 5,0–5,3 мг/кг почвы, а эффективность применения аммиачной селитры была выше. Рост урожайности зерна по фактору В составил 0,74 т/га, или 39,2% к уровню N<sub>0</sub>. В целом по фактору А при обработке карбамидом в смеси с гербицидами (вариант 2) отмечена тенденция роста урожайности (0,31), при этом на удобренном фоне прибавка значима – 0,47 т/га. Как и в предыдущем году существенный рост был по вариантам 3 и 4 «гербициды + карбамид 5 кг (кущение) + листовая подкормка карбамидом 5 и 10 кг/га в колошение», соответственно 0,45

и 0,47 т/га. Здесь увеличение дозы удобрения в два раза практически не принесло роста урожайности зерна. Максимальная урожайность получена по варианту 5 «гербициды + карбамид (кущение) + фунгицид (колошение)» – 3,08 т/га. Прибавка к контролю достигла 1,83, в том числе за счёт фунгицида 1,52 т/га (в сравнении с вариантом 2). Уровень развития ржавчин на контролях составил 60–65, мучнистой росы 17–18%. На делянках с N<sub>35</sub> средняя урожайность была 3,64 (+2,35), а на неудобренных – 2,53 или + 1,32 т/га к уровню соответствующих контролей. По вариантам 6–9 с добавлением в баковую смесь к фунгициду карбамида отмечены или тенденция, или даже достоверное снижение урожайности в сравнении с вариантом 5. Вероятно, здесь проявилось фитотоксическое влияние смесей, хотя заметных повреждений культуры и снижения эффективности

фунгицида не выявлено. Возможно, при раздельном применении фунгицида и карбамида результат был другим, т.к. агротребования к технологиям некорневой подкормки и фунгицидной обработки существенно различаются. В условиях 2019 года наименьшую рентабельность в опыте без внесения аммиачной селитры имел контрольный вариант – 14,8%, себестоимость пшеницы высокая – 9579 руб./т. Лучшие экономические показатели на обоих фонах  $N_0$  и  $N_{35}$  были на варианте 5, соответственно, прибыль – 15687 и 26297 руб./га, рентабельность – 129,2 и 191,3%, себестоимость 4800 и 3775 руб./т.

**Выводы.** Выявлено положительное влияние фактора азотного удобрения  $N_{35}$  на урожайность зерна яровой пшеницы по непаровому предшественнику. В 2018 году рост урожайности составил 0,43, а в 2019 – 0,74 т/га, или соответственно 25,1 и 39,2% к уровню контролей. Определена эффективность фактора листовой

подкормки карбамидом в баковых смесях с гербицидами и фунгицидами. От смеси гербицидов и карбамида 5 кг/га, отмечена лишь тенденция к росту урожайности в сравнении с только гербицидами (контроль). Дополнительно проведённая подкормка 5 и 10 кг/га карбамида в колосение культуры повышала урожайность на 0,32 и 0,42 (2018 г.) и 0,45 и 0,47 т/га (2019 г.). Наиболее оптимальные результаты получены от системы химизации «гербициды + карбамид (кущение) + фунгицид (колосение)», где рост урожайности составил 0,60 (2018 г.) и 1,83 т/га (2019 г.), здесь на фоне с  $N_{35}$  средняя урожайность в 2019 году была 3,64 (+2,35), а на неудобренном 2,53, или + 1,32 т/га к уровню контролей. Лучшие экономические показатели на обоих фонах  $N_0$  и  $N_{35}$  были на варианте 5, соответственно, прибыль – 15687 и 26297 руб./га, рентабельность – 129,2 и 191,3%, себестоимость 4800 и 3775 руб./т.

#### Библиографические ссылки

1. Аристархов А. Н. Оптимизация питания растений от применения удобрений в агроэкосистемах. М.: ЦИНАО, 2000. 524 с.
2. Гаитов Г. А., Контюкова Е. А. Влияние некорневой подкормки на урожайность и качество зерна пшеницы // Достижения науки и техники в АПК. 2010. № 1. С. 32–33.
3. Гамзиков Г. П. Азот в земледелии Западной Сибири. М.: Наука, 1981. 267 с.
4. Дорофеев В. Ф. У истоков высоких урожаев. М.: Лениздат, 1985. 54 с.
5. Дмитриченко А. И. Экологизация возделывания яровой пшеницы в условиях центральной лесостепи Зауралья // Аграрный вестник Урала. 2008. № 4. С. 63–64.
6. Доронин В. Г., Ледовский Е. Н., Кривошеева С. В. Эффективность препаратов при защите яровой мягкой пшеницы от листостеблевых болезней в южной лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2016. № 6. С. 43–46.
7. Доронин В. Г., Ледовский Е. Н. Обзор распространения сорняков на полях Омской области и основные меры борьбы с ними в 2019 году. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур Омской области в 2018 году и прогноз развития вредных объектов в 2019 году // Российский сельскохозяйственный центр по Омской обл. Омск, 2019. С. 147–155.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 4-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1979. 416 с.
9. Ермохин Ю. И., Синдирева А. В. Взаимосвязи в питании растений: монография. Омск: Вариант, 2011. 208 с.
10. Миронова Г. В. Химическая защита яровой пшеницы от болезней // Интенсификация производства зерна в Западной Сибири: сб. науч. трудов. РАСХН. Сиб. отделение. Новосибирск, 1992. С. 18–25.
11. Пашкова Г. И., Грязина Ф. И., Чендемерова Г. И. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы при дробном внесении азотных удобрений // Зерновые культуры. 1998. № 5. С. 18–19.
12. Чулкина В. А., Коняева Н. М., Кузнецова Т. Т. Борьба с болезнями сельскохозяйственных культур в Сибири. М.: Россельхозиздат, 1987. 253 с.

