

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

Филиппов Е.Г. – главный редактор, канд. с.-х. н., доцент (Зерноград, Россия);
Голубова В.А. – зам. главного редактора, канд. биол. н. (Зерноград, Россия);
Донцова А.А. – ответственный секретарь, к. с.-х. н. (Зерноград, Россия).

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Баталова Г.А. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого (Киров, Россия);
Беспалова Л.А. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., «Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко» (Краснодар, Россия);
Волкова Г.В. – д-р биол. н., ФГБНУ «ВНИИБЗР» (Краснодар, Россия);

Гончаренко А.А. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» (Одинцово, Россия);
Давлетов Ф.А. – д-р с.-х. н., Башкирский НИИСХ ФГБНУ УФИЦ РАН (Уфа, Россия);

Долженко В.И. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ «ВИЗР» (Санкт-Петербург, 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);

Медведев А.М. – чл.-корр. РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» (Одинцово, Россия);

Назаренко О.Г. – д-р биол. н., проф., ФГБУ ГЦАС «Ростовский» (Росвет, Россия);

Пахомов В.И. – д-р техн. наук, доцент, ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);

Подколзин А.И. – д-р биол. н., проф., ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ» (Ставрополь, Россия);

Романенко А.А. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., «Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко» (Краснодар, Россия);

Сандухадзе Б.И. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» (Одинцово, Россия);

Сотченко В.С. – академик РАН, д-р с.-х. н., ФГБНУ «ВНИИ кукурузы» (Пятигорск, Россия);

Храмцов И.Ф. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ «Омский АНЦ» (Омск, Россия);

Шевченко С.Н. – академик РАН, д-р с.-х. н., Самарский НИИСХ (Самара, Россия);

Ле Зунь Хай – Агрогенетический институт (Ханой, Вьетнам);
Халил Сурек – д-р. н., Тракийский аграрный НИИ (Эдирне, Турция);
Юсупов Г.Ю. – канд. с.-х. н., Министерство сельского и водного хозяйства Туркменистана (Ашхабад, Туркменистан);

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Ашиев А.Р. – канд. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);

Вожжова Н.Н. – канд. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);

Зеленская Г.М. – д-р с.-х. н., проф., ФГБОУ ВО Донской ГАУ (Персиановский, Россия);

Иванисов М.М. – канд. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);

Ковалев В.С. – д-р с.-х. н., проф., ФНЦ риса (Краснодар, Россия);

Ковтунов В.В. – канд. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);

Костылев П.И. – д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);

Кравченко Н.С. – канд. биол. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);

Кривошеев Г.Я. – канд. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);

Марченко Д.М. – канд. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);

Метлина Г.В. – канд. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);

Самофалов А.П. – канд. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия).

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

Filippov E.G. – chief editor, Cand. Sci., docent (Agriculture) (Zernograd, Russia);
Golubova V.A. – deputy chief editor, Cand. Sci. (Biology) (Zernograd, Russia);
Dontsova A.A. – executive secretary, Cand. Sci. (Agriculture) (Zernograd, Russia).

EDITORIAL COUNCIL:

Batalova G.A., Federal Agricultural Research Center of the East named N.V. Rudnitsky – Dr. Sci. (Agriculture), academician of RAS (Kirov, Russia);
Bespalova L.A., "P.P. Lukiyenko National Center of Grain" – 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);

Gontcharenko A.A., Federal Research Center "Nemchinovka" – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Odintsovo, Russia);

Davletov F.A., Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences – Dr. Sci. (Agriculture) (Ufa, Russia);

Dolzhenko V.I., academician of RAS, Dr. Sci. (Agriculture), professor, FSBSI All-Russian Research Institute of Plant Protection (St.Petersburg, Russia);

Zezin 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);

Medvedev A.M., Federal Research Center "Nemchinovka" – Dr. Sci. (Agriculture), corresponding member of RAS (Odintsovo, Russia);

Nazarenko O.G., State Center of Agrochemical Service "Rostovsky" – Dr. Sci. (Biology), professor (Rassvet, Russia);

Pakhomov V.I., Agricultural Research Center "Donskoy" – Dr. Sci. (Agriculture), docent (Zernograd, Russia);

Podkolzin A.I., Stavropolsky State Agricultural University – Dr. Sci. (Biology), professor (Stavropol, Russia);

Romanenko A.A., "P.P. Lukiyenko National Center of Grain" – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Krasnodar, Russia);

Sandukhadze B.I., Federal Research Center "Nemchinovka" – Dr. Sci. (Agriculture), academician of RAS (Odintsovo, Russia);

Sotchenko V.S., All-Russian Research Institute of Maize – Dr. Sci. (Agriculture), academician of RAS (Pyatigorsk, Russia);

Khramtsov I.F., Omsk Agrarian Scientific Center – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Omsk, Russia);

Shevchenko S.N., Samara Federal Research Scientific Center of the Russian Academy of Sciences – Dr. Sci. (Agriculture), corresponding member of RAS (Samara, Russia);

Le Zun Hai, Agrogenetic Institute (Hanoi, Vietnam);

Khalil Surek, Trakia Agricultural Research Institute – PhD (Edirne, Turkey);

Yusupov G.Yu., Ministry of Agriculture and Water Management of Turkmenistan – Cand. Sci. (Agriculture) (Ashkhabat, Russia);

EDITORIAL BOARD:

Ashiev A.R. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);

Vozhzhova N.N. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);

Zelenskaya G.M. – Dr. Sci. (Agriculture), professor, FSBEI HE Donskoy SAU (Persiyansky, Russia);

Ivanisov M.M. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);

Kovalev V.S. – Dr. Sci. (Agriculture), professor, FRC of rice (Krasnodar, Russia);

Kovtunov V.V. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);

Kostylev P.I. – Dr. Sci. (Agriculture), professor, FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);

Kravchenko N.S. – Cand. Sci. (Biology), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);

Krivosheev G.Ya. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);

Marchenko D.M. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);

Metlina G.V. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);

Samofalov A.P. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia).

Свидетельство ПИ № ФС 77-81134 от 17 мая 2021 г. Зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Журнал включен в Перечень ВАК Минобрнауки 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 – 0,602 (2019). 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 – Скуйбекина О.Н.

Периодичность издания – 6 номеров. Подписано в печать 21.02.2022.

Дата выхода 10.03.2022. Формат 60х84/8. Тираж 300. Заказ № 4817-21

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

ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ

Содержание

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Филиппов Е.Г., Донцова А.А., Донцов Д.П., Дорошенко Э.С., Засыпкина И.М., Брагин Р.Н. Оценка исходного материала ярового ячменя в условиях Ростовской области 3

Иванисов М.М., Марченко Д.М., Некрасов Е.И. Оценка сортов озимой мягкой пшеницы в межстанционном испытании по хозяйственно-ценным признакам 11

Круглова С.А. Изучение сортов льна масличного в условиях Костромской области 17

Костылев П.И., Ладатко М.А., Краснова Е.В., Зеленева И.А., Фолиянц Б.В., Аксенов А.В. Результаты экологического испытания сортов риса АНЦ «Донской» в Краснодарском крае 22

Барковская Т.А., Гладышева О.В., Кокорева В.Г. Сравнительный анализ нового сорта яровой мягкой пшеницы Арсея с районированными сортами 30

Гольдварг Б.А., Боктаев М.В., Боровик А.Н. Использование шарозерной пшеницы (*T.sphaerococcum*) в селекции озимой мягкой на повышение качества 35

Дьячук Т.И., Акинина В.Н., Жилин С.В., Хомякова О.В., Барнашова Е.К., Калашникова Э.В., Окладникова В.П. Гаплоидия тритикале *in vitro* (обзор литературы) 39

Игнатьев С.А., Регидин А.А., Горюнов К.Н., Грязева Т.В., Кравченко Н.С., Шишкин Н.В. Хозяйственно-биологические признаки и результаты изучения нового сорта эспарцета песчаного (*Onobrychis arenaria*) Атаманский 20 46

Пислегина С.С., Четвертных С.А. Результаты изучения перспективных линий гороха в почвенно-климатических условиях Кировской области 52

Евдокимов М.Г., Юсов В.С., Мешкова Л.В., Кирьякова М.Н., Глушаков Д.А. Новый сорт твердой яровой пшеницы Омский коралл 58

Шаболкина Е.Н., Анисимкина Н.В., Майстренко О.А. Изучение биохимических свойств муки зернобобовых культур (горох, соя), физических и хлебопекарных показателей теста смесей с пшеничной мукой 65

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Сабитов М.М., Науметов Р.В. Влияние засоренности посевов овсом и осотом желтым на урожайность яровой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья 70

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Давлетов Ф.А., Гайнуллина К.П., Сафин Ф.Ф. Применение гербицидов и боронования для борьбы с сорняками на посевах гороха в условиях Республики Башкортостан 77

АГРОХИМИЯ

Шоповалова Н.Н., Оганян Л.Р., Ворopaева А.А. Влияние минеральных удобрений на экономическую эффективность производства зерна озимой пшеницы в технологии прямого посева в условиях Ставропольского края 83

Яговенко Г.Л., Яговенко Т.В., Слесарева Т.Н., Зайцева Н.М., Мисникова Н.В. Использование новых форм удобрений для повышения урожайности и качества зерна люпина белого 89

GRAIN ECONOMY OF RUSSIA

Contents

PLANT BREEDING AND SEED PRODUCTION OF AGRICULTURAL CROPS

Filippov E.G., Dontsova A.A., Dontsov D.P., Doroshenko E.S., Bragin R.N., Zasypkina I.M. Estimation of the initial material of spring barley in the Rostov region 3

Ivanisov M.M., Marchenko D.M., Nekrasov E.I. Estimation of winter bread wheat varieties in the inter-station testing according to economically valuable traits 11

Kruglova S.A. The study of oilseed flax varieties in the Kostroma region 17

Kostylev P.I., Ladatko M.A., Krasnova E.V., Zeleneva I.A., Foliyants B.V., Aksenov A.V. Ecological testing results of the rice varieties of the ARC "Donskoy" in the Krasnodar Territory 22

Barkovskaya T.A., Gladysheva O.V., Kokoreva V.G. The comparative analysis of the new spring bread wheat variety 'Arseya' with the zoned varieties 30

Goldvarg B.A., Boktaev M.V., Borovik A.N. The use of shot wheat (*T.sphaerococcum*) in the winter bread wheat breeding to improve quality 35

Diyachuk T.I., Akinina V.N., Zhilin S.V., Khomyakova O.V., Barnashova E.K., Kalashnikova E.V., Okladnikova V.P. Triticale haploidy *in vitro* (literature review) 39

Ignatiev S.A., Regidin A.A., Goryunov K.N., Gryazeva T.V., Kravchenko N.S., Shishkin N.V. Economic and biological traits and study results of the new sandy sainfoin variety (*Onobrychis arenaria*) 'Atamansky 20' 46

Pislegina S.S., Chetvertnykh S.A. The study results of the promising pea lines in the soil and climatic conditions of the Kirov region 52

Evdokimov M.G., Yusov V.S., Meshkova L.V., Kiriakova M.N., Glushakov D.A. A new spring durum wheat variety 'Omsky Korall' 58

Shabolkina E.N., Anisimkina N.V., Maistrenko O.A. The study of biochemical properties of legume flour (peas, soybeans), physical and baking indicators of the dough from mixtures with wheat flour 65

GENERAL AGRICULTURE AND PLANT-BREEDING

Sabitov M.M., Naumetov R.V. The effect of weediness with common wild oat and sow-thistle on spring wheat productivity in the forest-steppe of the Middle Volga region 70

PLANT PROTECTION

Davletov F.A., Gainullina K.P., Safin F.F. The use of herbicides and harrowing for weed control on peas in the republic of Bashkortostan 77

AGROCHEMISTRY

Shapovalova N.N., Oganyan L.R., Voropaeva A.A. The effect of mineral fertilizers on the economic efficiency of winter wheat production in the direct sowing technology in the Stavropol territory 83

Yagovenko G.L., Yagovenko T.V., Slesareva T.N., Zaitseva N.M., Misnikova N.V. Application of new forms of fertilizers to improve productivity and grain quality of white lupine 89

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

УДК 633.161:631.52(470.61)

DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-3-10

ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.Г. Филиппов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент по специальности, заведующий отделом селекции и семеноводства ячменя, filippov.vniizk@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

А.А. Донцова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства ячменя, doncova601@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6570-4303;

Д.П. Донцов, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства ячменя, ORCID ID: 0000-0001-9253-3864;

Э.С. Дорошенко, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимого ячменя, ORCID ID: 0000-0002-0787-9754;

И.М. Засыпкина, аспирант, irinka_kolosok92@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1281-5317;

Р.Н. Брагин, аспирант, braginroman40@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-4617-751X

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

В статье представлены результаты изучения коллекционных образцов ярового ячменя. Цель исследований – комплексное изучение коллекции сортов и линий ярового ячменя разнообразного эколого-географического происхождения, направленное на выявление наиболее ценных хозяйственно-биологических форм для целенаправленного использования в селекционных программах отдела селекции и семеноводства ячменя Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Аграрный научный центр «Донской». Исследования проводили на опытном поле ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2017–2019 гг. В изучении находились 85 образцов ярового ячменя. Коллекционный питомник формировался из лучших сортов селекционных учреждений различных регионов, большую часть из которых составили сорта отечественной селекции (ФГБНУ ФИЦ ВИГРР им. Н.И. Вавилова, ФГБНУ «АНЦ «Донской», ФГБНУ НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, ФГБНУ Северо-Кавказский ФНАЦ и др.), а также сорта Европейского союза (Англии, Германии, Франции, Чехии, Дании, Латвии), Канады, Беларуси, Украины. Посев проводили рядовым способом с шириной междурядий 15 см, сеялкой Wintersteiger Plotseed, деланки семирядковые, площадью – 10 м². Норма высева – 450 всхожих семян на 1 м², посев без повторений. Через каждые 20 номеров в питомнике высевали стандартный сорт Ратник. Предшественник – подсолнечник. Фенологические наблюдения, оценку устойчивости сортов к полеганию и болезням, учет урожая и структурный анализ растений проводили в соответствии с системой оценки основных хозяйственно-ценных признаков в баллах согласно Методическим указаниям по изучению мировой коллекции ячменя и овса (2012). В результате проведенных исследований выделены сорта, сочетающие комплекс хозяйственно-ценных признаков, Казер, Азов, Тан 1, Дивный, Челябинский 99, Хаджибей, Раушан, Агат, Суздалец, Багрец, Русь, Эльф, Рахат (Россия), Норд 071111, Оболонь, Одесский 22, Донецкий 14, Донецкий 15 (Украина), Perun, Prestige (Чехия), Viking, Philadelphie (Германия), которые в дальнейшем будут использованы в селекционных программах ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Ключевые слова: исходный материал, яровой ячмень, сорт, образец, коллекция, селекция, урожайность.

Для цитирования: Филиппов, Е.Г., Донцова А.А., Донцов Д.П., Засыпкина И.М., Брагин Р.Н. Оценка исходного материала ячменя в условиях Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2022. № 1(79). С. 3–10. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-3-10.



ESTIMATION OF THE INITIAL MATERIAL OF SPRING BARLEY IN THE ROSTOV REGION

E.G. Filippov, Candidate of Agricultural Sciences, docent, head of the department of barley breeding and seed production, filippov.vniizk@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

A.A. Dontsova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for winter barley breeding and seed production, doncova601@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6570-4303;

D.P. Dontsov, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for spring barley breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0001-9253-3864;

E.S. Doroshenko, junior researcher of the laboratory for winter barley breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-0787-9754;

I.M. Zasyapkina, post graduate, irinka_kolosok92@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1281-5317;

R.N. Bragin, post graduate, braginroman40@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-4617-751X

Agricultural Research Center "Donskoy",

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

The current paper has presented the study results of the collection samples of spring barley. The purpose of the study was a comprehensive research of the collection of spring barley varieties and lines of various ecological and geographical origin in order to identify the most valuable economic and biological forms for targeted use in breeding programs of the department of barley breeding and seed production in the Federal State Budgetary Scientific Institution Agricultural Research Center "Donskoy". The study was carried out on the experimental plots of the FSBSI "ARC "Donskoy" in 2017–2019. The objects of the study were 85 spring barley samples. The collection seed-plot was formed from the best varieties of breeding institutions in various regions, most of which were the varieties of domestic breeding (FSBSI FRC All-Russian Institute of genetic resources of plants named after N.I. Vavilov, FSBSI "ARC "Donskoy, FSBSI "National Center of grain named after P.P. Lukyanenko", FSBSI North-Caucasus FSAC, etc.), as well as the varieties of the European Union (England, Germany, France, Czech Republic, Denmark, Latvia), Canada, Belarus, Ukraine. The sowings were carried out in a row method with a row spacing of 15 cm with the Wintersteiger Plotseed seeder; the plots were seven-row, with an area of 10 m². The seeding rate was 450 germinated seeds per 1 m² without repetitions. The standard variety 'Ratnik' was sown every 20 numbers in the seed-plot. The forecrop was sunflower. There were made phenological observations, estimated varieties' resistance to lodging and diseases, assessed productivity and conducted structural analysis of plants in points according to the estimation system of the main economically valuable traits given in the Methodological recommendations for studying the world barley and oats collection (2012). As a result, there were identified the following varieties with a complex of economically valuable traits, as 'Kazer', 'Azov', 'Tan 1', 'Divny', 'Chelyabinsky 99', 'Khadzhibey', 'Raushan', 'Agat', 'Suzdalets', 'Bagrets', 'Rus', 'Elf', 'Rakhat' (Russia); 'Nord 071111', 'Obolon', 'Odessa 22', 'Donetsk 14', 'Donetsk 15' (Ukraine); 'Perun', 'Prestige' (Czech Republic); 'Viking', 'Philadelphie' (Germany). The identified varieties are going to be used in further breeding programs of the FSBSI "ARC "Donskoy".

Keywords: *initial material, spring barley, variety, sample, collection, breeding, productivity.*

Введение. Ячмень является одной из основных сельскохозяйственных культур среди злаков. Его значение достаточно велико в основном за счет многообразия его использования (Темирбекова и др., 2019). Прочное место среди зерновых колосовых культур он завоевал за счет высокой пластичности, достаточно короткому вегетационному периоду, что позволяет ему произрастать в различных почвенно-климатических условиях, практически во всех регионах России (Гудзенко, 2019; Солонечный, 2017). В последние десятилетия тенденция нарастания аридности климата усиливается. Отмечается устойчивый рост температуры воздуха в период вегетации яровых колосовых культур (апрель-июль), в то время как количество осадков в этот период уменьшается (Ерошенко и др., 2018; Грабовец и др., 2019).

В таких условиях значительную роль в дальнейшей успешной работе на повышение урожайности зерна, его качества, а также на устойчивость к стресс-факторам среды играет верный подбор исходного материала в качестве родительских компонентов при скрещиваниях. Чтобы получить наиболее благоприятное сочетание признаков и свойств в одном сорте, очень важен постоянный поиск и изучение новых образцов коллекции ВИР и других научных учреждений (Торбина и др., 2018; Турина и др., 2020). Для создания новых сортов необходимо наличие и широкое использование генетически разнообразного исходного материала, правильный подбор которого в большой степени определяет достоинства и недостатки будущих новых сортов. Для этого необходимо привлекать в селекционный процесс не только лучшие сорта местной селекции, но и инорайонные сорта с большим генетическим разнообразием (Поползухин и др., 2019).

Цель исследований – комплексное изучение коллекции сортов и линий ярового ячменя разнообразного эколого-географического происхождения, направленное на выявление

наиболее ценных хозяйственно-биологических форм для целенаправленного использования в селекционных программах отдела селекции и семеноводства ячменя ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Материалы и методы исследований.

Исследования проводили на опытном поле ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2017–2019 годах. В коллекционном питомнике ярового ячменя изучали 85 сортов. Стандартный сорт Ратник высевали через каждые 20 номеров. Учетная площадь делянки – 10 м². Норма высева – 450 всхожих зерен на 1 м², посев без повторений. Предшественник – подсолнечник.

За период исследований у изучаемых образцов отмечались основные фенологические фазы развития растений. Проводили оценку коллекционного материала в полевых условиях на определение устойчивости к листовым болезням и полеганию. На закрепленных площадках осуществляли анализ элементов структуры урожая. Изучение сортов и линий ярового ячменя по морфологическим и хозяйственным признакам проведено согласно Методическим указаниям по изучению мировой коллекции ячменя и овса (2012).

Математическую обработку полученных данных производили согласно методике Б.А. Доспехова (2014). Для оценки достоверности различий между образцами использовали утроенную ошибку средней (3S_x), при анализе корреляционных связей – вероятность погрешности (p) при 5% уровне значимости с использованием программы Statistica 6.0.

В целом климат в зоне деятельности ФГБНУ «АНЦ «Донской» характеризуется как полусухой. Количество выпавших осадков варьирует от 450 до 600 мм в год. Гидротермический коэффициент – от 0,80 до 0,85. Погодные условия в 2017–2019 годы в период вегетации ячменя были контрастными. По влагообеспеченности и температурному режиму 2017 год можно отнести к благоприятным для культуры ячменя, 2018 г. – отмечен

как засушливый, 2019 г. – с повышенным температурным режимом, особенно в период налива зерна, и обилием осадков в мае.

Результаты и их обсуждение. За годы исследований (2017–2019 гг.) в коллекционном

питомнике изучали 85 сортов, полученных из научных учреждений РФ (ФГБНУ ФИЦ ВИГРР им. Н.И. Вавилова, ФГБНУ «АНЦ «Донской», ФГБНУ НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, ФГБНУ Северо-Кавказский ФНАЦ и др.) и других стран (рис. 1).

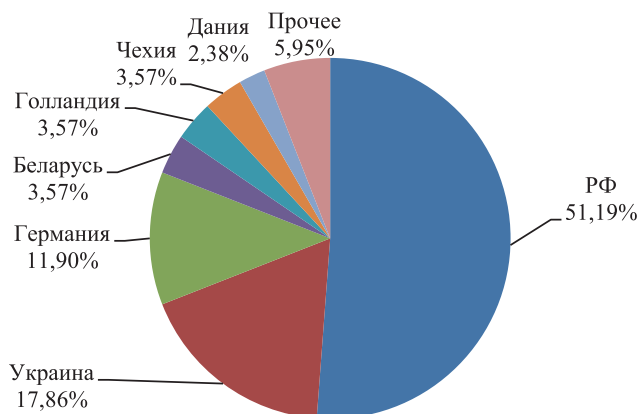


Рис. 1. Происхождение сортов, изучаемых в коллекционном питомнике (2017–2019 гг.)

Fig. 1. Origin of the varieties studied in the collection seed-plot (2017–2019)

Для получения стабильных и высоких урожаев большое значение имеют сорта, которые наиболее адаптированы по продолжительности вегетационного периода к условиям возделывания. Продолжительность вегетационного периода в значительной мере зависит от генетической природы сорта и климатических ус-

ловий в период вегетации. Продолжительность периода вегетации «всходы-колошение» в среднем за годы изучения составила 52 дня. В таблице 1 представлены наиболее скороспелые сорта с периодом вегетации короче, чем у стандарта, что весьма актуально в последние годы.

1. Источники скороспелости ярового ячменя (2017–2019 гг.)

1. Early maturity sources of spring barley (2017–2019)

Название сорта	Страна происхождения	Период вегетации «всходы – колошение», дни							
		2017	± к ст.	2018	± к ст.	2019	± к ст.	среднее	± к ст.
Ратник, ст.	Россия	50	0	53	0	51	0	51	0
Зерноградский 244	Россия	48	-2	49	-4	47	-4	48	-3
Безенчукский 2	Россия	47	-3	46	-7	48	-3	47	-4
Одесский 22	Украина	49	-1	46	-7	47	-4	47	-4
Danuta	Германия	47	-3	46	-7	47	-4	47	-4

В ходе исследований определяли продолжительность периода вегетации «всходы – колошение» у сортов различных групп спелости – значимый показатель, учитываемый при подборе родительских пар для проведения гибридизации. Сорта отечественной селекции Зерноградский 244, Безенчукский 2 и зарубежной Одесский 22 и Danuta могут быть рекомендованы в гибридизации как источники скороспелости.

Годы исследований были по своему уникальны, различающиеся погодные условия позволили всесторонне изучить материал и выявить наиболее ценные образцы. Анализ исследуемых сортов коллекционного питомника по признаку «урожайность» за 2017–2019 гг. позволил выделить сорта, формирующие стабильные прибавки урожайности к стандарту (табл. 2).

2. Сорта ярового ячменя, выделившиеся по признаку «урожайность» (2017–2019 гг.)

2. Spring barley varieties, identified by the trait 'productivity' (2017–2019)

Название сорта/ происхождение	Урожайность, т/га	Средняя урожайность за 3 года							
		2017 г.	± к ст.	2018 г.	± к ст.	2019 г.	± к ст.	т/га	± к ст.
Ратник, ст. (Россия)	6,4	–		4,2	–	4,9	–	5,1	0
Юла (Россия)	6,9	+0,5		4,7	+0,5	4,7	-0,2	5,4	+0,3
Perun (Чехия)	8,0	+1,6		4,1	-0,1	5,1	+0,2	5,7	+0,6
Норд 071111 (Украина)	7,3	+0,9		4,1	-0,1	5,4	+0,5	5,7	+0,6
Оболонь (Украина)	7,1	+0,7		4,6	+0,4	4,9	0	5,5	+0,4
Донецкий 15 (Украина)	6,3	-0,1		4,6	+0,4	5,2	+0,3	5,4	+0,3
Донецкий 14 (Украина)	6,2	-0,2		4,6	+0,4	5,5	+0,6	5,4	+0,3
3Sx	0,2			0,1		0,2		–	

Одними из основных составляющих урожайности зерна ярового ячменя являются такие признаки, как «количество продуктивных стеблей на 1 м²», «количество зерен в колосе» и «масса 1000 зерен».

Количество продуктивных стеблей на единицу площади перед уборкой зависит не только от комплекса технологических факторов (норма высева, глубина заделки, обеспеченность элементами питания), но и от конкретного сорта. В среднем количество продуктивных стеблей на 1 м² варьировало от 448 у сорта Командир (Украина) до 656 шт./м² у сорта Челябинский 99 (Россия).

Согласно методическим указаниям (2012) все изучаемые образцы были распределены

на две группы: с малым и средним количеством продуктивных стеблей на 1 м². К первой группе относятся сорта, у которых количество продуктивных стеблей на 1 м² находится в пределах до 500 шт. на 1 м² (16% изучаемых сортов).

Большая часть изучаемого материала относилась ко второй группе, у которой количество продуктивных стеблей на 1 м² варьировало в пределах от 501 до 656 шт./м² (84% изучаемых сортов). У стандартного сорта Ратник – 578 стеблей на 1 м².

Максимальная урожайность формировалась при густоте продуктивного стеблестоя в пределах от 480–540, 570–620 и 640–656 шт./м² (рис. 2).

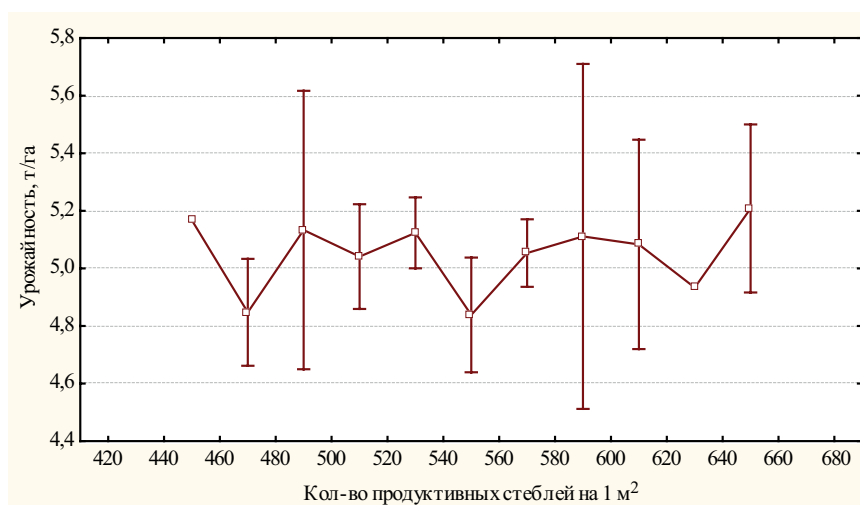


Рис. 2. Зависимость между числом продуктивных стеблей и урожайностью зерна (2017–2019 гг.)

Fig. 2. Correlation between 'number of productive stems' and 'grain productivity' (2017–2019)

В качестве источников по признаку «количество продуктивных стеблей на 1 м²» рекомендованы для дальнейшего изучения сорта Челябинский 99 (656 шт./м²), Хаджибей (643 шт./м²), Агат (642 шт./м²), Суздалец (642 шт./м²), Казер (629 шт./м²) (Россия).

Масса 1000 зерен является одним из показателей структуры урожая, оказывающим наи-

большее влияние на продуктивность растения. Масса 1000 зерен в среднем за 3 года варьировала от 38,9 до 52,8 г, у стандартного сорта Ратник – 43,3 г. Согласно методическим указаниям по изучению мировой коллекции ячменя (2012) все изучаемые образцы были распределены на 2 группы: среднезерные (38,1–45,0 г) – 39% и крупнозерные (более 45,1 г) – 59% (рис. 3).

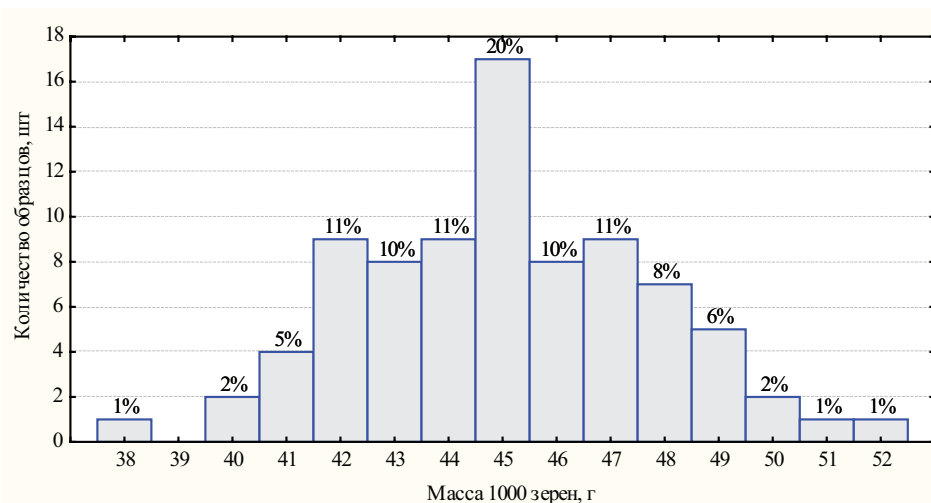


Рис. 3. Распределение сортов ярового ячменя по признаку «масса 1000 зерен» (2017–2019 гг.)

Fig. 3. Distribution of the spring barley varieties according to the trait '1000-grain weight' (2017–2019)

Были выделены образцы коллекции, сохранившие высокую массу 1000 семян при контрастных погодных условиях, рекомендованы

в качестве источников крупнозерности в селекционных программах (табл. 3).

3. Источники крупнозерности ярового ячменя (2017–2019 гг.) 3. Sources of a large-grain size of spring barley (2017–2019)

Название сорта	Происхождение	Масса 1000 зерен, г, по годам			Средняя
		2017	2018	2019	
Ратник, ст.	Россия	46,4	42,1	41,3	43,3
Одесский 22	Украина	57,0	51,3	50,0	52,8
Східний	Украина	53,7	47,8	52,0	51,2
Командир	Украина	56,0	45,0	50,0	50,3
Камышинский 23	Россия	54,7	44,8	50,5	50,0
3Sx	–	2,7	1,6	3,8	–

Данные сорта можно рекомендовать в качестве более устойчивых к засухе в период налива зерна.

Сопоставление массы 1000 зерен с урожайностью показало, что при увеличении массы 1000 зерен с 39 до 43 г урожайность зерна растет, а потом остается на одном уровне (рис. 4).

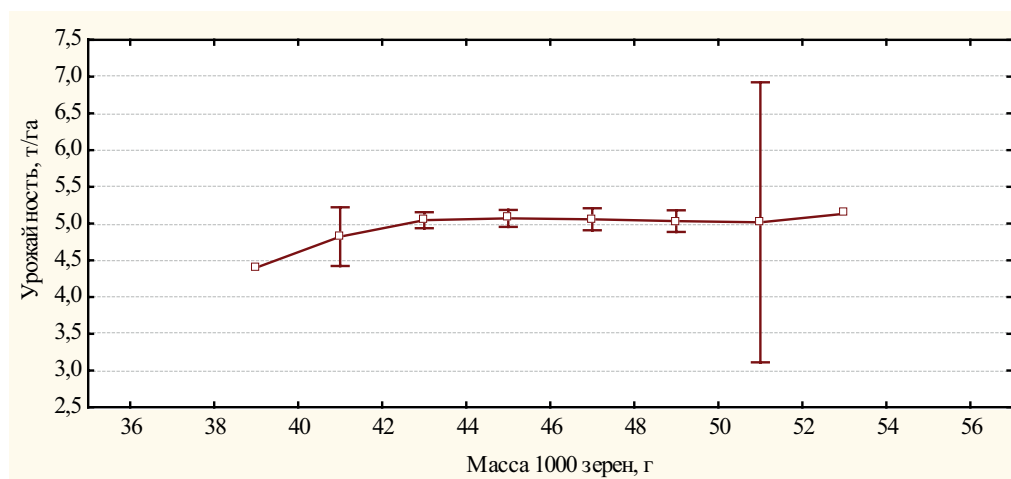


Рис. 4. Зависимость между массой 1000 зерен и урожайностью зерна (2017–2019 гг.)

Fig. 4. Correlation between the traits '1000-grain weight' and 'grain productivity' (2017–2019)

Коэффициент корреляции составил $0,17 \pm 0,05$. Поэтому у селекционных образцов масса 1000 зерен не должна быть менее 43 г.

Были выделены сорта с количеством продуктивных стеблей на 1 м^2 более 600 шт., с высокой массой 1000 зерен (более 45,1 г) и урожайностью на уровне или выше стандарта (табл. 4).

4. Источники ярового ячменя по урожайности и элементам ее структуры (2017–2019 гг.) 4. Sources of spring barley according to productivity and yield structure elements (2017–2019)

Название сорта	Происхождение	Масса 1000 зерен, г	Количество продуктивных стеблей на м^2 , шт.	Урожайность, т/га	$\pm$ к ст.
Ратник, ст.	Россия	43,3	578	5,1	–
Дивный	Россия	46,9	612	5,4	+0,3
Агат	Россия	46,9	642	5,4	+0,3
Хаджибей	Россия	45,8	643	5,3	+0,2
Багрец	Россия	43,5	594	5,3	+0,2
Суздадец	Россия	45,9	642	5,2	+0,1
Азов	Россия	48,4	617	5,2	+0,1
Тан 1	Россия	44,0	615	5,2	+0,2
Челябинский 99	Россия	45,8	656	5,1	0
3Sx	–	1,0	16,5	0,09	–

Анализируя данные, удалось выделить сорта, которые независимо от погодных условий, формировали количество зерен в колосе

более 20 шт. (табл. 5) и могут использоваться селекционерами в качестве источника признака озерненности.

5. Источники ярового ячменя по признаку «озерненность колоса» (2017–2019 гг.)
5. Sources of spring barley according to the trait 'grain content of a head' (2017–2019)

Название сорта	Происхождение	Количество зерен в колосе по годам, шт.			Среднее
		2017	2018	2019	
Ратник, ст.	Россия	19	16	20	18
Владимир	Россия	24	23	24	24
Раушан	Россия	22	22	24	23
Дзівосны	Беларусь	23	22	24	23
Оболонь	Украина	22	21	24	22
Pegun	Чехия	22	22	23	22
Passadena	Германия	23	21	22	22
3Sx	–	1,2	1,4	1,0	–

Резкоконтрастные климатические условия в период вегетации за годы исследований позволили выявить сорта, устойчивые к полеганию независимо от условий (табл. 6). Высота растений, изучаемых в коллекционном питомнике, в среднем за 3 года варьировала от 72

до 91 см, что соответствует оптимальным показателям. Между признаками «полегание» и «высота растений» была выявлена достоверная средняя отрицательная связь ($r = -0,32$, $p = 0,00$).

6. Источники ярового ячменя по признаку «устойчивость к полеганию» (2017–2019 гг.)
6. Sources of spring barley according to the trait 'resistance to lodging' (2017–2019)

Название сорта	Происхождение	Устойчивость к полеганию (среднее), балл	Высота растений, см, по годам			Среднее
			2017	2018	2019	
Ратник, ст.	Россия	8	93	65	81	79
Челябинский 99	Россия	9	91	72	82	82
Рахат	Россия	9	87	74	83	82
Эльф	Россия	9	86	74	80	81
Норд 071111	Украина	9	85	71	83	80
Prestige	Чехия	9	87	71	78	79
Viking	Германия	9	89	70	84	81
Philadelphie	Германия	9	86	71	81	79
3Sx	–	–	5,5	4,1	5,0	–

Одним из основных факторов, снижающих количество и качество зерна, являются болезни растений. Устойчивость растений к болезням также является важным показателем. В условиях Ростовской области яровой ячмень в отдельные годы может в значительной степени поражаться грибными заболеваниями.

Проявления карликовой ржавчины и мучнистой росы за годы изучения были незначительными (0–1 балл). Так, в 2017 году только

лишь у сорта Тан 1 (Россия) поражение мучнистой росой было 1,5–2 балла (умеренно устойчивый).

На посевах ярового ячменя проявление сетчатого гельминтоспориоза в 2017 и в 2019 году отмечено не было, в условиях 2018 года устойчивость к болезни проявили 66% сортов (0–1,5), 34% сортов являлись умеренно устойчивыми (1,5–2,0) (рис. 5).

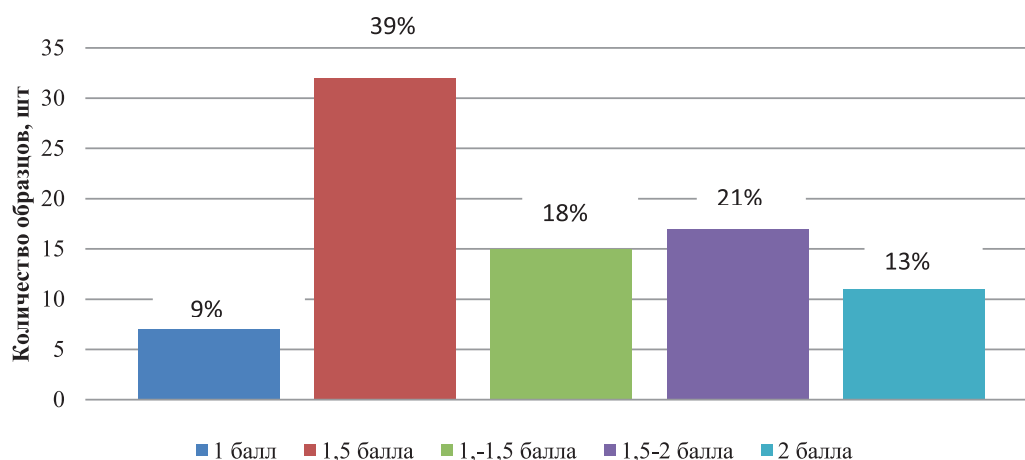


Рис. 5. Проявление сетчатого гельминтоспориоза ярового ячменя (2018 г.)

Fig. 5. Manifestation of spring barley net blotch (2018)

Во влагообеспеченном 2017 году минимальное содержание белка в зерне было у сорта Ясный (Россия) – 7,9%, а максимальное у сорта Selen (Югославия) – 10,2%, стандарт Ратник – 9,3%. В 2018 году минимальное значение было у сорта Юла (Россия) – 9,6%, а у 16% сортов (13 шт.) содержание белка было в пределах от 11 до 11,7%, у стандарта Ратник – 10,4%. В условиях 2019 года, более благоприятного для накопления белка в зерне, показатели его содержания превысили предыдущие годы. Так, минимальное – значение по данному признаку у сорта Одесский 22 (Украина) – 11,9%, а максимальное у сорта Заветный (Россия) и Philadelphia (Германия) – 15,1%, у стандарта Ратник – 12,9%.

В результате проведенного корреляционного анализа было выявлено, что между признаками «урожайность» и «содержание белка в зерне» существует достоверная слабая отрицательная связь ($r = -0,22$, $p = 0,04$). Выделены генетические источники с урожайностью от 5,0 т/га и высоким содержанием белка в зерне: Philadelphia (5,0 т/га, 11,7%), Viking (5,2 т/га, 11,2%) (Германия), Selen (5,0 т/га, 11,2%) (Югославия), Заветный (5,0 т/га, 11,4%) (Россия), Бровар (5,1 т/га, 11,2%) (Беларусь).

Сорта, сочетающие комплекс хозяйственно-ценных признаков – Казер, Азов, Тан 1, Дивный, Челябинский 99, Хаджибей, Раушан, Агат, Рахат, Суздавец, Русь, Багрец, Эльф (Россия), Норд 071111, Одесский 22, Донецкий 14, Донецкий 15, Оболонь (Украина),

Prestige, Perun (Чехия), Philadelphia, Viking (Германия).

Выводы. В результате проведенных исследований выделены сорта, которые будут использованы в селекционных программах:

1. Источники скороспелости: Зерноградский 244, Безенчукский 2 (Россия), Danuta (Германия), Одесский 22 (Украина);

2. Высокоурожайные: Юла (Россия), Perun (Чехия), Оболонь, Норд 071111, Донецкий 15, Донецкий 14 (Украина);

3. Источники крупнозерности: Камышинский 23 (Россия), Східний, Одесский 22, Командир (Украина);

4. Источники озерненности колоса: Владимир, Раушан (Россия), Дзівосны (Беларусь), Оболонь (Украина), Perun (Чехия), Pasadena (Германия);

5. Устойчивые к полеганию: Челябинский 99, Рахат, Эльф (Россия), Норд 071111 (Украина), Prestige (Чехия), Viking, Philadelphia (Германия);

6. С высоким содержанием белка в зерне: Заветный (Россия), Philadelphia, Viking (Германия), Selen, (Югославия), Бровар (Беларусь);

7. Сорта, сочетающие комплекс хозяйственно-ценных признаков Казер, Азов, Тан 1, Дивный, Челябинский 99, Хаджибей, Раушан, Агат, Суздавец, Багрец, Русь, Эльф, Рахат (Россия), Норд 071111, Оболонь, Одесский 22, Донецкий 14, Донецкий 15 (Украина), Perun, Prestige (Чехия), Viking, Philadelphia (Германия).

Библиографические ссылки

1. Грабовец А.И., Кадушкина В.П., Коваленко С.А. Совершенствование методологии селекции яровой твердой пшеницы в условиях меняющегося климата // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2019. № 3. С. 33–36. DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/33-36.
2. Гудзенко В.Н. Статистическая и графическая (GGE biplot) оценка адаптивной способности и стабильности селекционных линий ячменя озимого // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. Т. 23. № 1. С. 110–118. DOI: 10.18699/VJ19.469.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Альянс. 2014. 351 с.
4. Ерошенко Л.М., Ромахин М.М., Ерошенко Н.А., Левакова О.В., Дедушев И.А., Наумова В.В. Использование метода оценки адаптивной способности, стабильности генотипов и дифференцирующей способности среды в селекции ярового ячменя на повышение качества зерна // Зерновое хозяйство России. 2018. № 6(60). С. 55–59. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-55-59.
5. Методические указания ВИР по изучению мировой коллекции овса, ржи, ячменя. Санкт-Петербург, 2012. 63 с.
6. Поползухин П.В., Николаев П.Н., Анисков Н.И., Юсова О.А., Сафонова И.В., Быков С.А. Агробиологическая характеристика кормового сорта ярового ячменя Саша // Достижения науки и техники в АПК. 2019. Т. 33. № 4. С. 27–29. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10106.
7. Солонечный П.Н. AMMI и GGE biplot анализ взаимодействия генотип – среда линий ячменя ярового // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. Т. 21. № 6. С. 657–662. DOI: 10.18699/VJ17.283.
8. Мирбекова С.К., Афанасьева Ю.В., Куликов И.М., Ковалева О.Н., Ионова Н.Э. Исходный материал для селекции ярового ячменя в центральной нечерноземной зоне // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2019. № 6. С. 19–23. DOI: 10.30850/vrsn/2019/6/19-23.
9. Торбина И.В., Хакимова А.Г. Исходный материал для селекции озимой пшеницы // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 6. С. 34–37. DOI: 10.30850/vrsn/2018/6/34-37.
10. Турина Е.Л., Прахова Т.Я., Турин Е.Н., Зубоченко А.А., Прахов В.А. Оценка сортообразцов рыжика озимого (*Camelina sylvestris* Waller ssp. *pilosa* Zing.) по экологической адаптивности // Сельскохозяйственная биология. 2020. Т. 55. № 3. С. 564–572. DOI: 10.15389/agrobiology.2020.3.564rus.

References

1. Grabovec A.I., Kadushkina V.P., Kovalenko S.A. Sovershenstvovanie metodologii selekcii yarovoj tverdoj pshenicy v usloviyah menyayushchegosya klimata [Improvement of the spring durum wheat breeding methodology in the changing climate conditions] // Vestnik ros-sijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2019. № 3. S. 33–36. DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/33-36.

2. Gudzenko V.N. Statisticheskaya i graficheskaya (GGE biplot) ocenka adaptivnoj sposobnosti i stabil'nosti selekcionnyh linij yachmenya ozimogo [Statistical and graphical (GGE biplot) estimation of the adaptability and stability of breeding winter barley lines] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2019. T. 23. № 1. S. 110–118. DOI: 10.18699/VJ19.469.

3. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Al'yans. 2014. 351 s.

4. Eroshenko L.M., Romahin M.M., Eroshenko N.A., Levakova O.V., Dedushev I.A., Naumova V.V. Ispol'zovanie metoda ocenki adaptivnoj sposobnosti, stabil'nosti genotipov i differenciruyushchej sposobnosti sredy v selekcii yarovogo yachmenya na povyshenie kachestva zerna [Use of the estimation method for adaptability, genotypes' stability and differentiating ability of the environment when breeding spring barley for grain quality improvement] // Zernovoe hozayajstvo Rossii. 2018. № 6(60). S. 55–59. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-55-59.

5. Metodicheskie ukazaniya VIR po izucheniyu mirovoj kollekcii ovs, rzh, yachmenya [Methodological recommendations of the VIR for the study of the world collection of oats, rye, barley]. Sankt-Peterburg, 2012. 63 s.

6. Popoluhin P.V., Nikolaev P.N., Anis'kov N.I., YUsova O.A., Safonova I.V., Bykov S.A. Agrobiologicheskaya karakteristika kormovogo sorta yarovogo yachmenya Sasha [Agrobiological characteristics of the forage spring barley variety 'Sasha'] // Dostizheniya nauki i tekhniki v APK. 2019. T. 33. № 4. S. 27–29. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10106.

7. Solonechnyj P.N. AMMI i GGE biplot analiz vzaimodejstviya genotip – sreda li-nij yachmenya yarovogo [AMMI and GGE biplot analysis of the correlation 'genotype – environment' of the spring barley lines] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2017. T. 21. № 6. S. 657–662. DOI: 10.18699/VJ17.283.

8. Temirbekova S.K., Afanas'eva YU.V., Kulikov I.M., Kovaleva O.N., Ionova N.E. Iskhodnyj material dlya selekcii yarovogo yachmenya v central'noj nechernozemnoj zone [Initial material for spring barley breeding in the central non-blackearth (chernozem) zone] // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2019. № 6. S. 19–23. DOI: 10.30850/vrsn/2019/6/19-23.

9. Torbina I.V., Hakimova A.G. Iskhodnyj material dlya selekcii ozimoy pshenicy [Initial material for winter wheat breeding] // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2018. № 6. S. 34–37. DOI: 10.30850/vrsn/2018/6/34-37.

10. Turina E.L., Prahova T.YA., Turin E.N., Zubochenko A.A., Prahov V.A. Ocenka sortoobrazcov ryzhika ozimogo (*Camelina sylvestris* Waller ssp. *pilosa* Zing.) po ekologicheskoj adaptivnosti [Estimation of the winter camelina variety samples (*Camelina sylvestris* Waller ssp. *Pilosa* Zing.) according to ecological adaptability] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2020. T. 55. № 3. S. 564–572. DOI: 10.15389/agrobiology.2020.3.564rus.

Поступила: 30.09.21; принята к публикации: 18.10.21.

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. Филиппов Е.Г. – концептуализация и проектирование исследования, анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи; Донцова А.А. – выполнение полевых опытов, анализ данных и интерпретация; Донцов Д.П. – выполнение полевых опытов, сбор и анализ данных; Дорошенко Э.С. – выполнение полевых опытов, сбор данных; Засыпкина И.М. – выполнение полевых опытов, сбор и анализ данных, подготовка рукописи; Брагин Р.Н. – выполнение полевых опытов, сбор данных.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ОЦЕНКА СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В МЕЖСТАНЦИОННОМ ИСПЫТАНИИ ПО ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ

М.М. Иванисов, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, ivanisov561991@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7395-0910;

Д.М. Марченко, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

Е.И. Некрасов, кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, 89585748977@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9505-7899

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

Целью данного исследования являлось выделение источников хозяйственно-ценных признаков и свойств озимой мягкой пшеницы для целенаправленного включения в селекционные программы. Исследования проводили в питомнике межстанционного испытания в 2019–2021 гг. по предшественнику кукуруза на зерно. Объектом изучения были 66 сортов озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения. Погодно-климатические условия в годы исследования сложились довольно разнообразно, что позволило выделить наиболее ценные сорта для дальнейшего их включения в селекционные программы. Высокую морозостойкость (75,1–89,5%) показали следующие сорта: Насып – 77,6% (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко), Капитан – 75,1%, Вольный Дон – 75,2%, Аксинья – 76,7%, Изюминка – 77,8%, Ермак – 77,9%, Жаворонок – 79,6%, Этюд – 80,1%, Донская степь – 81,3%, Аскет – 89,5% (АНЦ «Донской»). По скороспелости выделено три генотипа: Станичная, Жаворонок и Этюд (АНЦ «Донской»), которые колосились 11–12 мая. Высота изучаемых сортов изменялась от 66 до 96 см, было выделено 5 источников короткостебельности со значением показателя от 66 до 74 см: СО 911 (Франция), Гром, Россыпь, Гомер, Ирда (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко). По крупнозерности был выделен ряд сортов различных научно-исследовательских учреждений: Аксинья (42,0 г), Вольница (43,2 г), Донская степь (43,5 г), Этюд (44,7 г) (АНЦ «Донской»), Барьер (42,4 г) (СКФНАЦ), Донмира (42,6 г) (ФРАНЦ), Илиада (43,0 г) (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко). Лучшими по урожайности в 2019–2021 гг. стали: Донская степь (7,64 т/га), Лилит (7,74 т/га) (АНЦ «Донской»), Гомер (7,73 т/га), Лауреат (8,34 т/га) (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко), Армада (7,70 т/га) (СКФНАЦ), Донмира (7,72 т/га) (ФРАНЦ), Чорнява (7,75 т/га) (Украина). Все выделенные источники можно использовать как полезный исходный материал в селекционных программах по озимой мягкой пшенице.

Ключевые слова: исходный материал, озимая пшеница, сорт, признак, источник.

Для цитирования: Иванисов М.М., Марченко Д.М., Некрасов Е.И. Оценка сортов озимой мягкой пшеницы в межстанционном испытании по хозяйственно-ценным признакам // Зерновое хозяйство России. 2022. № 1(79). С. 11–16. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-11-16.