#### References

1. Aristarhov A. N. Optimizaciya pitaniya rastenij ot primeneniya udobrenij v agroekosistemah [Optimization of plant nutrition from the use of fertilizers in agroecosystems]. M.: CINAO, 2000. 524 s.
2. Gaitov G. A., Kontyukova E. A. Vliyanie nekornevoj podkormki na urozhajnost' i kachestvo zerna pshenicy [The effect of foliar feeding on the productivity and quality of wheat grain] // Dostizheniya nauki i tekhniki v APK. 2010. № 1. S. 32–33.
3. Gamzikov G.P. Azot v zemledelii Zapadnoj Sibiri [Nitrogen in agriculture of the Western Siberia]. M.: Nauka, 1981. 267 s.
4. Dorofeev V. F. U istokov vysokih urozhaev [At the origins of large yields]. M.: Lenizdat, 1985. 54 s.
5. Dmitrichenko A. I. Ekologizaciya vozdelevaniya yarovoij pshenicy v usloviyah central'noj lesostepi Zaural'ya [Ecologization of spring wheat cultivation in the central forest-steppe of the Trans-Urals] // Agrarnyj vestnik Urala. 2008. № 4. S. 63–64.
6. Doronin V. G., Ledovskij E. N., Krivosheeva S. V. Effektivnost' preparatov pri zashchite yarovoij myagkoj pshenicy ot listosteblevykh boleznej v yuzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri [The efficiency of preparations in the protection of spring bread wheat against leaf-stem diseases in the southern forest-steppe of Western Siberia] // Zemledelie. 2016. № 6. S. 43–46.
7. Doronin V. G., Ledovskij E. N. Obzor rasprostraneniya sornyakov na polyah Omskoj oblasti i osnovnye mery bor'by s nimi v 2019 godu. Obzor fitosanitarnogo sostoyaniya posevov sel'skohozyajstvennyh kul'tur Omskoj oblasti v 2018 godu i prognoz razvitiya vrednyh ob'ektov v 2019 godu [Review of weeds spread on the fields of the Omsk region and the main measures to combat them in 2019. Review of the

phytosanitary state of agricultural crops in the Omsk region in 2018 and the forecast of the development of harmful objects in 2019] // Rossijskij sel'skohozyajstvennyj centr po Omskoj obl. Omsk, 2019. S. 147–155.

8. Dospexhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of research results)]. 4-e izd., pererab. i dop. M.: Kolos, 1979. 416 s.

9. Ermohin Yu. I., Sindireva A. V. Vzaimosvyazi v pitanii rastenij [Interconnections in plant nutrition]: monografiya. Omsk: Variant, 2011. 208 s.

10. Mironova G. V. Himicheskaya zashchita yarovoj pshenicy ot boleznej [Chemical protection of spring wheat against diseases] // Intensifikaciya proizvodstva zerna v Zapadnoj Sibiri: sb. nauch. trudov. RASKHN. Sib. otdelenie. Novosibirsk, 1992. S. 18–25.

11. Pashkova G. I., Gryazina F. I., CHendemerova G. I. Urozhajnost' i kachestvo zerna yarovoj pshenicy pri drobnom vnesenii azotnyh udobrenij [Grain productivity and quality with fractional application of nitrogen fertilizers] // Zernovye kul'tury. 1998. № 5. S. 18–19.

12. CHulkina V. A., Konyaeva N. M., Kuznecova T. T. Bor'ba s boleznyami sel'skohozyajstvennyh kul'tur v Sibiri [Fight against diseases of agricultural crops in Siberia]. M.: Rossel'hozizdat, 1987. 253 s.

Поступила: 26.04.20; принята к публикации: 29.07.20.

**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:** Ледовский Е. Н., Доронин В. Г. – концептуализация исследования; Ледовский Е. Н. – подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных; Доронин В. Г. – анализ данных и их интерпретация; Ледовский Е. Н., Доронин В. Г. – подготовка рукописи.

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