ESTIMATION OF WINTER BREAD WHEAT VARIETIES IN THE INTER-STATION TESTING ACCORDING TO ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS

M.M. Ivanisov, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory for breeding and seed production of winter bread wheat of semi-intensive type, ivanisov561991@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7395-0910;

D.M. Marchenko, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for breeding and seed production of winter bread wheat of semi-intensive type, wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

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

Agricultural Research Center "Donskoy",

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

The purpose of the current study was to identify sources of economically valuable traits and properties of winter bread wheat for their purposeful introduction in breeding programs. The study was carried out in the inter-station testing in 2019–2021. The objects of the study were 66 winter bread wheat varieties of various ecological and geographical origin sown after maize for grain. Weather and climatic conditions during the years of the study were quite diverse, which made it possible to identify the most valuable varieties for their further introduction in breeding programs. There have been identified the following varieties which showed high frost resistance (75.1–89.5%), namely 'Nasyt' with 77.6% (RCG named after P.P. Lukyanenko), 'Kapitan' with 75.1%, 'Volny Don' with 75.2%, 'Aksinya' with 76.7%, 'Izyuminka' with 77.8%, 'Ermak' with 77.9%, 'Zavoronok' with 79.6%, 'Etyud' with 80.1%, 'Donskaya Step' with 81.3%, 'Asket' with 89.5% (ARC "Donskoy"). According to early maturation, there have been identified three genotypes 'Stanichnaya', 'Zavoronok' and 'Etyud' (ARC "Donskoy"), which formed heads on May 11–12. The height of the studied

varieties varied from 66 to 96 cm, there have been identified such 5 sources of short stems with the indicator from 66 to 74 cm as 'SO 911' (France), 'Grom', 'Rossyp', 'Gomer', 'Irida' (RCG named after P.P. Lukyanenko). There has been determined a number of large-grain varieties from various research institutions, such as 'Aksiniya' (42.0 g), 'Volnitsa' (43.2 g), 'Donskaya Step' (43.5 g), 'Etyud' (44.7 g) (ARC "Donskoy"), 'Barier' (42.4 g) (NCFRAC), 'Donmira' (42.6 g) (FARC), 'Iliada' (43.0 g) (RCG named after P.P. Lukyanenko). According to productivity, the best varieties in 2019–2021 were 'Donskaya step' (7.64 t/ha), 'Lilit' (7.74 t/ha) (ARC "Donskoy"), 'Gomer' (7.73 t/ha), 'Laureat' (8.34 t/ha) (RCG named after P.P. Lukyanenko), 'Armada' (7.70 t/ha) (NCFRAC), 'Donmira' (7.72 t/ha) (FARC), 'Chornyava' (7.75 t/ha) (Ukraine). All identified sources can be used as useful initial material in the programs of winter bread wheat breeding.

Keywords: initial material, winter wheat, variety, trait, source.

Введение. Проблема выведения новых высокоурожайных сортов озимой мягкой пшеницы, наиболее адаптированных к определенным почвенно-климатическим условиям, не потеряла своей актуальности. Основным методом получения нового селекционного материала остается внутривидовая гибридная родительских форм, отдаленных в эколого-географическом отношении (Грабовец и др., 2021; Дробыш и Тарануха, 2017).

Меняющиеся условия сельскохозяйственного производства предъявляют все новые требования к возделываемым сортам сельскохозяйственных культур. В связи с чем, создание высокопродуктивных сортов озимой мягкой пшеницы, обладающих набором хозяйственно-ценных признаков и свойств, – главная задача селекционеров на современном этапе. Успешное решение её может быть достигнуто на основе широкого вовлечения в гибридизацию их лучших источников (Громова и др., 2020; Самофалова и др., 2018).

Цель исследований – выделить источники хозяйственно-ценных признаков и свойств озимой мягкой пшеницы для целенаправленного включения в селекционные программы.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили в отделе селекции и семеноводства озимой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2019–2021 гг. В межстанционном испытании изучали 66 сортов озимой мягкой пшеницы.

Предшественник – кукуруза на зерно, норма высева – 500 всхожих зерен на 1 м², площадь делянки – 10 м², посев проводили в трехкратной повторности. Стандарт – Дон 107. Закладку опыта, учеты и наблюдения проводили согласно Методике полевого опыта (2014) и Государственного сортоиспытания (1989).

Почва опытного поля представлена черноземом обыкновенным. Климат южной зоны Ростовской области в целом благоприятен для возделывания озимой мягкой пшеницы. Погодно-климатические условия за годы исследований сложились довольно разнообразно, что позволило выделить наиболее ценные сорта для дальнейшего их включения в селекционные программы. Условия 2018–2019 сельскохозяйственного года по количеству выпавших осадков (521,4 мм), их распределению в течение вегетационного периода, температуре воздуха оказались более типичным для Зерноградского района, чем другие. 2019–2020 г., несмотря на оптимальные условия при посеве, оказался неблагоприятным для формирования высокого урожая, из-за

возврата заморозков и резких колебаний температуры в весенний период. 2020–2021 г. характеризовался повышенным температурным режимом (+2,0 °C к норме) и неравномерным по сезонам распределением осадков в течение вегетационного периода озимой пшеницы. В целом погодные условия позволили получить достаточно высокую урожайность по предшественнику кукуруза на зерно.

Результаты и их обсуждение. В питомнике межстанционного испытания в 2019–2021 гг. по предшественнику кукуруза на зерно было изучено 66 сортов озимой мягкой пшеницы отечественной и зарубежной селекции. Из них 36% изучаемых генотипов были созданы в Национальном центре зерна им. П.П. Лукьяненко (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко), 32% – в «Аграрном научном центре «Донской» («АНЦ «Донской»», 14% – в Северо-Кавказском Федеральном аграрном центре (СКФНАЦ), 6% в Федеральном Ростовском аграрном научном центре (ФРАНЦ) и 12% образцов относились к иностранной селекции (Украина, Франция, Германия и Чехия).

Создание морозостойких сортов озимой мягкой пшеницы с набором хозяйственно-ценных признаков по-прежнему остается важнейшей задачей селекции этой культуры. В качестве основного способа оценки морозостойкости в «АНЦ «Донской» используется промораживание растений, выращенных в посевных ящиках, в холодильных установках. Успех селекции данной культуры на устойчивость к отрицательным температурам определяется наличием эффективных источников данного свойства (Каменова и др., 2019).

В наших исследованиях значения сохранности растений после проморозки при температуре минус 19 °C варьировала от 19,7% у сорта СО 911 (Франция) до 89,5% у сорта Аскет («АНЦ «Донской») (рис. 1).

Среднее значение по опыту составило 58,9% живых растений, у высокоморозостойкого стандартного сорта Дон 107 – 82,2%. На уровне стандарта по данному показателю оказалось 40% изучаемых генотипов озимой мягкой пшеницы. Лучшими по морозостойкости в наших исследованиях оказались следующие сорта: Насып – 77,6% (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко), Капитан – 75,1%, Вольный Дон – 75,2%, Аксинья – 76,7%, Изюминка – 77,8%, Ермак – 77,9%, Жаворонок – 79,6%, Этиод – 80,1%, Донская степь – 81,3%, Аскет – 89,5% («АНЦ «Донской»). Все вышеназванные сорта могут служить надежными источниками для создания морозостойких генотипов в зонах возделывания культуры.

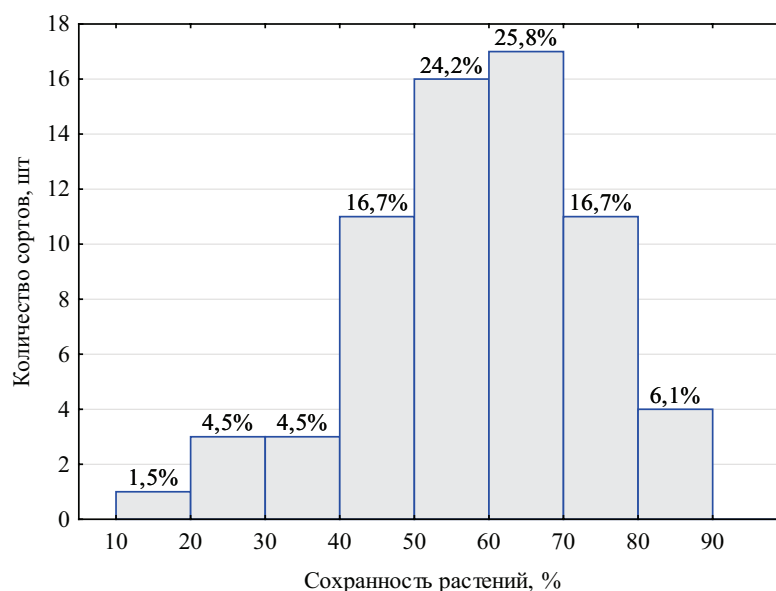


Рис. 1. Распределение сортов озимой мягкой пшеницы в межстанционном испытании по сохранности растений (2019–2021 гг.)

Fig. 1. Distribution of the winter bread wheat varieties in the inter-station testing according to plant safety (2019–2021)

Анализ данных сохранности растений сортов озимой мягкой пшеницы различных учреждений-оригинаторов показал, что наиболее морозостойкими оказались генотипы, созданные в «АНЦ «Донской» – 71,3%; низкоморозостойкими – образцы иностранной селекции (37,7%).

Сроки выколашивания в значительной мере определяют приспособленность сорта

к агроэкологическим условиям среды. В засушливые годы раннеспелые генотипы «уходят» от негативных последствий жары и засухи, что дает им преимущество перед позднеспелыми образцами.

В среднем за 2019-2021 гг. изучаемые сорта колосились с 11 мая – Станичная и Жаворонок («АНЦ «Донской») по 24 мая – Butterfly и Viki (Чехия) (рис. 2).

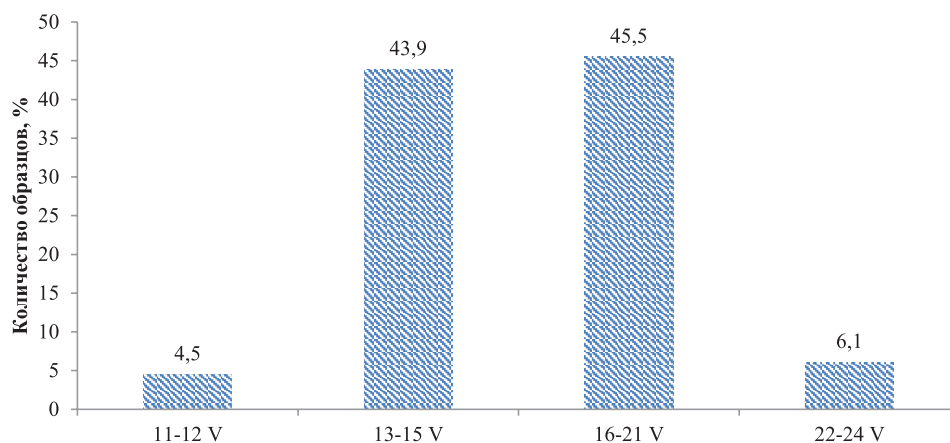


Рис. 2. Распределение сортов озимой мягкой пшеницы в межстанционном испытании по дате колошения (2019–2021 гг.)

Fig. 2. Distribution of the winter bread wheat varieties in the inter-station testing according to the date of heading stage (2019–2021)

Основная часть изучаемых сортов относилась к среднеранней (13–15 мая) и среднеспелой (16–21 мая) группам созревания 43,9 и 45,5% соответственно. Было выделено три источника раннеспелости: Станичная, Жаворонок и Этюд («АНЦ «Донской»), у которых колошение отмечалось 11–12 мая.

При селекции интенсивных сортов, обладающих комплексом ценных признаков, для условий нашей страны немаловажным признаком является высота растений. Изучаемые образцы относились к полукарликовой и низкорослым группам с размахом варьирования данного признака от 66 до 96 см (рис. 3).

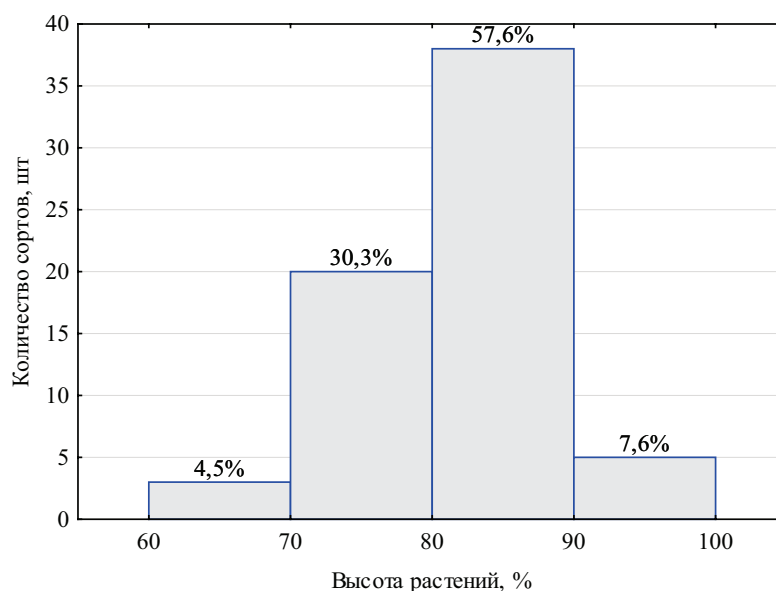


Рис. 3. Распределение сортов озимой мягкой пшеницы в межстанционном испытании по высоте растений (2019–2021 гг.)

Fig. 3. Distribution of the winter bread wheat varieties in the inter-station testing according to plant height (2019–2021)

Высота растений основной массы (57,6%) изучаемых сортов озимой мягкой пшеницы составила 80–90 см. В результате исследований было выделено 5 источников короткостебельности с высотой растений от 66 до 74 см: СО 911 (Франция), Гром, Россыпь, Гомер, Ирда (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко).

В результате проведенного корреляционного анализа была выявлена средняя отрицательная связь ($r = -0,30 \pm 0,12$) урожайности и высоты растений. Максимальная урожайность 7,36 т/га получена у короткостебельных сортов с высотой 66,0–69,9 см.

Условия внешней среды оказывают существенное влияние на формирование элементов структуры урожайности. Однако, признак «масса 1000 зерен» обладает низкой изменчивостью, поэтому это дает возможность селекционерам использовать его в качестве критерия при отборе адаптивных форм и источника крупнозерности при гибридизации.

В среднем за три года (2019–2021 гг.) значения массы 1000 зерен изменялись от 30,4 г у сорта Таулан (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко) до 44,7 г у сорта Этюд («АНЦ «Донской») (рис. 4).

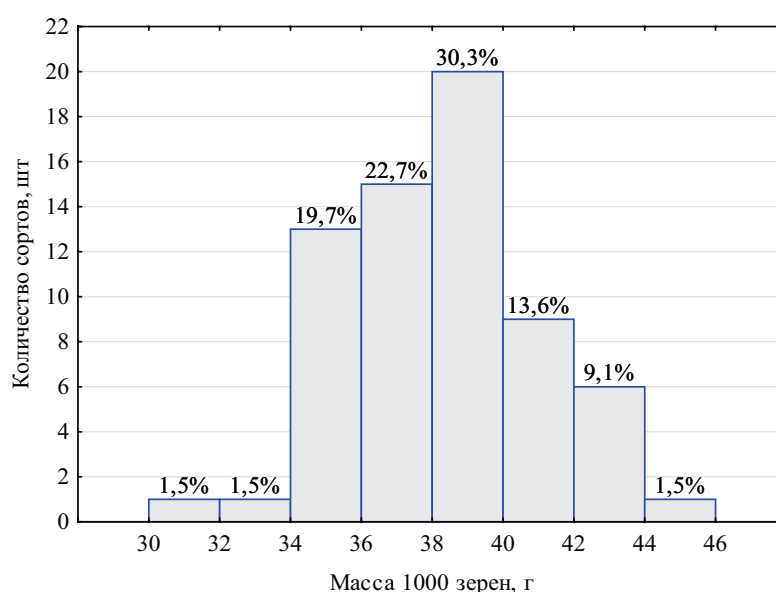


Рис. 4. Распределение сортов озимой мягкой пшеницы в межстанционном испытании по массе 1000 зерен (2019–2021 гг.)

Fig. 4. Distribution of the winter bread wheat varieties in the inter-station testing according to 1000-grain weight (2019–2021)

Значение признака стандартного сорта Дон 107 составило 38,6 г при среднем значении по опыту 38,3 г. Массу 1000 зерен более 40 г сформировали 24,2% изучаемых образцов. По данному признаку был выделен ряд сортов различных научно-исследовательских учреждений: Аксинья (42,0 г), Вольница (43,2 г), Донская степь (43,5 г), Этюд (44,7 г) («АНЦ «Донской»), Барьер (42,4 г) (СКФНАЦ), Донмира (42,6 г) (ФРАНЦ), Илиада (43,0 г) (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко).

Создание высокопродуктивных сортов озимой мягкой пшеницы, хорошо приспособлен-

ных к определенным почвенно-климатическим условиям – главная задача селекционеров на современном этапе. Успешное ее решение может быть достигнуто на основе широкого вовлечения в гибридизацию лучших образцов различного эколого-географического происхождения (Рыбась, 2016; Manukyan and Miroshnikova, 2020).

Урожайность изучаемых сортов озимой мягкой пшеницы в межстанционном испытании изменялась в широких пределах – от 6,01 до 8,34 т/га, стандарт сформировал 6,78 т/га (рис. 5).

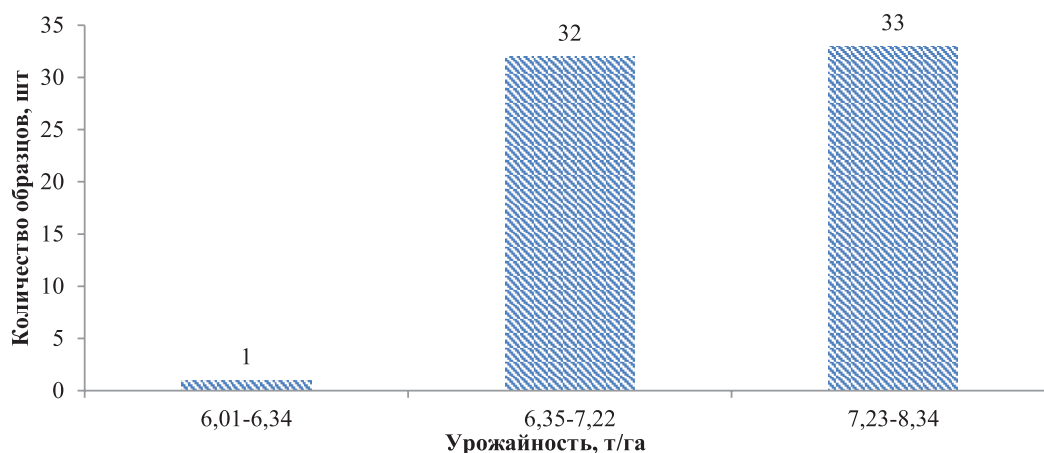


Рис. 5. Распределение сортов озимой мягкой пшеницы в межстанционном испытании по урожайности (2019–2021 гг.)

Fig. 5. Distribution of the winter bread wheat varieties in the inter-station testing according to productivity (2019–2021)

На уровне стандартного сорта по урожайности были 32 изучаемых образца. Достоверно превысили Дон 107 33 сорта со значениями признака от 7,23 до 8,34 т/га. Лучшими по урожайности в 2019–2021 гг. стали 7 сортов: Донская степь (7,64 т/га), Лилит (7,74 т/га) («АНЦ

«Донской»), Гомер (7,73 т/га), Лауреат (8,34 т/га) (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко), Армада (7,70 т/га) (СКФНАЦ), Донмира (7,72 т/га) (ФРАНЦ), Чорнява (7,75 т/га) (Украина). Их характеристика представлена в таблице.

Характеристика сортов озимой мягкой пшеницы, выделившихся по урожайности (2019–2021 гг.)
Characteristics of the winter bread wheat varieties with best productivity (2019–2021)

Сорт	Оригинатор/Страна	Урожайность, т/га	+ к Дон 107, т/га	Масса 1000 зерен, г	Дата колошения, май	Высота растений, см	Морозостойкость, %
Дон 107, стандарт	«АНЦ «Донской»	6,78	–	38,6	14	84	82,2
Донская степь		7,64	0,86	43,5	14	88	81,3
Лилит		7,74	0,96	39,1	14	83	57,8
Гомер	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	7,73	0,95	38,9	20	74	58,5
Лауреат		8,34	1,56	37,9	16	87	67,9
Донмира	ФРАНЦ	7,72	0,94	42,6	17	90	67,9
Армада	СКФНАЦ	7,70	0,92	40,5	14	82	71,0
Чорнява	Украина	7,75	0,97	41,1	14	83	69,1
НСР ₀₅			± 0,44	–	–	–	–

Сорта, представленные в таблице, урожайнее стандарта на 0,86–1,56 т/га, при этом уступают ему по морозостойкости, за исключением сорта зерноградской селекции Донская степь. Высокоурожайные генотипы относятся к среднеранней и среднеспелой группам созревания, они колосились с 14 по 20 мая.

Выводы. Подбор исходного материала в настоящее время имеет особое значение в селекционной работе. По результатам трехлетнего изучения (2019–2021 гг.) сортов озимой мягкой пшеницы в межстанционном сортоиспытании выделены образцы, обладающие высокой морозостойкостью (75,1–89,5%): Капитан,

Вольный Дон, Аксинья, Изюминка, Ермак, Жаворонок, Этюд, Донская степь, Аскет (АНЦ «Донской», Насып (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко); раннеспелостью: Станичная, Жаворонок, Этюд («АНЦ «Донской»), короткостебельностью (66–74 см): СО 911 (Франция), Гром, Россыпь, Гомер, Ирда (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко); крупнозерностью (42,0–44,7 г): Аксинья, Вольница, Донская степь, Этюд («АНЦ «Донской»),

Барьер (СКФНАЦ), Донмира (ФРАНЦ), Илиада, (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко); высокой продуктивностью (7,64–8,34 т/га): Донская степь, Лилит («АНЦ «Донской»), Гомер, Лауреат (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко), Армада (СКФНАЦ), Донмира (ФРАНЦ), Чорнява (Украина). Все выделенные сорта можно использовать как ценный исходный материал в практической селекции озимой мягкой пшеницы.

Библиографические ссылки

1. Грабовец А.И., Фоменко М.А., Олейникова Т.А., Железняк Е.А. Новые сорта озимой мягкой пшеницы – итог реализации разработок по селекции на продуктивность и адаптивность // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2021. № 2. С. 19–23. DOI: 10.30850/vrsn/2021/2/19-23.
2. Громова С.Н., Костылев П.И., Скрипка О.В., Подгорный С.В., Некрасова О.А. Результаты изучения образцов озимой мягкой пшеницы конкурсного испытания по урожайности и качеству зерна // Аграрная наука. 2020. № 10. С. 56–59. DOI: 10.32634/0869-8155-2020-342-10-56-59.
3. Дробыш А.В., Тарануха Г.И. Использование внутривидовой гибридизации в селекции озимой мягкой пшеницы // Вестник Белорусской ГСХА. 2017. № 2. С. 30–33.
4. Каменева А.С., Самофалова Н.Е., Иличкина Н.П., Макарова Т.С., Дубинина О.А., Костыленко О.А., Олдырева И.М. Оценка сортов различного экологического происхождения по основным признакам и свойствам // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2(62). С. 52–57. DOI: 10.31367/2079-2079-8725-2019-62-2-52-57.
5. Рыбась И.А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 5. С. 617–626.
6. Самофалова Н.Е., Авраменко М.А., Самофалов А.П., Иличкина Н.Е. Селекционно-генетические подходы в оценке перспективности гибридных популяций озимой твердой пшеницы на качество // Зерновое хозяйство России. 2018. № 6(60). С. 41–46.
7. Manukyan I.R., Miroshnikova E.S. Comprehensive assessment of the breeding material of winter wheat for resistance to moisture deficiency and productivity // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. С. 012022.

References

1. Grabovets A.I., Fomenko M.A., Olejnikova T.A., Zheleznyak E.A. Novye sorta ozimoy myagkoj pshenicy – itog realizacii razrabotok po selekcii na produktivnost' i adaptivnost' [The new winter bread wheat varieties, the result of the implementation of breeding developments for productivity and adaptability] // Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2021. № 2. S. 19–23. DOI: 10.30850/vrsn/2021/2/19-23.
2. Gromova S.N., Kostylev P.I., Skripka O.V., Podgornij S.V., Nekrasova O.A. Rezul'taty izucheniya obrazcov ozimoy myagkoj pshenicy konkurnogo ispytaniya po urozhajnosti i kachestvu zerna [The study results of the winter bread wheat samples of the competitive testing according to grain productivity and quality] // Agrarnaya nauka. 2020. № 10. S. 56–59. DOI: 10.32634/0869-8155-2020-342-10-56-59.
3. Drobysch A.V., Taranuho G.I. Ispol'zovanie vnutrividovoj gibrizacii v selekcii ozimoy myagkoj pshenicy [Use of intraspecific hybridization in winter bread wheat breeding] // Vestnik Belorusskoj GSKHA. 2017. № 2. S. 30–33.
4. Kameneva A.S., Samofalova N.E., Ilichkina N.P., Makarova T.S., Dubinina O.A., Kostylenko O.A., Oldyreva I.M. Ocenka sortov razlichnogo ekologicheskogo proiskhozhdeniya po osnovnym priznakam i svojstvam [Estimation of the varieties of different ecological origin according to the main traits and properties] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 2(62). S. 52–57. DOI: 10.31367/2079-2079-8725-2019-62-2-52-57.
5. Rybas' I.A. Povyshenie adaptivnosti v selekcii zernovykh kul'tur [Adaptability increase in grain crop breeding] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2016. T. 51. № 5. S. 617–626.
6. Samofalova N.E., Avramenko M.A., Samofalov A.P., Ilichkina N.E. Selekcionno-geneticheskie podhody v ocenke perspektivnosti gibridnykh populyacij ozimoy tverdoj pshenicy na kachestvo [Breeding and genetic approaches in estimation of the prospects of winter durum wheat hybrid populations for quality] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 6(60). S. 41–46.
7. Manukyan I.R., Miroshnikova E.S. Somprehensive assessment of the breeding material of winter wheat for resistance to moisture deficiency and productivity // V sbornike: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. S. 012022.

Поступила: 1.12.21; принята к публикации: 13.01.22.

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. Иванисов М.М. – концептуализация исследований, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи, финальная доработка текста; Марченко Д.М. – общее научное руководство, концептуализация исследований, критический анализ текста; Некрасов Е.И. – сбор данных, анализ данных и их интерпретация.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

УДК 631.53.02:633.521(470.317)

DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-17-21

ИЗУЧЕНИЕ СОРТОВ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В УСЛОВИЯХ КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

С.А. Круглова, старший научный сотрудник селекционно-технологического центра, svetiksvetiky@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-6070-9060
Костромской НИИСХ – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха», 156543, Костромская обл., с. Минское, ул. Куколевского, 18; e-mail: kniish.dir@mail.ru

В статье представлены результаты эколого-географического испытания сортов льна масличного в условиях Костромской области. Цель исследований – выявить перспективные сорта льна масличного, адаптированные к почвенно-климатическим условиям нашего региона. Объектами исследования явились 5 сортов селекции ФГБНУ «ФНЦ ВНИИМК имени В.С. Пустовойта» – Бирюза, Ручеек, Нилин, Флиз и ВНИИМК 620, принятый за стандарт. Закладка полевых опытов, учеты и наблюдения проведены по методике полевого опыта, а также в соответствии с методическими указаниями по проведению полевых агротехнических опытов с масличными культурами. Установлена реакция сортов на агрометеорологические условия региона. Vegetационный период льна составил от 103 до 110 суток. Выявлено, что данные сорта, относящиеся к группе среднеспелых, за время изучения показали себя как позднеспелые. В среднем за годы исследований наибольшая урожайность семян получена у сортов Бирюза – 1,16 и Флиз – 1,12 т/га. У всех сортов установлена высокая положительная корреляция между урожайностью семян и густотой стояния растений на м². Самые большие показатели масличности зафиксированы у сортов Бирюза – 50,2 и Ручеек – 50,3%. Наибольший выход масла получен у сортов Бирюза – 0,58 и Ручеек – 0,56 т/га. Самые крупные семена сформировали ВНИИМК 620 – 7,92 и Флиз – 8,34 г. Установлено, что среди изученных сортов по основным хозяйственно-ценным признакам можно выделить два сорта: Бирюза и Ручеек. В почвенно-климатических условиях Костромской области, несмотря на увеличение вегетационного периода, формируются полноценные семена льна масличного с высокими сортовыми и посевными качествами.

Ключевые слова: лен масличный, вегетационный период, урожайность, масличность.

Для цитирования: Круглова С.А. Изучение льна масличного в условиях Костромской области // Зерновое хозяйство России. 2022. № 1(79). С. 17–21. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-17-21.



THE STUDY OF OILSEED FLAX VARIETIES IN THE KOSTROMA REGION

S.A. Kruglova, senior researcher of the breeding and technological center, svetiksvetiky@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-6070-9060
Kostroma RIA, the branch of the FSBSI "Russian Potato Research Center named after A.G. Lorkh", 156543, Kostroma region, v. of Minskoe, Kukolevsky Str., 18; e-mail: kniish.dir@mail.ru

The current paper has presented the results of ecological and geographical testing of oilseed flax varieties in the Kostroma region. The purpose of the current study was to identify promising oilseed flax varieties adapted to the soil and climatic conditions of our region. The objects of the study were 5 varieties 'Biryuza', 'Rucheech', 'Nilin', 'Fliz' and 'VNIIMK 620' (as the standard variety) developed in the of the 'FRC VNIIMK named after V.S. Pustovoi'. The trials were laid down, recorded and observed according to the methodology of a field trial, as well as in accordance with the recommendations for conducting field agrotechnical experiments with oilseeds. There has been established a reaction of varieties to the agrometeorological conditions of the region. The vegetation period of flax ranged from 103 to 110 days. There was revealed that these varieties of the middle-maturing group, showed themselves as late-maturing during the study. On average, over the years of study, the highest seed productivity was given by the varieties 'Biryuza' (1.16 t/ha) and 'Fliz' (1.12 t/ha). All varieties had a high positive correlation between seed productivity and plant density per m². The largest oil content was identified in the varieties 'Biryuza' (50.2%) and 'Rucheech' (50.3%). The largest oil productivity was given by the varieties 'Biryuza' (0.58 t/ha) and 'Rucheech' (0.56 t/ha). The largest seeds were formed by the varieties 'VNIIMK 620' (7.92 g) and 'Fliz' (8.34 g). There has been established that two varieties 'Biryuza' and 'Rucheech' are the best ones among the studied varieties according to the main economically valuable traits. In the soil and climatic conditions of the Kostroma region, there can be formed complete flax seeds with high varietal and sowing qualities despite the increase in their vegetation period length.

Keywords: oilseed flax, vegetation period, productivity, oil content.

Введение. В конце 20 века возрос интерес к культурному льну во всем мире. Его начали возрождать как сельскохозяйственную культуру с новыми перспективными направлениями использования в промышленности, а также лен стали использовать как модель для научных исследований (Брач и др., 2010) Лен масличный – это ценная сельскохозяйственная культура универсального использования. В семенах льна содержится до 50% масла, которое применяют для пищевых и технических целей (Зальцман,

2017). Экономически выгодно использовать не только семена, но и соломку. В стеблях масличного льна содержится до 18% волокна, которое можно использовать для изготовления грубых тканей, шпагата, упаковочных и теплоизоляционных материалов и т.д. (Пороховинова и др., 2016). Крупномасштабным лигноцеллюлозным сырьем для производства целлюлозы могут являться многие травянистые растения, в том числе отходы льняного производства (Левданский и др., 2014). Волокно масличного

льна в смеси с другими волокнами может быть использовано не только для производства товаров промышленного назначения, но и в производстве текстильных изделий (Tuluchenko et al., 2016).

Согласно майским указам президента РФ 2018 года, перед масложировым комплексом России ставится задача увеличения экспорта растительного масла. Для решения поставленной задачи перспективным вариантом является использование в производстве новых сортов и усовершенствованных технологий. Лен масличный привлекательная культура для аграриев, но в настоящее время недостаточно распространённая (Мамырко и др., 2020).

В последние годы в России наблюдается подъем производства льна масличного, поскольку он неприхотлив к условиям возделывания и не требует специализированной техники как лен-долгунец. Для его выращивания можно использовать технологию зерновых (Лукомец и др., 2015).

Лен масличный относительно влаголюбивая культура. Минимальная температура, необходимая для прорастания семян, 5–7 °С. Сумма активных положительных температур для роста и развития растений составляет 1600–1850 °С, что характерно для основных земледельческих регионов России. Растения льна способны переносить кратковременные заморозки до -3–5 °С. Лен масличный предъявляет невысокие требования к почве. Оптимальными для его выращивания являются почвы, средние по механическому составу со значениями кислотности pH = 5,5–6,7 (Лукомец и др., 2010).

Технология возделывания льна масличного в каждом конкретном регионе будет иметь свою особенность, определенную спецификой природно-климатических ресурсов, местом в севообороте, видовым составом сорных растений, вредителей и т.д. (Мамырко и др., 2020).

Цель исследований – выявить перспективные сорта льна масличного, адаптированные к почвенно-климатическим условиям Костромской области.

Материалы и методы исследования. Исследования по теме проводили в 2018–2020 гг. на опытном поле Костромского НИИСХ – филиала ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха» с сортами масличного льна селекции ФГБНУ «ФНЦ ВНИИМК имени В.С. Пустовойта»: ВНИИМК 620, Нилин, Бирюза, Ручеек, Флиз. Закладка полевых опытов, учеты и наблюдения проведены по методике полевого опыта, а также в соответствии с методическими указаниями по проведению полевых агротехнических опытов с масличными культурами (Доспехов, 2014; Лукомец и др., 2010).

Почва опытного участка – окультуренная дерново-подзолистая, среднесуглинистая со среднекислой степенью кислотности. Пахотный горизонт 23–25 см. В почве зафиксировано низкое содержание гумуса (1,32%) (по Тюриной), среднее содержание обменного ка-

лия (80 мг/кг), высокое – фосфора (209 мг/кг) (по Кирсанову). Площадь под опытной делянкой составила 3 м², повторность – четырехкратная. Обработка почвы: зяблевая вспашка на глубину 22–23 см. Закрытие влаги дискованием, культивация на 10–12 см с боронованием, предпосевная обработка – комбинированным агрегатом (культивация на 4–6 см, выравнивание и прикатывание почвы). В 2018 и 2020 гг. посев проводили 15 мая, в 2019 году – 25 мая на глубину 1,5–2,0 см ручной сеялкой, уборку осуществляли тереблением вручную. Норма высева семян составила 8 млн шт./га.

Исходя из анализа среднемноголетних метеорологических данных, следует, что в Костромском регионе складываются благоприятные условия для роста и развития льна. При проведении наших исследований погодные условия были различными по годам. Метеоусловия 2018 года были близки к среднемноголетним показателям по сумме температур воздуха, осадков и ГТК за вегетационный период. Период вегетации 2019 года отличался нестабильностью. С третьей декады июня по вторую декаду августа средняя температура воздуха была ниже среднемноголетней. Избыток осадков чередовался с недостатком на протяжении всего периода вегетации льна. Условия вегетации 2020 года в целом характеризовались температурным фоном, близким среднемноголетним значениям, за исключением прохладной второй-третьей декады мая и повышенным количеством осадков, основное количество которых выпало преимущественно в первую-вторую декады мая (ГТК – 7,96), третью июля (ГТК – 2,35) и третью августа (ГТК – 2,50). За период вегетации ГТК составил 2,44 (для льна оптимально умеренное увлажнение при ГТК 1,30–1,60).

Результаты и их обсуждение. В 2018–2019 гг. фаза полных всходов у изучаемых сортов льна масличного отмечена на шестые-седьмые сутки после посева. В одно и то же время наступила фаза «ёлочка». Начиная с фазы бутонизации, проявилось отставание в развитии растений сорта Нилин. В 2019 году значительно затянулось наступления фазы ранней желтой спелости. Уборка опытных делянок была проведена в начале желтой спелости, так как появилась угроза наступления ночных заморозков. Первый заморозок до -2 °С зафиксирован 20 сентября в день уборки сорта Нилин.

В 2020 году в результате пониженного температурного фона мая на уровне 7,0–10,4 °С и избыточного увлажнения, фаза полных всходов льна в опыте отмечена на шестнадцатые-семнадцатые сутки после посева, что не характерно для культуры льна в нашем регионе. Фаза бутонизации у сорта Флиз зафиксирована на два дня раньше, чем у остальных сортов. В фазу цветения раньше всех вступил сорт Бирюза. Из-за прохладной и дождливой погоды наблюдался растянутый период от начала ранней желтой спелости до наступления фазы полной желтой спелости. В итоге продолжи-

тельность вегетационного периода масличного льна составила 96–102 суток.

В годы исследований вегетационный период у изучаемых сортов варьировал от 96 до 115 суток. В среднем данный период составил от 103 до 108 суток (рис. 1). Самым

позднеспелым оказался сорт Нилин с периодом вегетации 108 суток, у остальных сортов продолжительность вегетации составила 103–104 суток. Все исследуемые сорта оказались позднеспелыми.

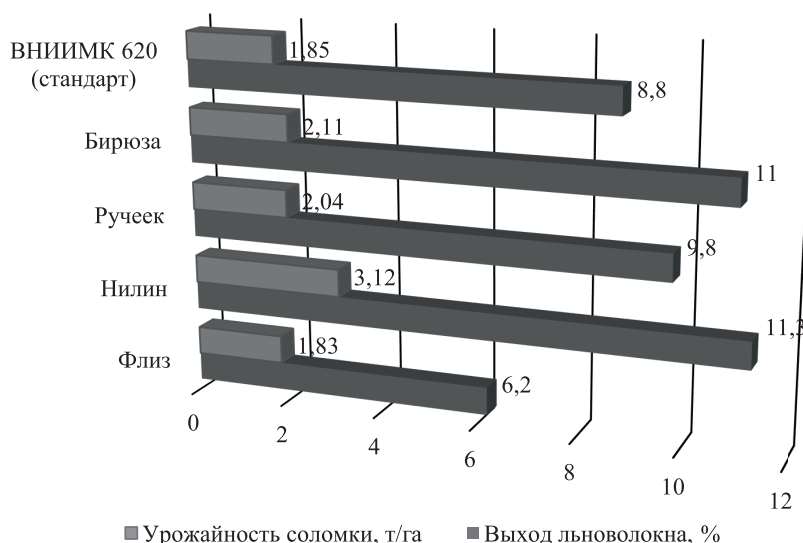


Рис. 1. Вегетационный период и высота растений сортов льна масличного в среднем за 3 года
Fig. 1. Vegetation period and plant height of oilseed flax varieties on average for 3 years

В годы проведения исследований высота растений перед уборкой по сортам достигла 53,0–75,3 см. В среднем наибольшая высота растений зафиксирована у сорта Нилин – 71,7 см, что на 13,0 см выше стандартного сорта ВНИИМК 620. Высота растений остальных сортов отличалась от стандартного на 0,2–1,8 см. Отмечена положительная корреляция высоты растений с урожайностью соломы ($r = 0,89 \pm 0,14$). При достаточной высокой стабильности по высоте растений получена выровненная густота стеблестоя

у сортов ВНИИМК 620, Ручеек, Флиз и Бирюза. Наибольшая густота стояния растений перед уборкой отмечена у сорта Нилин. Густота стояния растений перед уборкой положительно коррелировала с урожайностью семян льна масличного ($r = 0,82 \pm 0,15$).

Погодные условия вегетационного периода были в основном благоприятные для нормального развития масличного льна и формирования полноценного урожая семян, о чем свидетельствуют данные анализа структуры урожая семян (табл. 1).

1. Структура урожая изучаемых сортов масличного льна в среднем за 3 года 1. The yield structure of the studied oilseed flax varieties on average for 3 years

Название сорта	Количество растений перед уборкой, шт./ м ²	Количество на 1 растение				Масса семян, г с 1 растения	Масса 1000 семян, г
		продуктивных стеблей, шт.	коробочек, шт.	семян в коробочке, шт.	семян, шт.		
ВНИИМК 620 (стандарт)	600,0	1,02	11,6	7,6	88,3	0,68	7,92
Бирюза	663,3	1,08	9,7	7,2	70,1	0,47	7,02
Ручеек	627,6	1,16	12,0	7,6	91,9	0,64	7,03
Нилин	785,6	1,01	8,5	7,2	61,8	0,37	6,21
Флиз	645,0	1,10	11,1	6,9	77,9	0,63	8,34
НСР ₀₅	37,6	0,12	0,7	0,8	8,8	0,06	0,15

В среднем за годы исследований в посевах льна сформировались в основном растения с числом продуктивных стеблей от 1,01–1,16 штук. В соцветии льна образовалось от 8,5 до 12,0 коробочек. Количество коробочек на одно растение имело среднее значение положительной корреляции с количеством семян в коробочке ($r = 0,59 \pm 0,21$). Наибольшее количество семян с 1 растения образовалось у сорта Ручеек – 91,9 шт. Наибольшая

масса 1000 семян получена у сортов Флиз и ВНИИМК 620 (8,34 и 7,92 г). Относительно мелкие семена образовались у сорта Нилин (6,21 г). Установлена положительная зависимость массы семян с одного растения с количеством семян в коробочке ($r = 0,52 \pm 0,23$), с массой 1000 семян ($r = 0,82 \pm 0,15$).

Наблюдалась очаговая полеглость у сортов Бирюза, Ручеек и Флиз. В целом устойчивость к полеганию у всех сортов была высокая.

Отмечено слабое поражение растений льна антракнозом. Во всех образцах семена льна заражены до 2%. Семена сорта Ручеек поражены крапчатостью до 1% (ГОСТ 12044-93. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями).

Урожайность семян масличного льна определяется количеством семян на растении, их массой и густотой стояния растений. Уборка льна была проведена по мере созревания каждого сорта.

За годы исследований урожайность семян варьировала от 0,63 до 1,54 т/га (табл. 2). В погодных условиях менее благоприятного 2019 года урожайность льна масличного в зависимости от сорта составила от 0,63 до 1,20 т/га. Наибольшей она была у сорта Флиз – 1,20 т/га, что достоверно выше стандартного сорта на 0,42 т/га, или 53,8%. Полученная величина урожайности была обеспечена в том числе, за счет большего числа коробочек, массы семян с растения и массы 1000 семян.

2. Урожайность семян, масличность, выход масла 2. Seed productivity, oil content, oil productivity

Название сорта	Урожайность семян, т/га, по годам			Среднее	Масличность, % среднее за 2018–2020 гг.	Выход масла, т/га
	2018	2019	2020			
ВНИИМК 620 (стандарт)	1,03	0,78	1,25	1,02	48,8	0,498
Бирюза	1,16	1,08	1,24	1,16	50,2	0,582
Ручеек	1,12	1,03	1,18	1,11	50,3	0,558
Нилин	1,10	0,63	1,54	1,09	44,7	0,487
Флиз	1,13	1,20	1,03	1,12	49,2	0,551
НСР ₀₅	0,09	0,13	0,07	–	–	–

В среднем наибольшая урожайность семян получена у сорта Бирюза, что на 13,7% выше стандартного сорта ВНИИМК 620. У остальных сортов она выше на 6,9–9,8%, чем у стандарта. Наибольшие показатели масличности получены у сортов Ручеек, Бирюза и Флиз – 50,3, 50,2 и 49,2% соответственно, что на 0,4–1,5% выше стандартного сорта. Наименьший показатель масличности семян зафиксирован у сорта Нилин – 44,7%, что на 3,9% ниже, чем у ВНИИМК 620.

Кроме семян у льна масличного вторым видом льнопродукции является соломка, из которой получают волокно, отличающееся от волокна льна-долгунца своим качеством. В среднем за годы исследований наибольшая урожайность соломки получена у сорта Нилин, что на 1,27 т/га, или на 68,6%, превысила урожайность стандартного сорта.

В наших исследованиях из соломки была получена треста и определено в ней содержание волокна (рис. 2.)

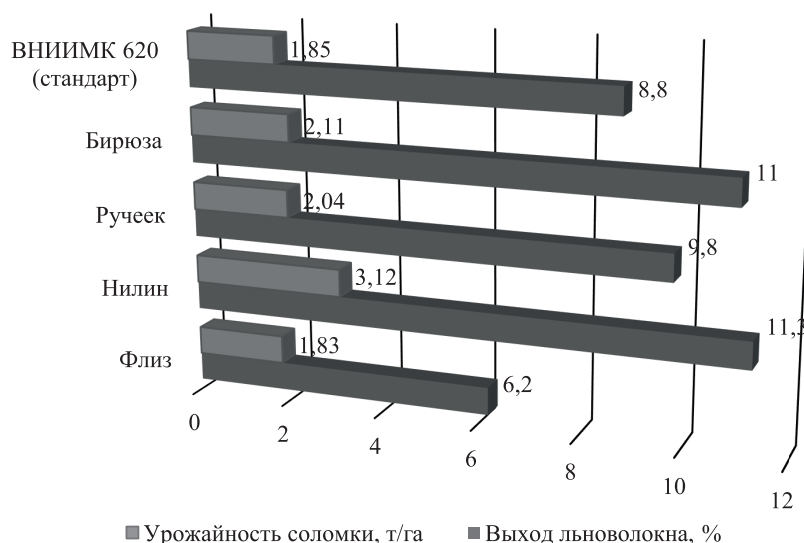


Рис. 2. Урожайность соломки льна масличного и выход льноволокна в среднем за 3 года
Fig. 2. The yield of oil flax straw and flax fiber on average over 3 years

Наибольший показатель выхода волокна получен у сортов Бирюза и Нилин, что на 2,2 и 2,5% выше стандартного сорта соответственно. Менее волокнистыми оказались сорта Флиз (6,2%) и ВНИИМК 620 (8,8%).

Выводы. За три года исследований в агрометеорологических условиях Костромской

области выявлена сортовая специфика льна масличного по продуктивности. В наших исследованиях урожайность, полученная по сортам, оказалась в два раза ниже потенциальной урожайности каждого сорта. Сорта Ручеек, Флиз и Бирюза формировали достаточно выровненное значение по урожайности семян. В среднем

за три года они превосходили стандартный сорт ВНИИМК 620 на 0,09–0,14 т/га с наибольшими показателями масличности от 49,2–50,3%.

Среди изученных сортов по основным хозяйственно ценным признакам выделились два сорта (Бирюза и Ручеек), которые более адаптированы к условиям региона.

В почвенно-климатических условиях Костромской области, несмотря на увеличение вегетационного периода, формируются полноценные семена льна масличного с высокими сортовыми и посевными качествами.

Библиографические ссылки

1. Брач Н.Б., Шаров И.Я., Павлов А.В., Пороховинова Е.А. Разнообразие признаков льна, связанных с формированием волокна, и влияние условий выращивания на их проявление // Экологическая генетика. Том VIII. № 1. 2010. С. 25–35.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и дополн. М.: Альянс, 2014. 351 с.
3. Зальцман В.А. Лен масличный. Производство, хранение, переработка // Нивы России. № 4(148). 2017. С. 55–59.
4. Левданский В.А., Левданский В.А., Кузнецов Б.Н. Способ получения из льна целлюлозного продукта с высоким содержанием альфа-целлюлозы // Сибирский федеральный университет. Вып. 7(1). 2014. С. 63–70.
5. Лукомец В.М., Зеленцов С.В., Кривошлыков К.М. Перспективы и резервы расширения производства масличных культур в Российской Федерации // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. Вып. 4(164). 2015. С. 81–102.
6. Мамырко Ю.В., Бушнев А.С. Изменение элементов структуры урожая льна масличного в зависимости от гидротермических условий, применений и нормы высева семян // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1(67). С. 11–16. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-11-16.
7. Пороховинова Е.А., Шеленга Т.В., Косых Л.А., Санин А.А., Казарина А.В., Кутузова С.Н., Павлов А.В., Брач Н.Б. Биохимическое разнообразие льна по жирокислотному составу семян в генетической коллекции ВИР и влияние условий среды на его проявление // Экологическая генетика. Том XIV. № 1. 2016. С. 13–26. DOI: 10.17816/ecogen14113-26.
8. Tuluchenko N., Chursina L., Krugliy D. Homogeneity investigation of oil flax processing products by quality indexes // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. V. 3(84). P. 46–53. DOI: 10.15587/17294061.2016.83593.

References

1. Brach N.B., Sharov I.Ya., Pavlov A.V., Porokhovinova E.A. Raznoobrazie priznakov l'na, svyazannyh s formirovaniem volokna, i vliyaniye usloviy vyrashchivaniya na ih proyavleniye [Variety of flax traits associated with fiber formation and the effect of growing conditions on their manifestation] // Ekologicheskaya genetika. Tom VIII. № 1. 2010. S. 25–35.
2. 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 the study results)]. 5-e izd., pererab. i dopoln. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
3. Zal'cman V.A. Len maslichnyj. Proizvodstvo, hranenie, pererabotka [Oilseed flax. Production, storage, processing] // Nivy Rossii. № 4(148). 2017. S. 55–59.
4. Levdanskiy V.A., Levdanskiy V.A., Kuznecov B.N. Sposob polucheniya iz l'na cellyuloznogo produkta s vysokim soderzhaniem al'fa-cellyulozy [Method for obtaining a cellulose product with a high alpha cellulose percentage from flax] // Sibirskiy federal'nyy universitet. Vyp. 7(1). 2014. S. 63–70.
5. Lukomec V.M., Zelencov S.V., Krivoshlykov K.M. Perspektivy i rezervy rasshireniya proizvodstva maslichnykh kul'tur v Rossijskoj Federacii [Prospects and reserves for expanding the production of oilseed crops in the Russian Federation] // Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskij byulleten' VNIIMK. Vyp. 4(164). 2015. S. 81–102.
6. Mamyрко YU.V., Bushnev A.S. Izmeneniye elementov struktury urozhaya l'na maslichnogo v zavisimosti ot gidrotermicheskikh usloviy, primenenij i normy vyseva semyan [Changes in the oilseed flax yield structure elements depending on hydrothermal conditions, applications and seeding rates] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2020. № 1(67). S. 11–16. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-11-16.
7. Porokhovinova E.A., Shelenga T.V., Kosyh L.A., Sanin A.A., Kazarina A.V., Kutuzova S.N., Pavlov A.V., Brach N.B. Biohimicheskoe raznoobrazie l'na po zhirokislotnomu sostavu semyan v geneticheskoy kollekcii VIR i vliyaniye usloviy sredy na ego proyavleniye [Biochemical flax diversity according to the fatty acid composition of seeds in the VIR genetic collection and the influence of environmental conditions on its manifestation] // Ekologicheskaya genetika. Tom XIV. № 1. 2016. S. 13–26. DOI: 10.17816/ecogen14113-26.
8. Tuluchenko N., Chursina L., Krugliy D. Homogeneity investigation of oil flax processing products by quality indexes // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. V. 3(84). P. 46–53. DOI: 10.15587/17294061.2016.83593.

Поступила: 5.04.21; принята к публикации: 30.06.21.

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. Круглова С.А. – подготовка и выполнение опытов, сбор данных, статистическая обработка данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ СОРТОВ РИСА «АНЦ «ДОНСКОЙ» В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

П.И. Костылев¹, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848;
М.А. Ладатко², кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий, ведущий научный сотрудник лаборатории сортовой агротехники и паспортизации сортов риса, ORCID ID: 0000-0001-7507-8927;
Е.В. Краснова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-3392-4774;
И.А. Зеленева², младший научный сотрудник лаборатории сортовой агротехники и паспортизации сортов риса, ORCID ID: 0000-0002-6723-7403;
Б.В. Фолиянц², младший научный сотрудник лаборатории сортовой агротехники и паспортизации сортов риса, ORCID ID: 0000-0001-7198-253X;
А.В. Аксенов¹, агроном лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-6641-878X

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

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

Для повышения урожайности и валового сбора риса большое значение имеет создание новых сортов и их своевременное использование в производстве. Регулярно в ФНЦ риса и «АНЦ «Донской» создают более продуктивные сорта с повышенной устойчивостью к болезням и другим факторам. У каждого сорта формируется специфическая реакция на различные агроэкологические условия, что влияет на величину урожайности, которая является основным показателем стоимости и востребованности в растениеводстве. Статья показывает анализ результатов эколого-производственного испытания пяти сортов риса в 2020–2021 гг. на полях четырех хозяйств Краснодарского края, что позволило выявить существенные различия по их урожайности. Урожайность сортов риса значительно колебалась в зависимости от варианта опыта. В ЭСОС «Красная» в среднем за 2 года по трем предшественникам и двум вариантам удобрений лидировал сорт Капитан, сформировавший урожайность 7,26 т/га и превысивший стандарт Рапан на 0,37 т/га. В РПЗ «Красноармейский» он также показал максимальную урожайность (7,11 т/га). В 2021 году сорт Капитан показал урожайность в АО «Агрокомплекс «Россия» (8,47 т/га) и АФ «Кубань» (5,00 т/га) на уровне нового стандарта Рапан 2. Урожайность изученных сортов высоко положительно коррелировала с длиной метелки ($r = 0,83 \pm 0,13$), массой 1000 зерен ($r = 0,97 \pm 0,10$), массой зерна с метелки ($r = 0,97 \pm 0,15$) и средне – с высотой растений ($r = 0,67 \pm 0,20$) и количеством продуктивных стеблей на единице площади ($r = 0,59 \pm 0,18$). В экологическом испытании в четырех хозяйствах, при больших различиях в абсолютных значениях, урожайность сортов риса тесно положительно коррелировала между собой (r – от 0,804 до 0,999). Для выращивания в Краснодарском крае рекомендован высокоурожайный сорт совместной селекции «АНЦ «Донской» и ФНЦ риса Капитан, сформировавший высокую урожайность.

Ключевые слова: рис, сорт, урожайность, экологическое испытание, корреляция признаков.

Для цитирования: Костылев П.И., Ладатко М.А., Краснова Е.В., Зеленева И.А., Фолиянц Б.В., Аксенов А.В. Результаты экологического испытания сортов риса «АНЦ «Донской» в Краснодарском крае // Зерновое хозяйство России. 2022. № 1(79). С. 22–29. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-22-29.



ECOLOGICAL TESTING RESULTS OF THE RICE VARIETIES OF THE ARC “DONSKOY” IN THE KRASNODAR TERRITORY

P.I. Kostylev¹, Doctor of Agricultural Sciences, main researcher of the laboratory for rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848;
M.A. Ladatko², Candidate of Agricultural Sciences, head and leading researcher of the laboratory for varietal agrotechnologies and rice certification, ORCID ID: 0000-0001-7507-8927;
E.V. Krasnova¹, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-3392-4774;
I.A. Zeleneva², junior researcher of the laboratory for varietal agrotechnologies and rice certification, ORCID ID: 0000-0002-6723-7403;
B.V. Foliyants², junior researcher of the laboratory for varietal agrotechnologies and rice certification, ORCID ID: 0000-0001-7198-253X;
A.V. Aksenov¹, agronomist of the laboratory for rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-6641-878X

¹Agricultural Research Center “Donskoy”, 347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru;

²Federal Research Center of Rice, 350921, Krasnodar, v. of Belozerny, 3

In order to increase gross harvest and productivity of rice, the development of new varieties and their timely use in production is of great importance. The Federal Research Center of Rice and Agricultural Research Center “Donskoy”

regularly develop more productive varieties with improved resistance to diseases and other factors. Each variety forms a specific response to various agro-ecological conditions, which affects productivity, which is the main indicator of cost and demand in crop production. The purpose of the current study was a joint ecological testing of new rice varieties, developed in the Agricultural Research Center "Donskoy" in the growing conditions of the Krasnodar Territory jointly with the Federal Research Center of Rice. The study has revealed significant differences in the productivity. The yields of rice varieties varied significantly depending on the variant of the trial. In the ESOS "Krasnaya" the variety 'Kapitan' sown after three forecrops and with two variants of fertilizing was the best one, forming 7.26 t/ha and exceeding the standard variety 'Rapan' on 0.37 t/ha. In the RPZ "Krasnoarmeisky", the variety also produced the maximum yield (7.11 t/ha). In 2021, the variety 'Kapitan' produced 8.47 t/ha in the JSC "Agrocomplex Rossiya" and 5.00 t/ha in the AF "Kuban" at the level of the new standard 'Rapan 2'. The productivity of the studied varieties highly positively correlated with the traits 'length of panicle' ($r = 0.83 \pm 0.13$), '1000-kernel weight' ($r = 0.97 \pm 0.10$), 'kernel weight per panicle' ($r = 0.97 \pm 0.15$); there was a mean positive correlation with the traits 'plant height' ($r = 0.67 \pm 0.20$) and 'number of productive stems per area unit' ($r = 0.59 \pm 0.18$). In the ecological testing in four farms, rice productivity was closely positively correlated with each other (r was from 0.804 to 0.999) with large differences in absolute values. For cultivation in the Krasnodar Territory there has been recommended a high-productive variety 'Kapitan' of joint breeding of the ARC "Donskoy" and the FSC of Rice.

Keywords: rice, variety, productivity, ecological testing, trait correlation.

Введение. Сорт играет важную роль в получении высоких урожаев. Успех рисоводства в значительной степени зависит от научно обоснованной и своевременной сортоисменности. Поэтому для повышения продуктивности этой культуры нужно постоянно обновлять посевной материал более адаптивными сортами для конкретных агроклиматических зон.

Такие естественные факторы окружающей среды, как осадки, температура и т.д. позволяют подразделить районы производства риса в России на несколько экологических зон. Урожайность зерна риса у одних и тех же сортов может быть высокой, средней и низкой в связи с различным плодородием почв на различных полях. Продуктивность риса можно увеличить с применением оптимальной технологии выращивания и подбора лучшего сорта.

Изучение местоположений полей и отдельных экологических условий помогает в определении более адаптированных сортов для улучшения урожайности при одновременном обеспечении устойчивой агроэкологической интенсификации. Это будет способствовать устойчивости экосистем и развитию сельского хозяйства (Nayak et al., 2019).

Выбор сортов риса с широкой адаптацией к различным сельскохозяйственным условиям важен до вынесения рекомендаций по сортам, чтобы добиться высокого уровня внедрения сортов. Многоместные испытания сортов риса на адаптивность, проводимые на полях, включают несколько сортов и повторений (Sumith, 2001).

Успешное выращивание сельскохозяйственных культур в настоящее время невозможно без селекции и семеноводства, которые являются самыми мощными, экологически чистыми рычагами для увеличения урожайности и качества продукции. Реальная эффективность сорта или гибрида определяется своевременным и адаптивным его районированием. Роль селекционных сортов для повышения продуктивности сельскохозяйственных растений в последнее время составляет 30–70% (Жученко, 2001).

В получении стабильных и высоких урожаев риса ведущая роль принадлежит использованию лучших сортов, гармонично сочетающих

продуктивность и технологические показатели качества зерна и крупы, адаптированных для возделывания в основных рисоводческих районах (Dzhamirze et al., 2020).

Подбор и использование в производстве новых, наиболее адаптированных и урожайных сортов риса является важным фактором, способствующим увеличению его производства. Рост урожайности, валового сбора и качества зерна происходит благодаря внедрению в производство новых интенсивных сортов риса, определяющих эффективность рисоводства. Для его успешного развития необходимо расширить ассортимент используемых сортов с различными технологическими особенностями для разнообразных агроклиматических условий (Малышева и др., 2017).

Современная эффективная селекция, быстрая смена сортов и их возделывание на базе агроландшафтных особенностей местности в последнее время позволили достичь неплохих результатов выращивания риса (Гаркуша, 2019).

Благодаря широкому экологическому испытанию можно определить приспособленность новых сортов сельскохозяйственных растений для возделывания в различных регионах, выявить ареалы их возможного размещения (Ковтунова и др., 2018; Кривошеев и др., 2018; Гольдварг и др., 2020).

Поэтому с целью оптимального подбора новых сортов риса, созданных в «АНЦ «Донской», совместно с ФГБНУ ФНЦ риса были проведены их экологические испытания в производственных условиях Краснодарского края.

Материалы и методы исследований. Объектами исследования послужили 5 сортов риса (Рапан, Рапан 2, Акустик, Пируэт, Капитан), из них первые два созданы в ФНЦ риса, остальные три – в ФГБНУ «АНЦ «Донской». По вегетационному периоду сорта относятся к среднеспелой группе – 120–125 дней. Стандартом в 2020 году служил сорт Рапан, в 2021 году – Рапан 2.

Сорта были изучены в 2020–2021 гг. согласно договору о сотрудничестве между институтами в трех хозяйствах Красноармейского (ЭСОС «Красная», РПЗ «Красноармейский», АО «Агрокомплекс «Россия») и одном – Север-

ского района (АФ «Кубань») Краснодарского края по разным предшественникам. Система удобрений в хозяйствах базируется на принятых научнообоснованных рекомендациях и бездефицитном балансе элементов питания в почве. Почвенный покров представлен рисовыми лугово-черноземными мощными тяжело-суглинистыми почвами. Мощность горизонтов гумуса А+В более 130 см, почвенный раствор имеет нейтральную и слабощелочную реакцию ($pH = 6,9-7,5$). Почвы на опытных участках имеют малое содержание гумуса (3,2–3,9%). Валовой азот колеблется от 0,15 до 0,20%, легкогидролизуемый азот – от 5,37 до 6,62 мг/100 г; общий фосфор – от 0,13 до 0,17%, обменный аммоний – от 0,07 до 0,38 мг/100 г; подвижный фосфор – от 2,85 до 6,54 мг/100 г; подвижный калий – от 16,1 до 33,7 мг/100 г.

В ФГБУ Элитно-семеноводческая опытная станция (ЭСОС) «Красная» сорта риса выращивали после трех предшественников: риса, озимой пшеницы (агромелиоративное поле – АМП) и люцерны. Изучали влияние низкого и высокого по уровням вертикальных отметок расположения чеков, связанных с рельефом местности и уровнем залегания грунтовых вод. На каждом предшественнике вносили удобрения по двум вариантам, различающимся на N_{30} : 1) фон – комплекс удобрений в хозяйстве, 2) фон + N_{30} кг д.в./га. Карбамаид был внесен вручную в виде гранул в фазе всходов (2–3 листа). Фоновые дозы в хозяйстве по предшественнику «рис» составляли $N_{173}P_{52}$, по «АМП» – $N_{125}P_{42}$, по «люцерне» – $N_{56}P_{42}$.

В ФГУП Рисоводческий племенной завод (РПЗ) «Красноармейский имени А.И. Майстренко» сорта выращивали только по одному предшественнику «рис» на разных по уровню расположения чеках. Фоновые дозы составляли на низких по уровню чеках – $N_{149}P_{55}$, высоких – $N_{156}P_{55}$.

В АО «Агрокомплекс «Россия» (Красноармейский район) и АФ «Кубань» (Северский район) сорта выращивали по предшественникам «рис» и «озимая пшеница» также на двух фонах азотных удобрений.

Семена высевали с нормой 7 млн всхожих семян на 1 га селекционной сеялкой СНЦ-8, после чего прикатывали поверхность поля. Площадь делянок составляла 13,2 м², в 4-кратной повторности, рендомизированно (Доспехов, 1985). Делянки – восьмидесять, с междурядьями – 15 см, ширина дорожек – 0,5 м. Посев проводили в период с 29 апреля по 14 мая. Для уборки зерна в сентябре-октябре использовали малогабаритный комбайн ДКС-515. После обмолота урожайность пересчитывали на 14% влажность и 100% чистоту. Применяли общепринятую для Краснодарского края агротехнику опытов (Агарков и др., 2006).

В период вегетации проводили профилактические обработки и отмечали фенологические фазы выметывания и полной спелости. Густоту стояния продуктивных стеблей подсчитывали при полном созревании зерна.

Биологическую урожайность рассчитывали по снопикам, срезанным с делянок площадью 0,33 м².

Погодно-климатические условия поймы Кубани в годы исследований были благоприятными для выращивания риса и дали нужную сумму температур для формирования высокой урожайности. Температурный режим в период роста и развития риса был значительно выше среднемноголетних значений. В 2020 году 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. В 2021 году средняя температура в мае составила 22,8 °С (+2,1 °С), в июне – 23,2 °С (+4,3 °С), июле – 22,7 °С (+3,6 °С). Сумма осадков в мае-июле была ниже нормы на 1,6–21,4 мм, в августе-сентябре – выше на 20,6–66,0 мм. Цветение у всех сортов началось 28–29 июля. Сумма БАТ составила 3482 °С, на 404 °С выше среднемноголетней.

Развитие (индекс) болезни определяли по формуле: $R = \Sigma(ab)/N$, где R – развитие болезни, %; $\Sigma(ab)$ – сумма произведений числа больных растений (a) на соответствующий им балл (%) поражения (b); N – общее число учетных растений (здоровых и больных). Для обработки полученных данных использовали методы дисперсионного и корреляционного анализа (Дзюба, 2007).

Результаты и их обсуждение. Главный интегральный показатель сортов риса, как и других с.-х. культур – это урожайность, которая характеризует их значение и применение в сельском хозяйстве.

Результаты экологического испытания сортов риса селекции «АНЦ «Донской» в четырех хозяйствах показали, что урожайность существенно колебалась в зависимости от хозяйства, года, предшественника и варианта удобрений в опытах. Так, в ЭСОС «Красная» по предшественнику «люцерна» сорт риса Капитан значительно превзошел стандарт Рапан. В среднем за 2 года его урожайность составила 6,57 т/га, тогда как у Рапана – 5,25 т/га, разница составила 1,32 т/га (табл. 1).

При этом в 2020 году сорт Капитан значительно превышал стандарт, а в 2021 году был на одном уровне с ним. Сорта Акустик и Пирует на богатом азотом фоне существенно поразились пирикулярриозом, что привело к снижению их урожайности до 2,68–3,14 т/га. Это было связано с высоким содержанием азотных соединений в почве после люцерны, что стимулировало развитие пирикулярриоза при наливе и созревании зерна. Индекс развития болезни (ИРБ) при выметывании и цветении метелки значительно различался: у Рапана – 50,5, Акустика – 82,2, Пируета – 83,3, Капитана – 4,4%, а в варианте «Фон + N_{30} » – соответственно 60,1, 92,2, 86,7 и 26,7%. При этом густота

стеблестоя в 2020 году у Рапана составляла 297 шт./м², а в 2021 году – 218, 143, 191 и 228 соответственно. Акустика – 230, Пируэта – 299, Капитана –

1. Урожайность риса по предшественнику «люцерна» в экологическом испытании в ЭСОС «Красная» Красноармейского района Краснодарского края, т/га (2020–2021 гг.)
1. Productivity of rice sown after alfalfa in the ecological testing in the ESOS “Krasnaya” of the Krasnoarmeysky district of the Krasnodar Territory, t/ha (2020–2021)

Сорт	2020 год		2021 год		Средние		Общее среднее
	Фон	Ф + N ₃₀	Фон	Ф + N ₃₀	Фон	Ф + N ₃₀	
Рапан	4,60	3,15	6,63	6,63	5,61	4,89	5,25
Акустик	2,93	2,86	2,57	2,36	2,75	2,61	2,68
Пируэт	4,24	3,43	2,68	2,23	3,46	2,83	3,14
Капитан	7,49	6,19	6,39	6,21	6,94	6,20	6,57
Средняя	4,82	3,91	4,57	4,36	4,69	4,13	4,41
НСР ₀₅	0,5	0,66	1,41	1,27	–	–	–

В этом же хозяйстве по предшественнику «рис» сорта выращивали в 2020 году на обычном, а в 2021 году – на низком и высоком чеках. Сорт Рапан в 2020 году на низком чеке

сформировал минимальную урожайность (3,15–4,60 т/га), а Капитан – максимальную (6,19–7,49 т/га) (табл. 2).

2. Урожайность риса по предшественнику «рис» в экологическом испытании в ЭСОС «Красная» Красноармейского района Краснодарского края, т/га (2020–2021 гг.)
2. Productivity of rice sown after rice in the ecological testing in the ESOS “Krasnaya” of the Krasnoarmeysky district of the Krasnodar Territory, t/ha (2020–2021)

Сорт	2020 год		2021 год, низкий чек		2021 год, высокий чек		Средняя за 2 года		Общие средние
	Фон	Ф + N ₃₀	Фон	Ф + N ₃₀	Фон	Ф + N ₃₀	Фон	Ф + N ₃₀	
Рапан	4,60	3,15	9,16	9,70	8,12	7,83	7,29	6,89	7,09
Акустик	2,93	2,86	8,14	7,69	5,81	5,56	5,63	5,37	5,50
Пируэт	4,24	3,43	6,75	7,11	4,62	4,05	5,20	4,86	5,03
Капитан	7,49	6,19	7,92	8,24	6,18	5,47	7,20	6,63	6,92
Средняя	4,82	3,91	7,99	8,18	6,18	5,73	6,33	5,94	6,14
НСР ₀₅	0,65	0,98	1,06	1,07	1,01	1,04	–	–	–

В 2021 году Рапан показал наибольшую урожайность на низком чеке (9,16–9,70 т/га). На высоком чеке она была несколько ниже (7,83–8,12 т/га), хотя и превышала остальные сорта. Сорт Капитан имел более высокую урожайность в 2021 году на низком чеке (7,92–8,24 т/га). В среднем за 2 года эти два сорта показали урожайность на одном уровне (6,92–7,09 т/га). Сорта Акустик и Пируэт сформировали среднюю урожайность – 5,50 и 5,03 т/га, поэтому не пригодны для выращивания после риса в этом хозяйстве. Из изученных сортов риса «АНЦ «Донской» Капитан оказался наиболее продуктивным, что свидетельствует о возможности его успешного выращивания в условиях данного хозяйства.

В среднем за два года по четырем сортам урожайность в варианте «Фон» составила 6,33 т/га, а в варианте «Фон + N₃₀» – 5,94 т/га, поэтому подкормки азотными удобрениями в данном случае нецелесообразны.

По предшественнику «озимая пшеница» в ЭСОС «Красная» максимальную урожайность сформировал в 2020 году на высоком чеке сорт Капитан: 8,79 т/га на фоновом варианте и 8,66 т/га – при подкормке N₃₀. Это на 0,34 и 1,04 т/га больше, чем у стандарта Рапан, что связано с высокой устойчивостью сорта Капитан к местным расам пирикулярноза, от которых

сильно пострадали остальные сорта. На низком чеке в 2020 году высокую урожайность показал сорт Рапан в варианте «Фон + N₃₀» – 8,61 т/га. Сорта Акустик и Пируэт формировали более высокую урожайность в 2020 году на низком чеке, но она была на уровне или ниже стандарта.

В 2021 году сорт Капитан был на одном уровне со стандартом, два других – уступили (табл. 3). Средняя по годам и вариантам урожайность составила у сорта Рапан – 8,32, Капитан – 8,30, Акустик – 6,31, Пируэт – 6,37 т/га.

При этом ИРБ в варианте «Фон + N₃₀» составил по этим сортам 15,6, 14,4, 33,3 и 28,9% соответственно. Сорт Капитан показывает повышенную устойчивость к пирикулярнозу в условиях Краснодарского края.

В РПЗ «Красноармейский» опыты закладывали по одному предшественнику «рис» на низких и высоких чеках с двумя вариантами удобрений. Наибольшую урожайность в среднем по двум годам и четырем вариантам сформировал сорт Капитан – 7,11 т/га (табл. 4). При этом на высоком чеке в 2020 году 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, а в 2021 году – примерно на одном уровне (7,58–7,99 т/га). Средняя урожайность сорта Рапан составила 7,03, Акустик – 6,10, Пируэт – 5,56 т/га.

3. Урожайность риса по предшественнику «озимая пшеница» в экологическом испытании в ЭСОС «Красная» Красноармейского района Краснодарского края, т/га (2020–2021 гг.)
3. Productivity of rice sown after winter wheat in the ecological testing in the ESOS “Krasnaya” of the Krasnoarmeysky district of the Krasnodar Territory, t/ha (2020–2021)

Сорт	2020 год, низкий чек		2020 год, высокий чек		2021 год		Средняя за 2 года		Общие средние
	Фон	Ф + N ₃₀	Фон	Ф + N ₃₀	Фон	Ф + N ₃₀	Фон	Ф + N ₃₀	
Рапан	8,17	8,61	8,45	7,62	8,52	8,57	8,38	8,60	8,49
Акустик	7,78	7,79	6,26	5,03	5,28	5,71	6,44	6,18	6,31
Пируэт	8,05	7,65	6,57	5,67	5,15	5,13	6,59	6,15	6,37
Капитан	8,25	8,11	8,79	8,66	7,90	8,11	8,31	8,29	8,30
Средняя	8,06	8,29	7,52	6,75	6,71	6,88	7,43	7,30	7,37
НСР ₀₅	0,42	0,50	0,38	0,57	1,08	1,64	–	–	–

4. Урожайность риса по предшественнику «рис» в экологическом испытании в РПЗ «Красноармейский» Красноармейского района Краснодарского края, т/га (2020–2021 гг.)

4. Productivity of rice sown after rice in the ecological testing in the RPZ “Krasnoarmeysky” of the Krasnoarmeysky district of the Krasnodar Territory, t/ha (2020–2021)

Сорт	2020 год				2021 год				Общее среднее
	низкий чек		высокий чек		низкий чек		высокий чек		
	Фон	Ф + N ₃₀	Фон	Ф + N ₃₀	Фон	Ф + N ₃₀	Фон	Ф + N ₃₀	
Рапан	4,98	6,11	6,75	6,52	7,66	8,49	7,88	7,89	7,03
Акустик	5,37	6,57	5,53	5,09	7,21	6,85	6,26	5,92	6,10
Пируэт	5,16	5,32	6,39	5,89	6,32	6,01	4,96	4,42	5,56
Капитан	4,67	5,22	7,52	8,39	7,63	7,99	7,58	7,87	7,11
Средняя	5,05	5,81	6,55	6,47	7,20	7,33	6,67	6,52	6,45
НСР ₀₅	0,46	0,35	0,48	0,36	0,63	0,95	0,58	0,62	–

Сравнение вариантов удобрений показало незначительные различия в изменении урожайности. На низких чеках добавление в подкормку 30 кг/га азота приводило к повышению сбора зерна на 0,76 и 0,13 т/га, а на высоких – к снижению на 0,08 и 0,15 т/га. В трех последних случаях – это в пределах НСР₀₅.

В 2021 году экологическое испытание сортов риса было расширено еще на два хозяйства Краснодарского края. В АО «Агрокомплекс «Россия» и АФ «Кубань» сорта изучали по двум предшественникам: «рис» и «озимая пшеница» с двумя вариантами удобрений (табл. 5–6). В качестве стандарта использовали новый сорт Рапан 2, отличающийся от своего предшественника большей устойчивостью к пирикулярриозу и высокой продуктивностью.

В АО «Агрокомплекс «Россия» по предшественнику «рис» максимальную урожайность сформировали сорта Рапан 2 и Капитан, небольшие различия которых были в пре-

делах наименьшей существенной разности. Несколько уступил им сорт Акустик, однако по предшественнику «озимая пшеница» он вышел на первое место, достигнув урожайности 9,73–9,93 т/га, превысив стандарт Рапан 2 на 0,23–0,32 т/га. Сорт Капитан по этому предшественнику показал более высокую урожайность (8,51–8,88 т/га), чем по рису. В среднем по обоим предшественникам и вариантам удобрений урожайность сорта Рапан 2 составила 9,10, Акустик – 8,55, Пируэт – 7,01, Капитан – 8,47 т/га. Средняя величина по предшественнику «рис» составила 7,66 т/га, что на 1,26 т/га меньше, чем по предшественнику «озимая пшеница» – 8,92 т/га.

В среднем по всем сортам подкормка азотным удобрением по обоим предшественникам не привела к повышению урожайности, поэтому применять этот агроприем в дальнейшем не стоит.

5. Урожайность риса в экологическом испытании в АО «Агрокомплекс «Россия» Красноармейского района Краснодарского края, т/га (2021 г.)

5. Productivity of rice in the ecological testing in the JSC “Agrocomplex Rossiya” of the Krasnoarmeysky district of the Krasnodar Territory, t/ha (2021)

Сорт	Предшественник «рис»		Предшественник «озимая пшеница»		Средние		Общее среднее
	Фон	Фон + N ₃₀	Фон	Фон + N ₃₀	Фон	Фон + N ₃₀	
Рапан 2	8,54	8,73	9,41	9,70	8,98	9,22	9,10
Акустик	7,44	7,10	9,73	9,93	8,58	8,52	8,55
Пируэт	6,45	6,46	7,56	7,56	7,01	7,01	7,01
Капитан	8,44	8,06	8,88	8,51	8,66	8,29	8,47
Средняя	7,72	7,59	8,90	8,93	8,31	8,26	8,28
НСР ₀₅	1,18	1,08	0,76	0,93	–	–	–

В АФ «Кубань» общая урожайность риса была значительно ниже, чем в предыдущих хозяйствах, однако различия между сортами были существенными (табл. 6). Наибольшая урожайность в среднем по предшественникам и вариантам сформировалась у сорта Рапан 2 (5,66 т/га), на уровне с ним – у сорта Капитан (5,00 т/га), остальные сорта уступили им. Сорт Капитан максимальную урожайность (6,65 т/га) показал по предшественнику «озимая пшеница» в фоновом варианте.

Сравнение влияния предшественников на урожайность риса показало явное преимуще-

ство озимой пшеницы (5,27 т/га), где превышение составило 1,67 т/га по отношению к посевам после риса (3,60 т/га).

В среднем по всем сортам вариант с подкормкой азотным удобрением (Фон + N_{30}) по обоим предшественникам не показал прибавки урожая, наоборот, произошло снижение: по предшественнику «рис» на 0,30 т/га и по «озимой пшенице» – на 0,64 т/га, следовательно, этот агроприем не эффективен. Это связано с повышенным развитием пирикуляррии на таких посевах.

6. Урожайность риса в экологическом испытании в АФ «Кубань» Северского района Краснодарского края, т/га (2021 г.)

6. Productivity of rice in the ecological testing in the AF "Kuban" of the Seversky district of the Krasnodar Territory, t/ha (2021)

Сорт	Предшественник «рис»		Предшественник «озимая пшеница»		Средние		Общее среднее
	Фон	Фон + N_{30}	Фон	Фон + N_{30}	Фон	Фон + N_{30}	
Рапан 2	4,74	3,66	7,70	6,55	6,22	5,11	5,66
Акустик	3,47	3,46	4,11	3,96	3,79	3,71	3,75
Пируэт	3,04	2,97	3,89	3,42	3,47	3,19	3,33
Капитан	3,76	3,70	6,65	5,87	5,21	4,79	5,00
Средняя	3,75	3,45	5,59	4,95	4,67	4,20	4,43
НСР ₀₅	0,96	0,77	1,18	0,67	–	–	–

Корреляционный анализ показал, что урожайность риса в ЭСОС «Красная» высоко положительно коррелировала с длиной метелки ($r = 0,83 \pm 0,13$), массой 1000 зерен ($r = 0,97 \pm 0,10$), массой зерна с метелки ($r = 0,97 \pm 0,15$), средне положительно – с высотой растений ($r = 0,67 \pm 0,20$) и количеством продуктивных стеблей на единице площади ($r = 0,59 \pm 0,18$).

При этом количество зерен в метелке средне положительно коррелировало с массой метелки ($r = 0,62 \pm 0,20$) и отрицательно – с количеством метелок на 1 м² ($r = -0,65 \pm 0,20$). Повышенная густота стояния растений снижает количество колосков и зерен в метелках.

Масса 1000 зерен положительно коррелировала с высотой растений ($r = 0,78 \pm 0,20$), длиной метелки ($r = 0,82 \pm 0,19$), массой зерна с метелки ($r = 0,91 \pm 0,15$) и урожайностью ($r = 0,81 \pm 0,20$). Сорта с более крупным зерном формировали урожайность выше, чем с мелким.

Корреляционный анализ урожайности риса при экологическом испытании в различных хозяйствах, несмотря на значительные различия в абсолютных значениях, показал тесную положительную связь. Коэффициенты корреляции колебались от 0,804 до 0,999 (табл. 7).

7. Корреляционный анализ урожайности риса при экологическом испытании в различных условиях (2021 г.)

7. Correlation analysis of rice productivity in the ecological testing under various conditions (2021)

Место	ЭСОС «Красная»	РПЗ «Красноармейский»	АО «Агрокомплекс «Россия»	АФ «Кубань»
№	1	2	3	4
1	1,000	0,955	0,819	0,999
2	0,955	1,000	0,892	0,957
3	0,819	0,892	1,000	0,804
4	0,999	0,957	0,804	1,000

Самая высокая корреляция ($r = 0,999 \pm 0,200$) отмечена между урожайностью в в ЭСОС «Красная» и таковой в АФ «Кубань». Это свидетельствует о том, что ранги генетической продуктивности сортов сохраняются при различных условиях культивирования риса.

Выводы.

1. Экологическое испытание в 2020–2021 гг. новых сортов риса селекции «АНЦ «Донской» в производственных условиях четырех хо-

зяйств Краснодарского края позволило выявить существенные различия по их урожайности. В ЭСОС «Красная» в среднем за 2 года по трем предшественникам и двум вариантам удобрений лидировал сорт Капитан, сформировавший урожайность 7,26 т/га и превысивший стандарт Рапан на 0,37 т/га. В РПЗ «Красноармейский» он также показал максимальную урожайность (7,11 т/га), на уровне с Рапаном (7,03 т/га).

2. В 2021 году сорт Капитан показал урожайность в АО «Агрокомплекс «Россия» (8,47 т/га) и АФ «Кубань» (5,00 т/га) на уровне нового сорта-стандарта Рапан 2 (9,10 и 5,66 т/га), т.е. в пределах НСР₀₅.

3. Урожайность изученных сортов высоко положительно коррелировала с длиной метелки ($r = 0,83 \pm 0,13$), массой 1000 зерен ($r = 0,97 \pm 0,10$), массой зерна с метелки ($r = 0,97 \pm 0,15$) и средне – с высотой растений

($r = 0,67 \pm 0,20$) и количеством продуктивных стеблей на единице площади ($r = 0,59 \pm 0,18$).

4. В экологическом испытании в четырех хозяйствах, при больших различиях в абсолютных значениях, урожайность сортов риса тесно положительно коррелировала между собой (r – от 0,804 до 0,999).

5. Рекомендуются выращивать в Краснодарском крае высокоурожайный сорт Капитан совместной селекции «АНЦ «Донской» и ФНЦ риса.

Библиографические ссылки

1. Агарков В.Д., Уджуху А.Ч., Харитонов Е.М. Агротехнические требования и нормативы в рисоводстве: практическое пособие. Краснодар: ВНИИ риса, 2006. 96 с.
2. Гаркуша С.В. Пути адаптации растениеводства к изменениям климата // Научные приоритеты адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства: Материалы международной научно-практической конференции. Краснодар: ФГБНУ ВНИИ риса, 2019. С. 3–7.
3. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). М.: Изд-во Российского университета дружбы народов, 2001. Т. 1. 780 с.
4. 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.
5. 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.
6. Dzhamirze R., Ostapenko N., Garkusha S., Chinchenko N. Evaluation of new rice varieties in the conditions of climate change // Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, 2019 (TPACEE 2019) E3S Web Conf. 2020. V. 164. № 06017. Pp. 13. DOI <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016406017>.
7. Nayak A.K., Shahid Md., Nayak A.D., Dhal B. et al. Assessment of ecosystem services of rice farms in eastern India // Ecological Processes. 2019. V. 8(35). Pp. 1–16. <https://doi.org/10.1186/s13717-019-0189-1>.
8. Sumith de Abeysiriwardena D. Statistical analysis of on-farm yield trials for testing adaptability of rice // Euphytica. 2001. V. 121. Pp. 215–222.

References

1. Agarkov V.D., Udzhuhu A.CH., Haritonov E.M. Agrotekhnicheskie trebovaniya i normativy v risovodstve: prakticheskoe posobie [Agrotechnical requirements and regulations in rice production]. Krasnodar: VNII risa, 2006. 96 s.
2. Garkusha S.V. Puti adaptatsii rastenievodstva k izmeneniyam klimata [The ways to adapt crop production to climate changing] // Nauchnye prioritety adaptivnoy intensifikatsiya sel'skohozyajstvennogo proizvodstva: Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Krasnodar: FGBNU VNII risa, 2019. С. 3–7.
3. Zhuchenko A.A. Adaptivnaya sistema selekcii rastenij (ekologo-geneticheskie osnovy) [Adaptive plant breeding system (ecological and genetic basis)]. M.: Izd-vo Rossijskogo universiteta druzhby narodov, 2001. T. 1. 780 s.
4. Kovtunova N.A., Kovtunov V.V., Baranovskij A.V., Romanyukin A.E., Shishova E.A. Ekologicheskoe ispytanie sortov i gibridov zernovogo sorgo [Ecological testing of grain sorghum varieties and hybrids] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). С. 42–47. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-58-4-42-47.
5. Krivosheev G.YA., Ignat'ev A.S. Ekologicheskoe ispytanie novyh gibridov kukuruzy v usloviyah razlichnoj vlagoobespechennosti [Ecological testing of new maize hybrids under different moisture conditions] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). С. 47–51. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-58-4-47-51.
6. Dzhamirze R., Ostapenko N., Garkusha S., Chinchenko N. Evaluation of new rice varieties in the conditions of climate change // Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, 2019 (TPACEE 2019) E3S Web Conf. 2020. V. 164. № 06017. Pp. 13. DOI <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016406017>.
7. Nayak A.K., Shahid Md., Nayak A.D., Dhal B. et al. Assessment of ecosystem services of rice farms in eastern India // Ecological Processes. 2019. V. 8(35). Pp. 1–16. <https://doi.org/10.1186/s13717-019-0189-1>.
8. Sumith de Abeysiriwardena D. Statistical analysis of on-farm yield trials for testing adaptability of rice // Euphytica. 2001. V. 121. Pp. 215–222.

Поступила: 10.12.21; принята к публикации: 17.01.22.

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.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НОВОГО СОРТА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ АРСЕЯ С РАЙОНИРОВАННЫМИ СОРТАМИ

Т.А. Барковская, старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства,
ORCID ID: 0000-0002-4453-0367;

О.В. Гладышева, кандидат сельскохозяйственных наук, директор,
ORCID ID: 0000-0001-9030-0055;

В.Г. Кокорева, младший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства,
ORCID ID: 0000-0001-6584-4747

*Институт семеноводства и агротехнологий – филиал Федерального бюджетного
научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»,
390502, Рязанская обл., с. Подвьязь, ул. Парковая, 1; e-mail: podvyaze@bk.ru*

Представлена информация о целенаправленном процессе создания сорта яровой мягкой пшеницы Арсея, который включен в государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации по Центральному региону в 2020 году. Средняя урожайность на сортоучастках Центрального региона составила 3,0 т/га, максимальная – 4,8 т/га получена в Брянской области в 2018 году. Цель исследований – оценить ценные признаки у нового сорта яровой мягкой пшеницы Арсея в сравнительном анализе с районированными сортами в Центральном регионе. В результате установлено, что средняя урожайность сорта Арсея в конкурсном сортоиспытании за 2015–2020 годы составила 4,94 т/га. За годы исследований нижний и верхний порог урожайности превышал стандартные значения сорта Агата на 0,30–0,49 т/га. Сравнительный анализ сортов, районированных в Центральном регионе, позволил выявить, что новый сорт Арсея превосходил их по продуктивности в среднем на 0,50–0,88 т/га, или на 10,1–17,8%. Выявлено, что самый высокий уровень продуктивности сортов был сформирован в оптимальных условиях 2017 года. Наибольшее значение имели сорта Дарья и Арсея – 6,28 и 5,72 т/га соответственно. Наиболее низкий коэффициент вариации урожайности отмечен у сортов Агата и Арсея – 11,6 и 11,9% соответственно. Сорт Арсея при общепринятой технологии возделывания раскрывает потенциал продуктивности на 86%. При расчете показателей фактора стабильности (S.F.) и размаха урожайности (d) выявили, что сорта Агата и Арсея имеют самые минимальные значения 1,33 и 1,35; 24,7 и 25,9% соответственно. Сорт яровой мягкой пшеницы Арсея в полной степени адаптирован к местным агроклиматическим условиям.

Ключевые слова: сорт, яровая мягкая пшеница, урожайность, адаптивность.

Для цитирования: Барковская Т.А., Гладышева О.В., Кокорева В.Г. Сравнительный анализ нового сорта яровой мягкой пшеницы Арсея с районированными сортами // Зерновое хозяйство России. 2022. № 1(79). С. 30–34. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-30-34.



THE COMPARATIVE ANALYSIS OF THE NEW SPRING BREAD WHEAT VARIETY 'ARSEYA' WITH THE ZONED VARIETIES

T.A. Barkovskaya, senior researcher of the department of breeding and seed production,
ORCID ID: 0000-0002-4453-0367;

O.V. Gladysheva, Candidate of Agricultural Sciences, head of the Institute,
ORCID ID: 0000-0001-9030-0055;

V.G. Kokoreva, junior researcher of the department of breeding and seed production,
ORCID ID: 0000-0001-6584-4747

*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 presented the information on the purposeful process of developing the spring bread wheat variety 'Arseya', which was included in the state list of breeding achievements of the Russian Federation in the Central Region in 2020. The mean productivity of the variety plots of the Central region was 3.0 t/ha, the maximum productivity of 4.8 t/ha was obtained in the Bryansk region in 2018. The purpose of the current study was to estimate the valuable traits of the new spring bread wheat variety 'Arseya' with the zoned varieties of the Central region in a comparative analysis. As a result, there was found that the mean productivity of the variety 'Arseya' was 4.94 t/ha in the competitive variety testing for 2015–2020. Through the years of study, the lowest and highest levels of productivity exceeded the standard values of the variety 'Agata' on 0.30–0.49 t/ha. The comparative analysis of the varieties zoned in the Central Region showed that the new variety 'Arseya' exceeded them in productivity on 0.50–0.88 t/ha, or 10.1–17.8% on average. There was established that the highest level of productivity was formed under the optimal weather conditions of 2017. The largest productivity values were given by the varieties 'Dariya' and 'Arseya' with 6.28 t/ha and 5.72 t/ha, respectively. The lowest productivity range was identified in the varieties 'Agata' and 'Arseya' with 11.6% and 11.9%, respectively. The variety 'Arseya' under the generally accepted cultivation technology, showed the productivity potential by 86%. When calculating the stability factor (S.F.) indicators and the productivity range (d), there has been identified that the varieties 'Agata' and 'Arseya' have the lowest values of 1.33 and 1.35, i.e. 24.7% and 25.9% respectively. The spring bread wheat variety 'Arseya' is fully adapted to local agroclimatic conditions.

Keywords: variety, spring bread wheat, productivity, adaptability.

Введение. Мягкая яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.) является важной продовольственной культурой. На территории России её доля в посевной площади всех сельскохозяйственных культур в 2016–2017 гг. составляла 16,6, в зерновых – 28,1% (Федоренко и др., 2018).

В современном сельскохозяйственном производстве стремительно растет интерес к производству сельскохозяйственной продукции с наименьшими затратами и минимальным риском для окружающей среды, потому что только конкурентоспособная продукция может обеспечить дальнейшее развитие агропромышленного комплекса Российской Федерации (Беспалова, 2015; Асеева и др., 2019; Белкина и др., 2021).

Одним из путей достижения этого является создание высокопродуктивных, устойчивых к стрессовым ситуациям ресурсо-экономичных сортов нового поколения и ускоренное тиражирование достижений селекции. Именно сорт остаётся самым эффективным и наиболее доступным ресурсом повышения величины и качества урожая, энергосбережения, увеличения рентабельности и конкурентоспособности (Якушев, 2015; Барковская и др., 2018; Новохатин и др., 2019).

Цель исследований: оценить новый сорт яровой мягкой пшеницы Арсея в сравнительном анализе с районированными сортами в Центральном регионе.

При создании сорта наряду с повышением продуктивности были поставлены задачи улучшения качества зерна и усиления адаптивных свойств путем стабилизации урожайности по годам в условиях неустойчивого увлажнения.

Материалы и методы исследований. Научные исследования были проведены на базе Института семеноводства и агротехнологий – филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ в 2015–2020 гг. Почвенный покров на опытном участке представлен темно-серой лесной тяжелосуглинистой почвой. Содержание гумуса – 2,98%; нитратного азота – 15,7 мг/кг; аммонийного азота – 2,75 мг/кг; рН солевой вытяжки – 5,46 ед.; подвижного фосфора – 248 мг/кг, подвижного калия – 164 мг/кг, обменного магния – 1,70 мг-экв/100 г почвы.

Сортоиспытание закладывали в четырехкратной повторности с учетной площадью 10 м² по предшественнику черный пар. Стандартом служил сорт Агата. Агротехника общепринятая для возделывания яровой мягкой пшеницы. Объектом исследования являлись 5 сортов, районированных в разные годы по Центральному региону: Дарья (РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»), Злата (ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка», ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»), Агата (ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка», ФГБНУ «ФНАЦ ВИМ»),

РИМА (ФГБНУ «ФНАЦ ВИМ», ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка»), Арсея (ФГБНУ «ФНАЦ ВИМ»).

В работе проводили расчет следующих параметров: стабильности (stability factor) S.F. (Lewis, 1954), показателя размаха урожайности d (Зыкин, 1984), коэффициента вариации признака V (Доспехов, 2012), реализации потенциала урожайности (Неттевич, 2018).

Метеоусловия 2015–2020 гг. по влагообеспеченности и температурному режиму отличались сильной вариабельностью. Достаточное количество продуктивной влаги, а также оптимальная температура воздуха в течение вегетации было характерно для условий 2016 и 2017 гг. В период вегетации 2015 и 2020 годов отмечены частые и обильные осадки, превышающие среднегодовое значения в 2–4 раза и способствующие формированию густого продуктивного стеблестоя. Развитие растений яровой пшеницы в 2018 и 2019 годах проходило при критическом дефиците осадков и повышенных температурах воздуха.

Результаты и их обсуждение. Мониторинг исходного материала позволил подобрать родительские формы с комплексом ценных признаков. В частности, низкорослый сорт из Польши Банти характеризовался высокой устойчивостью к полеганию, хорошим качеством зерна и использовался в качестве отцовской формы. Высокопродуктивный сорт Лада, созданный с участием озимой пшеницы Обрий, адаптированный к местным условиям и являющийся ценной пшеницей, использовался в качестве материнской формы. Для получения новых генотипов в 2007 году была проведена внутривидовая гибридизация. В третьем поколении методом индивидуального отбора выделено родоначальное элитное растение.

Главным критерием отбора являлись длина и продуктивность колоса, качественные показатели зерна. Конкурсное сортоиспытание линия проходила в 2014–2020 гг. В государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации по Центральному региону сорт включен в 2020 году.

Авторы: Барковская Т.А., Гладышева О.В., Ушакова Е.Ю.

Разновидность нового сорта Арсея – *lutescens*. Среднеспелый. Колос пирамидальный, рыхлый. Плечо закругленное, средней ширины. Зубец короткий, слегка изогнут. Зерно крупное, овальной формы. Масса 1000 зерен – 37–43 г.

Сорт Арсея характеризуется высокой и стабильной продуктивностью. Средняя урожайность на сортоучастках Центрального региона составила 3,0 т/га, максимальная – 4,8 т/га – получена в Брянской области в 2018 году. Наибольшая прибавка урожая отмечена в Ивановской, Смоленской, Московской и других областях (табл. 1).

1. Урожайность сорта яровой мягкой пшеницы Арсея на различных сортоучастках Центрального региона (2018 г.)
1. Productivity of the spring bread wheat variety 'Arseya' on different variety plots of the Central Region (2018)

Область	ГСУ	Предшественник	Стандартный сорт	Урожайность сорта Арсея, т/га	Прибавка к стандартному сорту, т/га	НСР ₀₅ , т/га
Ивановская	Кинешемский	Многолетние травы	КВС Торридон	4,37	0,97	0,21
Смоленская	Починковский	Овес яровой	Сударыня	3,56	0,55	0,21
Московская	Дмитровский комплексный	Зернобобовые	Тризо	3,13	0,49	0,38
Брянская	Стародубский	Кукуруза	Сударыня	4,83	0,45	0,21
Тульская	Белевский	Культуры сплошного сева	КВС Аквилон	3,05	0,31	0,30

В лесостепной агроклиматической зоне Рязанской области в питомнике размножения Института семеноводства и агротехнологий (предшественник озимая пшеница) на темно-серых лесных почвах в 2020 году урожайность – 4,2 т/га. Средняя урожайность сорта Арсея за шесть лет (2015–2020 гг.) в конкурсном сортоиспытании составила 4,94 т/га. Нижний и верхний порог урожайности превышал стандартные значения сорта Агата на 0,30–0,49 т/га. На основании проведенного сравнительного анализа в этот период установлено, что сорт Арсея превосходил по урожайности районированные сорта в Центральном регионе в среднем на 0,50–0,88 т/га, или на 10,1–17,8%.

Выявлено, что самый высокий уровень продуктивности сортов был сформирован в оптимальных условиях 2017 года. Наибольшее значение имели сорта Дарья и Арсея – 6,28 и 5,72 т/га соответственно. Следует отметить, что урожайность сорта Арсея была более ста-

бильной по годам и менее восприимчивой к погодным изменениям, коэффициент вариации урожайности составил 11,9%, у стандарта Агата – 11,6%. При этом сорт Дарья, обладая более высоким уровнем потенциальной продуктивности, имел наибольшую изменчивость этого признака 26,8%, что выше сорта Арсея в 2 раза. Это подтверждает мнение многих ученых, что урожайность находится в прямой зависимости от почвенно-климатических условий и биологических особенностей сорта.

В различных условиях среды оценивали сорта по такому важному показателю, как реализация потенциала их урожайности. Его величина указывает на возможность сорта противостоять экологическим стрессам. Проанализировав данные таблицы 2 видно, что сорта Злата, Агата и Арсея при общепринятой технологии возделывания раскрывали потенциал продуктивности более, чем на 83%.

2. Показатели урожайности и стабильности сортов яровой мягкой пшеницы (2015–2020 гг.)
2. Indicators of productivity and stability of the spring bread wheat varieties (2015–2020)

Сорта	Год внесения в реестр	Урожайность, т/га			Коэффициент вариации (V), %	Реализация потенциала продуктивности, %	Фактор стабильности (S.F.)	Размах урожайности (d), %
		min	max	средняя				
Дарья	2006	3,01	6,28	4,06	26,8	64,6	2,09	52,1
Злата	2009	3,55	5,31	4,41	13,1	83,1	1,50	33,1
Агата, ст.	2014	3,94	5,23	4,44	11,6	84,9	1,33	24,7
РИМА	2017	3,59	5,31	4,23	14,5	79,7	1,48	32,4
Арсея	2019	4,24	5,72	4,94	11,9	86,0	1,35	25,9
НСР ₀₅	–	–	–	0,36	–	–	–	–

При расчете показателей фактора стабильности (S.F.) и размаха урожайности (d) выявлено, что сорта Агата и Арсея имели самые минимальные значения, 1,33 и 1,35; 24,7% и 25,9% соответственно. В связи с этим можно сделать вывод, что сорт Арсея обладает высоким уровнем экологической устойчивости.

В частности, следует отметить, что наибольший вклад в повышение урожайности сорта Арсея вносят такие элементы структуры, как продуктивный стеблестой и кустистость. В среднем за годы изучения установлено, что сорт Арсея сформировал наибольшее количество продуктивных стеблей на 1 м² –

503 шт., что на 3,4% больше, чем у стандартного сорта Агата и на 14–24% у сортов Злата, РИМА и Дарья.

Коэффициент продуктивного кущения находился на уровне стандарта, но был больше исследуемых сортов на 5,9 – 23,5%. Для сортов нового поколения Агата, РИМА и Арсея характерно увеличение числа зерен в колосе, веса зерна с колоса и массы 1000 зерен (табл. 3).

Следует отметить, что сорт Арсея достоверно превышал сорта Дарья и Злата по длине колоса, числу колосков в колосе, количеству зерен в колосе и массе 1000 зерен.

3. Элементы структуры урожая сортов яровой мягкой пшеницы (2015–2020 гг.) 3. Yield structure elements of the spring bread wheat varieties (2015–2020)

Сорта	Продуктивный стеблестой, шт.	Коэффициент кущения	Длина колоса, см	Число колосков в колосе, шт.	Число зерен в колосе, шт.	Вес зерна с колоса, г	Масса 1000 зерен, г
Дарья	386	1,5	7,5	13,0	30,9	1,0	32,4
Злата	434	1,6	8,0	14,7	31,0	1,2	38,7
Агата, ст.	486	1,7	7,4	15,5	33,0	1,4	40,4
РИМА	388	1,3	8,0	15,4	32,9	1,3	42,2
Арсея	503	1,7	8,2	15,9	32,2	1,3	41,7
Среднее в опыте	439	1,6	7,8	14,9	32,0	1,2	39,1
НСР ₀₅	27,3	0,16	0,11	0,19	0,55	0,11	0,42

Сорт Арсея обладает высокими технологическими и хлебопекарными качествами зерна, что позволило отнести его к разряду ценных пшениц, натура зерна – 759–833 г/л, стекловидность – 50–71%, содержание белка в зерне – 12–15%, клейковины в муке – 28–33%, ИДК – 69–78 (I группа), сила муки – 250–314 е.а, объёмный выход хлеба – 930–1190 см³, общая оценка хлебопекарных качеств – 4,7–5,0 баллов.

Выводы. Для условий Центрального Нечерноземья создан сорт яровой мягкой пшеницы Арсея, средняя урожайность которого в конкурсном сортоиспытании за 2015–2020 годы

составила 4,94 т/га. Сравнительный анализ сортов, районированных в Центральном регионе, выявил преимущество сорта Арсея по продуктивности в среднем на 0,50–0,88 т/га, или на 10,1–17,8%. Достоинством нового сорта является сочетание высокой продуктивности и хорошего качества зерна с высокой адаптивностью к региональным почвенно-климатическим условиям. Выявлено, что сорт Арсея имеет самые низкие показатели коэффициента вариации продуктивности V – 11,9%, фактора стабильности (S.F.) 1,35, размаха урожайности (d) 25,9% при самом высоком уровне реализации потенциала продуктивности – 86%.

Библиографические ссылки

1. Асеева Т.А., Зенкина К.В., Ломакина И.В., Рубан З.С. Новый сорт яровой мягкой пшеницы Анфея // Зерновое хозяйство России. 2019. № 4(64). С. 61–65. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-64-4-61-65.
2. Барковская Т.А., Гладышева О.В., Давыдова Н.В. Сорта яровой мягкой пшеницы для Нечерноземья // Земледелие. 2018. № 8. С. 38–41. DOI:10.24411/0044-3913-2018-10811.
3. Белкина Р.И., Першаков А.Ю., Губанова В.М. Урожайность и качество зерна сортов ячменя в северной лесостепи Тюменской области // Plant Science Today. 2021. Т. 8. № 2. С. 229–235. DOI:10.14719/pst.2021.8.2.943.
4. Беспалова Л.А. Развитие генофонда как главный фактор третьей зеленой революции в селекции пшеницы // Вестник Российской Академии Наук. 2015. Т. 85. № 1. С. 9–11. DOI: 10.7868/SO86958731501003X.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М., 2012. 352 с.
6. Зыкин В.А., Белан И.А., Россеев В.М., Пашков С.А. Селекция яровой пшеницы на адаптивность: результаты и перспективы // Доклады РАН. 2000. № 2. С. 5–7.
7. Новохатин В.В., Драгавцев В.А., Леонова Т.А., Шеломенцева Т.В. Создание сорта мягкой яровой пшеницы Гренада с помощью инновационных технологий селекции на основе теории эколого-генетической организации количественных признаков // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54. № 5. С. 905–919. DOI:10.15389/agrobiology.2019.5.905rus.
8. Федоренко В.Ф., Завалин А.А., Милащенко Н.З. Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы: науч. изд. М. ФГБНУ «Росинформагротех». 2018. 396 с.
9. Якушев В.П., Михайленко И.М., Драгавцев В.А. Агротехнологические и селекционные резервы повышения урожая зерновых культур в России // Сельскохозяйственная биология. 2015. Т. 50. № 5. С. 550–560. DOI: 10.15389/agrobiology.2015.5.550rus.
10. Lewis D. Gene-environment interaction: A relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability // Heredity. 1954. V. 8. P. 333–336.

References

1. Aseeva T.A., Zenkina K.V., Lomakina I.V., Ruban Z.S. Novyj sort yarovoj myagkoj pshenicy Anfeya [The new spring bread wheat variety 'Anfeya'] // Zernovoe hozjajstvo Rossii. 2019. № 4(64). S. 61–65. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-64-4-61-65.
2. Barkovskaya T.A., Gladysheva O.V., Davydova N.V. Sorta yarovoj myagkoj pshenicy dlya Nечернозем'я [Spring bread wheat varieties for the Non-Blackearth Region] // Zemledelie. 2018. № 8. S. 38–41. DOI:10.24411/0044-3913-2018-10811.
3. Belkina R.I., Pershakov A.YU., Gubanov V.M. Urozhajnost' i kachestvo zerna sortov yachmenya v severnoj lesostepi Tyumenskoj oblasti [Productivity and grain quality of barley varieties in the northern forest-steppe of the Tyumen region] // Plant Science Today. 2021. T. 8. № 2. S. 229–235. DOI:10.14719/pst.2021.8.2.943.
4. Bepalova L.A. Razvitie genofonda kak glavnyj faktor tret'ej zelenoj revolyucii v selekcii pshenicy [Development of the gene pool as the main factor of the third green revolution in wheat breeding] // Vestnik Rossijskoj Akademii Nauk. 2015. T. 85. № 1. S. 9–11. DOI: 10.7868/SO86958731501003X.

5. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of the study results)]. M., 2012. 352 s.

6. Zykin V.A., Belan I.A., Rosseev V.M., Pashkov S.A. Selekcija yarovoj pshenicy na adaptivnost': rezul'taty i perspektivy // Doklady RAN. 2000. № 2. S. 5–7.

7. Novohatin V.V., Dragavcev V.A., Leonova T.A., Shelomenceva T.V. Sozdanie sorta myagkoj yarovoj pshenicy Grenada s pomoshch'yu innovacionnyh tekhnologij selekcii na osnove teorii ekologo-geneticheskoy organizacii kolichestvennyh priznakov [Development of the spring bread wheat variety 'Grenada' using innovative breeding technologies based on the theory of ecological and genetic organization of quantitative traits] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2019. T. 54. № 5. S. 905–919. DOI:10.15389/agrobiology.2019.5.905rus.

8. Fedorenko V.F., Zavalin A.A., Milashchenko N.Z. Nauchnye osnovy proizvodstva vysokokachestvennogo zerna pshenicy [Scientific basis for the development of high-quality wheat grain]: nauch. izd. M. FGBNU «Rosinformagrotekh». 2018. 396 s.

9. Yakushev V.P., Mihajlenko I.M., Dragavcev V.A. Agrotekhnologicheskie i selekcionnye rezervy povysheniya urozhaev zernovyh kul'tur v Rossii [Agrotechnological and breeding reserves for improvement of grain productivity in Russia] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2015. T. 50. № 5. S. 550–560. DOI: 10.15389/agrobiology.2015.5.550rus.

10. Lewis D. Gene-environment interaction: A relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability // Heredity. 1954. V. 8. P. 333–336.

Поступила: 2.11.20; принята к публикации: 15.01.21.

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. Гладышева О.В. – концептуализация исследований, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Барковская Т.А. – подготовка опыта, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Кокорева В.Г. – выполнение полевых / лабораторных опытов и сбор данных.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШАРОЗЕРНОЙ ПШЕНИЦЫ (*T.SPHAEROCOCCUM*) В СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ НА ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА

Б.А. Гольдварг¹, кандидат сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела аридного земледелия, кормопроизводства, селекции и семеноводства, gb_kniish@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-4791-7783;

М.В. Боктаев¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела аридного земледелия, кормопроизводства, селекции и семеноводства, mergenboktaev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3377-4987;

А.Н. Боровик², доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела селекции и семеноводства пшеницы и тритикале, alex-borovik@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1058-6255

¹Калмыцкий научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Б. Нармаева – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН»,

358011, г. Элиста, пл. О.И. Городовикова, 1;

²ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко»,

350012, г. Краснодар-12, ц/у КНИИСХ

В статье представлены результаты изучения урожайности и качества зерна линий озимой мягкой пшеницы, созданных на основе *T.Sphaerococcum* в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в почвенно-климатических условиях Республики Калмыкия. Цель работы – изучить урожайность и качество линий озимой мягкой пшеницы, выделенных от скрещивания двух видов. Опыты закладывали в 2 яруса в 4-х кратной повторности с последовательным расположением вариантов опыта сеялкой СН-16. Учетная площадь делянки составляла 50 м². Норма высева – 300 шт. всхожих семян на 1 м². В среднем за три года исследований по предшественнику черный пар урожайность линий озимой мягкой пшеницы, созданных на основе *T.Sphaerococcum*, на опытном поле КНИИСХ – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» (с. Троицкое) составила 3,25 т/га. Наибольшую урожайность в среднем за три года (3,37 т/га) обеспечила линия 661sv-30, которая превысила стандарт на 0,36 т/га, превышение над сортом Пасковья составило 0,64 т/га. Исследованиями подтверждено формирование сортом шарозерной пшеницы Пасковья лучших значений показателей качества зерна. Содержание белка на 1,8%, а клейковины на 4,9% выше, чем у стандартного сорта мягкой пшеницы Баир. Потенциал высокого качества зерна от шарозерной пшеницы успешно переносится в селекционный материал мягкой пшеницы. Созданные линии мягкой пшеницы 989sv-7, 661sv-30 и 661sv-39 стабильно и достоверно (линия 661sv-30) превосходят стандарт по продуктивности, формируя зерно, близкое по качеству к сорту Пасковья. Линия 989sv-7 передана на государственное сортоиспытание под названием «Флэш», линия 661sv-30 – «Хит» и линия 661sv-39 – «Песня».

Ключевые слова: пшеница, сортоиспытание, урожайность, качество зерна.

Для цитирования: Гольдварг Б.А., Боктаев М.В., Боровик А.Н. Использование шарозерной пшеницы (*T.Sphaerococcum*) в селекции озимой мягкой на повышение качества // Зерновое хозяйство России. 2022. № 1(79). С. 35–38. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-35-38.



THE USE OF SHOT WHEAT (*T.SPHAEROCOCCUM*) IN THE WINTER BREAD WHEAT BREEDING TO IMPROVE QUALITY

B.A. Goldvarg¹, Candidate of Agricultural Sciences, main researcher of the department of arid agriculture, forage and seed production, gb_kniish@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-4791-7783;

M.V. Boktaev¹, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the department of arid agriculture, forage and seed production, mergenboktaev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3377-4987;

A.N. Borovik², Doctor of Agricultural Sciences, main researcher of the department of wheat and triticale breeding and seed production, alex-borovik@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1058-6255

¹Kalmykia Research Agricultural Institute named after M.B. Narmaev, affiliate "Pre-Kaspy Agricultural Federal Research Center RAS", 358011, Elista, Gorodovikov O.I. Sq., 1;

²National Center of Grain named after P.P. Lukyanenko, 350012, Krasnodar-12, Central estate of KRIA; e-mail: kniish@kniish.ru

The current paper has presented the study results of grain productivity and quality of the winter bread wheat lines developed on the basis of *T. Sphaerococcum* at the 'NCG named after P.P. Lukyanenko' in the soil and climatic conditions of the Republic of Kalmykia. The purpose of the current work was to study productivity and quality of the winter bread wheat lines, hybridized from the crossing of two varieties. The trials were laid in two stages in 4-fold repetition with a sequential arrangement of the variants of the trial with the CH-16 seeder. The accounting plot area was 50 m². The seeding rate was 300 pcs. of germinating seeds per 1 m². On average, through three years of the study in weedfree fallow, the productivity of the winter bread wheat lines, developed on the basis of *T. Sphaerococcum* on the experimental field of the KRAI, affiliate of the FSBSI "PKAFRC RAS" (village of Troitskoe) was 3.25 t/ha. The largest

mean productivity through three years (3.37 t/ha) was produced by the line '661sv-30', which exceeded the standard on 0.36 t/ha, the excess over the variety 'Praskovya' was 0.64 t/ha. The study has confirmed the formation of the best values of grain quality by the shot wheat variety 'Praskovya'. The protein and gluten content were on 1.8% and on 4.9% higher than that of the standard wheat variety 'Bair'. The potential for high quality shot wheat grain can be successfully introduced into the bread wheat breeding material. The developed bread wheat lines '989sv-7', '661sv-30' and '661sv-39' stably and reliably exceeded the standard variety in productivity, forming grain quality similar to that of the variety 'Praskovya'. The line '989sv-7' has been sent to the State Variety Testing under the name 'Flash', the line '661sv-30' under the title 'Khit' and the line '661sv-39' under the name 'Pesnya'.

Keywords: wheat, variety testing, productivity, grain quality.

Введение. Не смотря на значительные успехи в борьбе с голодом, достигнутые за счёт создания высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных растений и внедрения интенсивных технологий их выращивания, всё более обостряется проблема разнообразия и качества продуктов питания. Рост урожайности и площадей возделывания главных зерновых культур: мягкой пшеницы, риса, кукурузы и других крахмало-сахараносов: картофеля, сахарной свёклы, сахарного тростника и т.д., привёл к сужению биоразнообразия возделываемых культурных растений и перекоосу в питании человека в сторону энергетической углеводной составляющей. Рост сортимента и доли высококалорийных не сбалансированных по белку продуктов питания зло пародирует не решённую проблему голода возникновением диаметрально противоположной проблемы глобального ожирения... Поэтому ни проблеме голода, ни проблеме ожирения не решить без внимания к дефициту белка в пище человека, дисбаланс по которому составляет на сегодняшний день 29%, или около 15 млн тонн (Жученко, 2008). Главную роль в решении этой проблемы будет играть культура, занимающая максимальные площади в мире – пшеница, где, только у неё одной, не затрагивая все остальные сельскохозяйственные культуры, повышение содержания белка в зерне на 2,5%, при 600 млн т мировом урожае, позволит получить те самые необходимые 15 млн т недостающего протеина. (Боровик, автореферат диссертации доктора сельскохозяйственных наук, 2016). В этой связи возникает необходимость внедрения шарозерной пшеницы (*Triticum sphaerococcum* Perc.) в скрещивания с мягкой пшеницей как донора признаков высокого качества зерна.

Цель работы – в сотрудничестве с НЦЗ им. П.П. Лукьяненко изучить урожайность и качество линий озимой мягкой пшеницы, выделенных от скрещивания двух видов.

Работу проводили на опытном поле КНИИСХ – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», расположенном в центральной зоне республики в СПоК «Агронива» Целинного района.

Материалы и методы исследований. Опыты закладывали в 2 яруса в 4-кратной повторности с последовательным расположением вариантов опыта сеялкой СН-16. Учетная площадь делянки – 50 м². Посев проведен в оптимальные сроки – третья декада сентября. Норма высева – 300 шт. всхожих семян на 1 м². Предшественник – черный пар. Обмолот осу-

ществляли комбайном «Сампо 500» поделочно с последующим взвешиванием и статистической обработкой по методике Б.А. Доспехова (2014).

Объектом исследований служили линии озимой мягкой пшеницы, созданные на основе *T.sphaerococcum*: 989sv-7 – получена от гибридизации с участием Шарады, Победы 50 и Силы, 661sv-30 и 661sv-39 – с участием сортов Краснодарская 99, Эхо и Гром. Они сравнивались с сортом Баир, являющимся стандартом в Госсортоиспытании данной культуры в Республике Калмыкия. Сорт шарозерной пшеницы Прасковья, районированный по Северо-Кавказскому и Нижневолжскому регионам РФ, выступал в роли внутреннего дополнительного стандарта.

В засушливой центральной зоне Республики Калмыкия одним из ограничивающих факторов, влияющим на получение высоких урожаев зерна, является влагообеспеченность почвы в период вегетации (Гольдварг и др., 2016).

Количество осадков является определяющим фактором при формировании урожайности (Hakala et al., 2020; Khokonova and Adzhieva, 2019). При довольно хороших погодных условиях весеннего периода 2019 года, за июнь выпало 4,2 мм осадков, что негативно повлияло на формирование качества зерна пшеницы.

В весенний период 2020 года осадков выпало на 6,0 мм больше нормы (84,0 мм). В последнюю декаду мая и июне выпало 48,6 и 19,6 мм осадков соответственно, что положительно повлияло на налив и качество зерна пшеницы.

Количество осадков в весенний период 2021 года превысило норму в 1,5 раза. Осадки в июне месяце составили 37,0 мм, что также положительно повлияло на качество зерна пшеницы.

Опытные посевы в период весеннего отрастания были подкормлены аммиачной селитрой дозой N30 кг/га действующего вещества. Проведено боронование озимых, дорожки между делянками обработаны от сорняков ручным мотокультиватором.

Агротехника в опытах соответствовала рекомендованной для центральной зоны Республики Калмыкия.

Результаты и их обсуждение. В результате изучения линий озимой мягкой пшеницы, созданных на основе *T.sphaerococcum*, в 2019–2021 году урожайность варьировала от 2,32 т/га у линии 661sv-39 в 2021 г. до 3,99 т/га у линии 989sv-7 в 2019 г. (табл. 1).

1. Урожайность линий озимой мягкой пшеницы, созданных на основе *T.Sphaerococcum*, т/га (2019–2020 гг.)
1. Productivity of the winter bread wheat lines developed on the basis of *T. Sphaerococcum*, t/ha (2019–2020)

Сортообразец	Урожайность за годы испытания			
	2019	2020	2021	2019–2021
Баир, ст.	3,16	3,57	2,3	3,01
Прасковья, ст.	3,09	3,05	2,05	2,73
989sv-7	3,99	3,35	2,47	3,27
661sv-30	3,96	3,68	2,48	3,37
661sv-39	3,94	3,04	2,32	3,1
НСР ₀₅	0,38	0,33	0,29	0,32

В среднем за три года исследований по предшественнику черный пар урожайность линий озимой мягкой пшеницы, созданных на основе *T.Sphaerococcum*, на опытном поле КНИИСХ – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» составила 3,25 т/га.

Наибольшую урожайность в среднем за три года (3,37 т/га) обеспечила линия 661sv-30, которая превысила стандарт на 0,36 т/га, превышение над сортом Прасковья составило 0,64 т/га.

В соответствии с требованиями ГОСТ 9353-2016 для озимой мягкой пшеницы: к I классу относятся образцы с массовой долей белка и клейковины не менее 14,5 и 32,0% соответственно; ко II классу – не менее 13,5 и 28,0; к III классу – не менее 12,0 и 23,0.

Результаты проведенных исследований качества зерна линий озимой мягкой пшеницы, созданных на основе *T.Sphaerococcum*, на приборе «INFRATEK 1241» в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко представлены в таблице 2.

2. Характеристика линий озимой мягкой пшеницы, созданных на основе *T.Sphaerococcum*, по клейковинно-белковому комплексу, % (2019–2021 гг.)

2. Characteristics of the winter bread wheat lines developed on the basis of *T.Sphaerococcum* according to their gluten-protein complex, % (2019–2021)

Сорт	Белок, %				Клейковина, %			
	2019	2020	2021	среднее	2019	2020	2021	среднее
Баир, ст.	11,8	14,1	15,2	13,7	19,0	27,2	28,7	25,0
Прасковья, ст.	13,9	16,0	16,5	15,5	23,5	32,9	33,3	29,9
989sv-7	13,3	15,4	15,5	14,7	20,4	28,5	30,8	26,6
661sv-30	13,2	15,2	15,6	14,7	20,2	28,2	30,1	26,2
661sv-39	13,4	15,7	15,8	15,0	21,8	30,6	32,5	28,3
НСР ₀₅	0,3	0,4	0,4	–	0,5	1,1	0,5	–

В результате проведенных исследований в среднем за три года содержание белка в зерне у всех изучаемых линий соответствует I классу качества. Количество клейковины – на уровне II–III класса качества.

Выводы. В ходе исследований подтверждено формирование сортом шарозерной пшеницы Прасковья лучших значений показателей качества зерна. Содержание белка на 1,8%, а клейковины на 4,9% выше, чем у стандартного сорта мягкой пшеницы Баир. Потенциал

высокого качества зерна от шарозерной пшеницы успешно переносится в селекционный материал мягкой пшеницы. Созданные линии мягкой пшеницы 989sv-7, 661sv-30 и 661sv-39 стабильно и достоверно (линия 661sv-30) превосходят стандартный сорт мягкой пшеницы Баир по продуктивности, формируя зерно близкое по качеству к сорту Прасковья. Линия 989sv-7 передана на государственное сортоиспытание под названием «Флэш», линия 661sv-30 – «Хит» и линия 661sv-39 – «Песня».

Библиографические ссылки

1. Гольдварг Б.А., Сорокин А.И., Богзыков Ю.С. и др. Адаптивно-ландшафтная система земледелия Республики Калмыкия. Элиста: Изд-во КГУ, 2016. 275 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 2014. 336 с.
3. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-географические основы) теория и практика. В трёх томах. М.: Изд-во Агрорус, 2008. Т. 1. 814 с.
4. Hakala K., Jauhainen L., Rajala Ari A., Jalli M., Kujala M., Laine A. Different responses to weather events may change the cultivation balance of spring barley and oats in the future // Field Crops Research, Vol. 259, 15 December 2020. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107956>.
5. Khokonova M., Adzhieva A. (2019). Photosynthetic activity of spring barley plants depending on moisture provision // Amazonia Investiga. 8(23). 96–100. Retrieved from <https://amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/853/793>.

References

1. Goldvarg B.A., Sorokin A.I., Bogzykov Yu.S. and others. Adaptivno-landshaftnaya sistema zemledeliya Respubliki Kalmykiya [Adaptive-landscape farming system of the Republic of Kalmykia]. Elista: KSU Publishing House, 2016. 275 p.
2. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Kolos, 2014. 336 s.
3. Zhuchenko A.A. Adaptivnoye rasteniyevodstvo (ekologo-geograficheskiye osnovy) teoriya i praktika [Adaptive plant growing (ecological-geographical basis) theory and practice]. V trokh tomakh. M.: Izd-vo Agrorus, 2008. T. 1. – 814s.
4. Hakala K., Jauhiainen L., Rajala Ari A., Jalli M., Kujala M., Laine A. Different responses to weather events may change the cultivation balance of spring barley and oats in the future // Field Crops Research, Vol. 259, 15 December 2020. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107956>.
5. Khokonova M., Adzhieva A. (2019). Photosynthetic activity of spring barley plants depending on moisture provision // Amazonia Investiga. 8(23). 96–100. Retrieved from <https://amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/853/793>.

Поступила: 5.04.21; принята к публикации: 22.10.21.

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. Гольдварг Б.А., Боктаев М.В. – концептуализация и проектирование исследования, закладка опыта, фенологические наблюдения, анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи; Боровик А.Н. – концептуализация и проектирование исследования, анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ГАПЛОИДИЯ ТРИТИКАЛЕ *IN VITRO* (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Т.И. Дьячук, доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории клеточной селекции, ORCID ID: 0000-0001-7420-0521;
В.Н. Акинина, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории клеточной селекции, ORCID ID: 0000-0003-3661-9246;
С.В. Жилин, лаборант-исследователь лаборатории клеточной селекции, ORCID ID: 0000-0001-6181-5279;
О.В. Хомякова, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории клеточной селекции, ORCID ID: 0000-0002-5218-6076;
Е.К. Барнашова, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории клеточной селекции, ORCID ID: 0000-0003-0384-9571;
Э.В. Калашникова, младший научный сотрудник лаборатории клеточной селекции, ORCID ID: 0000-0002-3870-0542;
В.П. Окладникова, младший научный сотрудник лаборатории клеточной селекции, ORCID ID: 0000-0003-3071-0188
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока»,
410010, г. Саратов, ул. Тулайкова, 7; e-mail: cell_selection@list.ru

Тритикале ($\times$ *Triticosecale* Wittmack) – рукотворный вид злака, полученный от скрещивания пшеницы с рожью. На современном этапе тритикале является коммерческой культурой многоцелевого назначения, обладающей огромным потенциалом в качестве продукта питания человека и корма для животных. Посевные площади новой зерновой культуры в 2018 году в мире достигали 4 млн га, производство зерна – около 14 млн т. Происходящие изменения климата, быстрая эволюция патогенов, а также требования современного рынка диктуют необходимость ускоренного создания сортов при одновременном снижении затрат на их получение. Производство удвоенных гаплоидов позволяет сокращать сроки создания гомозиготных линий в среднем на 5–7 лет. Для массового получения гаплоидных растений тритикале *in vitro* используют два метода – культура пыльников/микроспор и отдаленная гибридизация с последующей селективной элиминацией хромосом вида-опылителя. Критическими факторами успеха получения гаплоидов в культуре пыльников являются генотип, условия выращивания донорных растений, стадия развития микроспор, стрессовые воздействия на колосья или пыльники и состав питательных сред. Неразрешенными проблемами метода остаются генотипическая зависимость, высокая частота альбинизма и наличие анеуплоидов в потомствах андрогенных растений. Геном ржи более часто вовлекается в хромосомные преобразования, чем геном пшеницы. Большинство анеуплоидов являются нуллисомиками, чаще всего по 2R и 5R хромосомам. Растения-нуллисомики по 2R и 5R хромосомам имеют меньшее число колосков в колосе и меньшее число зерен на колос. Для получения гаплоидов методом селективной элиминации хромосом при отдаленной гибридизации с наибольшим успехом используют виды, пыльца которых нечувствительна к действию Kt-генов – кукуруза (*Zea mays* L.) и дикая злаковая трава императа цилиндрическая (*Imperata cylindrica* L.). Преимуществами метода являются меньшая генотипическая зависимость, отсутствие альбинозных растений, генетическая стабильность регенерантов и сниженные затраты на получение гаплоидных растений. Продолжительность цветения императы цилиндрической и отсутствие необходимости совмещения сроков цветения родителей обеспечивают экономичность и эффективность использования этого вида при получении гаплоидных растений тритикале. Цель настоящего обзора – охарактеризовать методы массового получения гаплоидных растений тритикале, описать их преимущества и недостатки при использовании в селекционном процессе.

Ключевые слова: тритикале, селекция, гаплоиды, культура пыльников, селективная элиминация хромосом, эмбриокультура.

Для цитирования: Дьячук Т.И., Акинина В.Н., Жилин С.В., Хомякова О.В., Барнашова Е.К., Калашникова Э.В., Окладникова В.П. Гаплоидия тритикале *In vitro* (обзор литературы) // Зерновое хозяйство России. 2022. № 1(79). С. 39–45. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-39-45.



TRITICALE HAPLOIDY IN VITRO (LITERATURE REVIEW)

T.I. Diyachuk, Doctor of Biological Sciences, main researcher of the laboratory for cell breeding, ORCID ID: 0000-0001-7420-0521;
V.N. Akinina, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for cell breeding, ORCID ID: 0000-0003-3661-9246;
S.V. Zhilin, research assistant of the laboratory for cell breeding, ORCID ID: 0000-0001-6181-5279;
O.V. Khomyakova, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for cell breeding, ORCID ID: 0000-0002-5218-6076;
E.K. Barnashova, Candidate of Biological Sciences, researcher of the laboratory for cell breeding, ORCID ID: 0000-0003-0384-9571;
E.V. Kalashnikova, junior researcher of the laboratory for cell breeding, ORCID ID: 0000-0002-3870-0542;
V.P. Okladnikova, junior researcher of the laboratory for cell breeding, ORCID ID: 0000-0003-3071-0188
Federal State Budget Scientific Institution "Federal Agricultural Research Center of South-East",
410010, Saratov, Tulaykov Str., 7; e-mail: cell_selection@list.ru

Triticale ($\times$ *Triticosecale* Wittmack) is a hybridized grain crop developed from wheat and rye crossings. Today, triticale is a multipurpose commercial grain crop with great potential as a human food and animal feed. The sown area of the new grain crop in the world reached 4 million hectares in 2018, grain production was about 14 million tons. The current climate change, the rapid evolution of pathogens, as well as the requirements of the modern market dictate the necessity for accelerated development of varieties while reducing the cost of their development. The production of double haploids makes it possible to reduce the time required for the development of homozygous lines by an average of 5–7 years. For the mass production of haploid triticale plants *in vitro*, there are used two methods, namely anther/microspore culture and distant hybridization followed by selective chromosome elimination of the pollinator. The most critical factors for the success of developing haploids in anther culture are a genotype, growing conditions of donor plants, a microspore development stage, stress effects on heads or anthers, and a nutrient media. Among the unresolved problems of the method are a genotypic dependence, a high incidence of albinism and a presence of aneuploids in the androgenic plant progeny. The rye genome is more often involved in chromosomal transformations than the wheat genome. Most aneuploids are nullisomics, most often on the 2R and 5R chromosomes. Nullisomic plants for 2R and 5R chromosomes have fewer number of spikelets per head and fewer number of kernels per head. In order to develop haploids by the method of selective chromosome elimination during distant hybridization, there have been successfully used such grain crops whose pollen is insensitive to Kr-genes, as maize (*Zea mays* L.) and wild cereal grass 'Imperata Cylindrical' (*Imperata cylindrical* L.). The advantages of the method are less genotypic dependence, absence of albino plants, genetic stability of regenerants, and reduced costs for developing haploid plants. The length of flowering period of 'Imperata Cylindrical' and the absence of the need to combine the timing of flowering period of the parents ensure the economy and efficiency of using this species when developing haploid triticale plants. The purpose of the current review was to characterize the methods of mass development of haploid triticale plants, to describe their advantages and disadvantages when being used in the breeding process.

Keywords: triticale, breeding, haploids, anther culture, selective chromosome elimination, embryoculture.

Введение. Тритикале (пшенично-ржаной амфидиплоид) – синтетический вид растений, в клетках которого функционируют хромосомы пшеницы и ржи. Новая зерновая культура воплотила в себе экологическую пластичность ржи и потенциал зерновой продуктивности пшеницы. На современном этапе тритикале можно считать жизнеспособной коммерческой культурой многоцелевого назначения, обладающей огромным потенциалом в качестве продукта питания человека и корма для животных. В условиях нарастания аридизации и континентальности климата проявилась высокая конкурентная способность этого вида по сравнению с другими злаками. Мировые площади в 2018 году под новой культурой достигли 4 млн га. По мнению ведущих специалистов, в ближайшем будущем тритикале может стать одной из ведущих кормовых и продовольственных культур (Грабовец и Крохмаль, 2018; Mergoum et al., 2019).

Большинство коммерческих сортов тритикале получены традиционными методами селекции. Одной из главных проблем в улучшении новой зерновой культуры является отсутствие достаточного генетического разнообразия, и большинство сортов генетически схожи (Losert et al., 2017). Происходящие изменения климата, быстрая эволюция патогенов, а также требования современного рынка диктуют необходимость ускоренного создания сортов при одновременном снижении затрат на их получение. Стратегии селекции, направленные на объединение традиционных и современных методов, являются наиболее верными при решении основных проблем в селекции тритикале (Mergoum, 2019). Тритикале, так же как пшеница и ячмень, является самоопылителем и для достижения гомозиготности необходимо 5–7 поколений самоопыления, гарантирующих генетическую чистоту и однообразие потомства. Альтернативой для быстрого достижения гомозиготности служат удвоен-

ные гаплоиды (DH-линии), массовое получение которых стало возможным благодаря развитию методов *in vitro*. Сроки селекции при использовании гаплоидов сокращаются в среднем на 5 лет (Srivastava and Singh, 2018). Метод гаплоидии успешно используется в селекции тритикале в Австралии, Канаде, Дании, Германии, Польше (Wedzony et al., 2015; Srivastava and Singh, 2018). Для массового получения гаплоидов тритикале *in vitro* применяют два метода: культура пыльников и ее разновидность – культура изолированных микроспор и отдаленная гибридизация с последующей селективной элиминацией хромосом вида-опылителя. Цель настоящего обзора – охарактеризовать методы массового получения гаплоидных растений тритикале, описать их преимущества и недостатки при использовании в селекционном процессе.

Андрогенез *in vitro* у тритикале. Андрогенез (микроспоровый эмбриогенез, андроклиния) индуцируется в культуре пыльников и культуре изолированных микроспор. Спорофитный путь развития микроспор в отличие от гаметофитного характеризуется формированием эмбриоподобных структур (спорофитов) и регенерации из них гаплоидных растений. Важным преимуществом метода являются высокие потенциальные возможности, обусловленные наличием нескольких тысяч микроспор в пыльнике. Критическими факторами, влияющими на эффективность эмбриогенеза, являются генотип донорного растения, стадия развития микроспор на момент отбора, тип и интенсивность применяемого стресса, минеральный состав питательных сред, тип и концентрация регуляторов роста и других биологически активных компонентов питательной среды (Wedzony et al., 2015).

Важной вехой в истории развития технологий получения гаплоидов, основанных на культивировании пыльников (микроспор), стало открытие роли стрессов как триггера пере-

ключения микроспор на спорофитный путь развития (Touraev et al., 1997; Zur et al., 2008; Wurschum et al., 2014). Различные стрессовые факторы применяются отдельно или в комбинации для индукции микроспорового эмбриогенеза (высокие или низкие температуры, углеводное и азотное голодание, колхицин, высокий осмос). Качество и уровень стресса (интенсивность, концентрация, доза) влияют на успех индукционной фазы, но снижают жизнеспособность клеток и качество эмбриоподобных структур, увеличивают частоту альбиносных растений (Wedzony et al., 2015). Эффективным приемом для индукции спорофитного развития микроспор у тритикале, так же как и у других злаков, являются воздействия на колосья или пыльники донорных растений пониженными положительными температурами (ППТ) (Wurshum et al., 2014; Wedzony et al., 2015). Низкотемпературные обработки приводят к различным морфологическим, цитологическим и физиологическим преобразованиям в клетках растений. Они замедляют процессы деградации, изменяют цитоскелет, активизируют Ca^{2+} пути, а также стимулируют экспрессию белков теплового шока. Накоплены факты, показывающие, что низкие температуры являются скорее антистрессовым агентом, «закаливающим» фактором, который приводит к различным цитологическим и физиологическим изменениям в культуре изолированных микроспор и пыльников тритикале. В результате активизируется система клеточной защиты к другим стрессам на основе феномена «перекрестной устойчивости» (Zur et al., 2008).

Увеличение интенсивности стресса приводит к повышенной продукции реактивных форм кислорода (РФК – ионы кислорода, свободные радикалы и перекиси) и оксидативному стрессу. Установлено, что необходимыми условиями для успешной индукции микроспорового эмбриогенеза тритикале являются как определенный уровень продукции РФК, так и антиоксидантная система защиты клеток (Zur et al., 2021). Важным условием эффективной индукции микроспорового эмбриогенеза является специфический гомеостаз регуляторов роста и правильный баланс между содержанием эндогенных гормонов и их экзогенных аналогов в составе питательных сред (Kohli et al., 2013). В культуре пыльников тритикале после воздействия ППТ обнаружены различные белки, причастные к компетенции микроспор, отзывчивости на стресс и индукцию микроспорового эмбриогенеза. Увеличилось количество белков, типичных для защиты от окислительного стресса, шаперонов и др. Функциональная классификация обнаруженных белков показала, что большую их часть составляют белки метаболизма (47%), стрессовые (28%) и запасные (9%) белки (Krzewska et al., 2017).

Существуют различные ограничения, влияющие на эффективность метода и его рутинное использование в селекционных программах. Влияние генотипа на эффективность

получения гаплоидных растений отмечено в различных исследованиях. Генетическая зависимость всех стадий получения гаплоидных растений создает дополнительные трудности при использовании метода в селекции, в связи с необходимостью предварительной оценки гибридов на отзывчивость при культивировании пыльников. Индукция андрогенеза, регенерация растений и соотношение зеленых растений к альбиносным контролируются независимыми генетическими факторами. Локусы количественных признаков (QTLs), связанные с фазой индукции андрогенеза, обнаружены на хромосомах 6B и 4R (Gonzalez et al., 2005). Выявлены 7 QTLs, контролирующих индукцию андрогенеза на хромосомах 4R, 5A, 5R и 7R. QTLs, связанные с регенерацией растений, обнаружены на хромосомах 1B, 1R, 3R, 4R, 5A, 5R и 7R (Krzewska et al., 2012). QTLs, контролирующие формирование альбиносных растений, расположены на хромосомах субгеномов B и R (3B, 4B, 4R, 5R 7R) (Krzewska et al., 2015).

Средняя эффективность метода, оцененная по количеству зеленых растений на 100 культивируемых пыльников, составила 5,2 (для 90 донорных линий с варьированием от 1 до 18 (Krzewska et al., 2012); 10,87 (для 8 различных генотипов с варьированием 2,48–20,88 (Lantos et al., 2014). Самая высокая эффективность, 55 зеленых растений на донорный колос, выявлена у высоко отзывчивого сорта “Bogo” в культуре изолированных микроспор (Oleszezuk et al., 2004).

Одной из важных проблем получения гаплоидных растений злаков методом андрогенеза *in vitro* является формирование хлорофиллдефектных (альбиносных) растений (Игнатова, 2011; Krzewska et al., 2015). Выход альбиносных растений в культуре пыльников тритикале зависит от генотипа и условий выращивания донорных растений, при этом их частота составляет 10–90%. В то же время в культуре пыльников мягкой пшеницы этот показатель варьировал от 0 до 35% (Игнатова, 2011). В культуре изолированных микроспор частота альбиносных регенерантов выше, чем в культуре изолированных пыльников. Состав питательных сред и комбинация стрессовых воздействий могут изменять соотношение зеленых/альбиносных регенерантов. Частота альбинизма снижается в два раза при обработке пыльников маннитолом и повышенными температурами 32 °C (Lantos et al., 2014).

Анеуплоидия в потомствах андрогенетических растений тритикале является распространенным явлением (Wedzony et al., 2015; Kwiątek et al., 2020). Большинство анеуплоидов – гипоплоиды и включают линии нуллисомки, телосомки и транслокации. Среди 42-х хромосомных растений идентифицированы нулли-тетрасомки, а также генотипы с другими абберациями, включая транслокации. При анализе вовлечения индивидуальных хромосом в анеуплоидию установлено, что геном ржи более часто вовлекается в хромосомные преобразования,

чем геном пшеницы. Большинство кариотипированных C_0 растений были нуллисомиками, чаще всего по 2R и 5R хромосомам. В пшеничном геноме 1В хромосома чаще других подвергалась преобразованиям (Oleszezuk et al., 2011; Kwiatek et al., 2020). Существенно, что частота нуллисомиков по 2R хромосоме была схожей у большинства гибридов, в то же время нуллисомики по 5R хромосоме наиболее часто встречались у трудно отзывчивых генотипов. Более того, частота таких анеуплоидных линий увеличивалась в зависимости от продолжительности культивирования до 70%. Поскольку анеуплоидия чаще встречается у слабо отзывчивых генотипов, авторы предполагают, что отсутствие 5R хромосомы влияет на эффективность андрогенеза или регенерацию зеленых растений. Нуллисомия по хромосомам 2R и 5R вызывает изменения в морфологии колоса растений тритикале. Колосья имеют меньшую длину, что связано с редукцией числа колосков в колосе и уменьшением числа зерен в колосе (Kwiatek et al., 2020). Эпигенетические изменения также оказывают влияние на фенотипические проявления потомств ДН-линий. Изменения уровня метилирования ДНК – дополнительный фактор, влияющий на фенотипическую нестабильность ДН-линий. Уровень метилирования ДНК у ДН-линий, полученных в культуре пыльников сорта “Vogo” был существенно ниже, чем у исходных растений. Однако после двух циклов самоопыления уровень метилирования ДНК восстанавливался (Machczynska et al., 2014). Генотипирование ДН-линий тритикале с помощью ДНК-маркеров выявило высокую частоту клонов, а также генетически гетерогенные растения, что снижает эффективность использования метода в селекции (Oleszezuk et al., 2014).

Метод селективной элиминации хромосом при отдаленной гибридизации. Альтернативным методом получения гаплоидов тритикале является отдаленная гибридизация с последующей селективной элиминацией хромосом вида-опылителя. Метод имеет ряд преимуществ по сравнению с культурой пыльников, главные из которых – отсутствие альбиносных растений, генетическая стабильность ДН-линий. Важнейшим проявлением несовместимости родительских геномов в отдаленных скрещиваниях является кариотипическая нестабильность гибридов. Хромосомы одного из родителей, чаще всего отцовские, частично или полностью элиминируют из гибридного ядра. В результате в развивающемся зародыше остается только гаплоидный набор хромосом материнского родителя. Элиминация может сопровождаться структурными перестройками хромосом элиминирующего генома, вызывающими нарушение в расхождении хромосом в митозе с последующим формированием микроядер. Согласно современным представлениям, селективная элиминация хромосом связана с утратой одного из видов гистонового белка H3(CENH3) в центромере. Инактивацию

центромеры вызывает именно утрата гистона CENH3, а не сайленсинг соответствующего гена (Sanie et al., 2011).

Барьеры несовместимости, проявляющиеся на постгамной стадии, ингибируют нормальное развитие гибридных семян. Одно из проявлений постгамной несовместимости – отсутствие развития эндосперма, приводящее к голоданию зародыша и его последующей гибели. Своевременная изоляция зародыша и его культивирование на искусственной питательной среде *in vitro* является основополагающим принципом технологии “*embryo rescue*” («спасения» незрелых зародышей), обеспечивающей получение жизнеспособных растений в отдаленных скрещиваниях. Обработка опыленных цветков раствором 2,4-Д или Дикамба (100 мг/л) способствует росту и развитию зародышей *in planta* (Gosal and Wani, 2018). Изоляция зародышей проводится через 14–21 день после опыления в зависимости от генотипа и условий выращивания растений.

Поиск подходящих опылителей, не чувствительных к генам-ингибиторам скрещиваемости (Kr-генам), позволил повысить эффективность метода и его применение в селекционных программах. Формирование зародышей с последующей регенерацией растений наблюдалось при опылении растений гибридов тритикале пылью сорго и африканского проса (Pratap et al., 2005). Скрещивания тритикале × кукуруза приводят к селективной элиминации хромосом кукурузы и получению гаплоидных растений тритикале. Метод рекомендуется использовать в селекционных программах для получения гаплоидов у генотипов, слабо отзывчивых в культуре пыльников (Wedzony et al., 2015). Проведено сравнительное изучение эффективности скрещиваний с кукурузой линий «традиционных» тритикале и линий с 2D и 4D замещениями хромосом (Inagaki et al., 1997). У замещенных линий частота формирования эмбрионов была выше, что подтверждает роль хромосом D-генома в генетической основе тритикале. Существенным недостатком использования в качестве опылителя кукурузы является несовпадение сроков цветения родительских видов. Для синхронизации периода цветения родителей требуется посев кукурузы в несколько сроков, что существенно увеличивает затраты на получение гаплоидных растений (Wedzony et al., 2015).

Как и при получении гаплоидов пшеницы, выявлена эффективность применения в качестве опылителя дикой злаковой травы *Imperata cylindrica* (L.) ($2n = 2x = 20$) (Kishore et al., 2011). Использование этого вида для получения гаплоидов пшеницы и тритикале имеет ряд преимуществ по сравнению с кукурузой – продолжительность цветения, отсутствие необходимости ежегодного посева опылителя, нечувствительность к действию генов-ингибиторов скрещиваемости пшеницы (Kishore et al., 2011). Сравнение эффективности этих опылителей у гибридов тритикале × пшеница по-

казало преимущества этого вида в сравнении с кукурузой как по частоте формирования зародышей (25,48 и 20%), так и регенерации растений (34,17 и 15,10%). В скрещиваниях линий тритикале, содержащих замещения хромосом, с *Imperata cylindrica*, подтверждена роль хромосом D-генома (главным образом, 7D) в формировании гаплоидных зародышей (Mukai et al., 2015).

Все растения, полученные методом селективной элиминации хромосом, являются гаплоидными. Для удвоения числа хромосом растения подвергаются процедуре диплоидизации *in vivo* (концентрация колхицина 500 мг/л с добавлением 4% DMSO), успех диплоидизации составляет 64,5% (Slusarkiewicz et al., 2017). Применяется процедура удвоения числа хромосом *in vitro* на начальных этапах культивирования (концентрация 1 mM в течение 24 часов или 0,3 mM в течение 48 часов) (Wurschum et al., 2012).

Заключение. Для внедрения ДН-технологий в селекционный процесс требуются воспроизводимые и экономичные методы производства гаплоидных растений. Массовое получение гаплоидных растений тритикале основано на двух методах – культуре пыльников (изолированных микроспор) *in vitro* и селек-

тивной элиминации хромосом при отдаленной гибридизации. Неразрешенными проблемами метода культуры пыльников *in vitro* являются генотипическая зависимость, высокая частота альбинизма и анеуплоидия в потомствах растений-регенерантов. При получении гаплоидов методом селективной элиминации хромосом наибольший успех обеспечивают виды, пыльца которых нечувствительна к действию генов-ингибиторов скрещиваемости (Kr-генов). Выявлена высокая эффективность получения гаплоидных растений при опылении тритикале пыльцой кукурузы (*Zea mays* L.) и дикой злаковой травы *Imperata cylindrica* L. Положительный эффект на формирование и дифференциацию гаплоидных зародышей оказывают хромосомы D-генома мягкой пшеницы. Использование пыльцы *Imperata cylindrica* L. имеет преимущества перед пыльцой кукурузы благодаря продолжительности цветения, отсутствию необходимости ежегодного посева опылителя и более продолжительной жизнеспособности. Поиск других видов-опылителей, нечувствительных к генам-ингибиторам скрещиваемости и эффективных по частоте формирования зародышей и регенерации растений, может привести к созданию генотип-независимых гаплоидных технологий и их практическому использованию.

Библиографические ссылки

1. Грабовец А.И., Крохмаль А.В. Тритикале. Ростов-на-Дону: ООО «Издательство «Юг», 2019. 240 с.
2. Игнатова С.А. Клеточные технологии в растениеводстве, генетике и селекции возделываемых растений: задачи, возможности, разработки систем *in vitro*. Одесса: Астропринт, 2011. 224 с.
3. Gonzalez J.M., Muniz L.M., Jouve N. Mapping of QTLs for androgenetic response based on a molecular genetic map of $\times$ *Triticosecale* Wittmack // Genome. 2005. Vol. 48. Pp. 999–1009.
4. Gosal S.S., Wani S.H. Cell and tissue culture approaches in relation to crop improvement // Biotechnologies of Crop Improvement. 2018. Vol. 1. Pp. 1–42. DOI: 10.1007/978-3-319-78283-6_1.
5. Inagaki M.N., Nagamine T., Mujeeb-Kazi A. Use of pollen storage and detached pollen culture in wheat polyploid production through wide crosses // Cereal Research Com. 1997. Vol. 25. Pp. 7–13.
6. Kishore N., Chaudhari K.K., Chahota R.F. Relative efficiency of the maize-and *Imperata cylindrica*-mediated chromosome elimination approaches for induction of haploids in wheat-rye derivatives // Plant Breed. 2011. Vol. 130. Pp. 192–194.
7. Kohli A., Sreenivasulu N., Lakshmanan P, Kumar P.P. The phytohormone crosstalk paradigm takes centre stage in understanding how plants respond to abiotic stress // Plant Cell Rep. 2013. Vol. 32. Pp. 945–957. DOI: 10.1007/s00299-013-1461-y.
8. Krzewska M., Czyczyło-Mysza I., Dubas E., Golebiowska-Pikania G., Golemić E., Stojalowski S., Chrupek M., Zur I. Quantitative trait loci associated with androgenetic responsiveness in triticales ($\times$ *Triticosecale* Wittm.) // Plant Cell Rep. 2012. Vol. 31. Pp. 2099–2108. DOI: 10.1007/s 00299-012-1320-2.
9. Krzewska M., Czyczyło-Mysza I., Dubas E., Golebiowska-Pikania G., Zur I. Identification of QTLs associated with albino plant formation and some new facts concerning green versus albino ratio determinants in triticales ($\times$ *Triticosecale* Wittm.) anther culture // Euphytica. 2015. Vol. 206. Pp. 263–278. DOI: 10.1007/s10681-015-1509-x.
10. Krzewska M., Golebiowska-Pikania G., Dubas E., Gawin M., Zur I. Identification of proteins related to microspore embryogenesis responsiveness in anther cultures of winter triticales ($\times$ *Triticosecale* Wittm.) // Euphytica. 2017. Vol. 213. Pp. 1-17. DOI: 10.1007/s10681-017-1978-1.
11. Kwiątek M., Banaszak Z., Skowrońska R., Kurasiak-Popowska D., Mikotajczyk S., Niemann J., Tomkowiak A., Weigt D., Nawracata J. Spike morphology alternations in androgenetic progeny of hexaploid triticales ($\times$ *Triticosecale* Wittmack) caused by nullisomy of 2R and 5R chromosomes // In vitro Cellular and Developmental Biology – Plant. 2020. Vol. 56. Pp. 150–158. DOI: 10.1007/s11627-019-10021-7.
12. Lantos C., Bona L., Boda K., Pauk J. Comparative analysis of *in vitro* anther-and isolated microspore culture in hexaploid Triticales ($\times$ *Triticosecale* Wittmack) for androgenesis parameters // Euphytica. 2014. Vol. 197. Pp. 27–37. DOI: 10.1007/s10681-013-1031-y.
13. Losert D., Mauer H.P., Marulanda J., Wurschum T. Phenotypic and genotypic analyses of diversity and breeding progress in European triticales ($\times$ *Triticosecale* Wittmack) // Plant Breed. 2017. Vol. 136. Pp. 18–27. DOI: 10.1111/pbr.12433.
14. Machczyńska J., Orłowska R., Mankowski D.R., Zimny J., Bednarek P.T. DNA methylation changes in triticales due to *in vitro* culture plant regeneration and consecutive reproduction // Plant Tissue Organ Cult. 2014. DOI: 10.1007/s11240-014-0533-1.

15. Mergoum M., Sapkota S., ElFatih A., Naraghi S.M., Pirseyedi S., Alami M.S., and AbuHammad W. Triticale (*× Triticosecale* Wittmack) Breeding // J.M. Al-Khayri et al (eds.). *Advances in Plant Breeding Strategies: Cereals*. Springer Nature Switzerland. 2019. Pp. 405–451. DOI: 10.1007/978-3-030-23108-8_11.
16. Mukai Y., Okamoto G., Kiryu S. et al. The D-genome plays a critical role in the formation of haploid *Aegilops tauschii* through *Imperata cylindrica* mediated uniparental chromosome elimination // *Nucleus*. 2015. Vol. 58(3). Pp. 199–206.
17. Oleszezuk S., Sova S., Zimny J. Direct embryogenesis and green plant regeneration from isolated microspores of hexaploid triticale (*× Triticosecale* Wittmack) cv. Bogo // *Plant Cell Rep*. 2004. Vol. 22. Pp. 885–893. DOI: 10.1007/s00299-004-0796-9.
18. Oleszezuk S., Rabiza-Swidet J., Lukaszewski A.J. Aneuploidy among androgenic progeny of hexaploid triticale (*× Triticosecale* Wittmack) // *Plant Cell Rep*. 2011. Vol. 30. Pp. 575–586.
19. Oleszezuk S., Tyrka M., Zimny J. The origin of clones among androgenetic regenerants of hexaploid triticale // *Euphytica*. 2014. Vol. 198. Pp. 325–336. DOI:10.1007/s10681-014-1109-1.
20. Pratap A., Sethi G.S., Chaudhary H.K. Relative efficiency of different Graminea genera for haploid induction in triticale and triticale x wheat hybrids through the chromosome elimination technique // *Plant Breeding*. 2005. Vj1.124. P. 147–153.
21. Sanie M, Pickering R, Kumke K et al. Loss of centromeric histone H3(CENH3) from centromeres precedes uniparental chromosome elimination in interspecific barley hybrids // *Proc. Nat.Acad. Sci*. 2011. Vol. 108. Pp. 498–505. DOI:10.1073/pnas.1103190108.
22. Slusarekiewicz-Jarzina A., Pudelska H., WoznaJ., Pniewski T. Improved production of doubled haploids of winter and spring triticale hybrids via combination of colchicines treatments of anthers and regenerated plants // *J. Appl. Genetics*. 2017. Vol. 58. Pp. 287–295. DOI: 10.1007/s13353-016-0387-9.
23. Srivastava P, Singh N.B. Acceleration wheat breeding: doubled haploids and rapid generation advance // Gosal S.S., Wani S.H.(eds.). *Biotechnologies of Crop Improvement*. 2018. Vol. 1. Pp. 437–461. DOI: 10.1007/978-3-319-78283-6_3.
24. Touraev A., Vicente O. and Heberle-Bors E. Initiation of embryogenesis by stress // *Trends Plant Science*. 1997. Vol. 2(8). Pp. 297–303.
25. Wedzony M., Zur I., Krzewska M., Dubas E., Szechynska-Hebda M. and Wasek I. Doubled Haploids in Triticale // Eudes F. (ed.). *Triticale*. Springer International Publishing Switzerland. 2015. Pp. 111–128. DOI 10.1007/978-3-319-22551-7_6.
26. Wurschum T., Tucker M.R., Reif J., Maurer H.P. Improved efficiency of doubled haploid generation in hexaploid triticale by *in vitro* chromosome doubling // *BMC Plant Biology*. 2012. Vol. 12. P. 109. <http://www.biomedcentral.com/1471-2229/12/109>.
27. Wurschum T., Tucker M.R., Maurer H.P. Stress influence efficiency of microspore embryogenesis and green plant regeneration in hexaploid triticale // *In vitro Cell Dev. Biol*. 2014. Vol. 50. Pp. 143–148. DOI: 10.1007/s11627-013-9539-3.
28. Zur I., Dubas E., Golemić E., Szechynska-Hebda M., Janowiak F., Wędzony M. Stress-induced changes important for effective androgenic induction in isolated microspore culture of triticale (*× Triticosecale* Wittm.) // *Plant Cell Tissue Organ Cult*. 2008. Vol. 94. Pp. 319–328. DOI 10.1007/s11240-008-9360-6.
29. Zur I., Dubas E., Krzewska M., Kopec P., Nowicka A., Surowka E., Gawronska K., Golebiowska G., Juzon K., Malaga S. Triticale and barley microspore embryogenesis induction requires both reactive oxygen species generation and efficient system of antioxidative defence // *Plant cell, Tissue and Organ Culture*. 2021. 145. Pp.347–366. DOI: 10.1007/s11240-021-02012-7.

References

1. Grabovec A.I., Krohmal' A.V. *Tritikale [Triticale]*. Rostov-na-Donu: OOO «Izdatel'stvo «YUg», 2019. 240 s.
2. Ignatova S.A. *Kletochnye tekhnologii v rastenievodstve, genetike i selekcii vozdeleyvaemykh rastenij: zadachi, vozmozhnosti, razrabotki sistem in vitro [Cell technologies in plant production, genetics and plant breeding: tasks, opportunities, systems in vitro]*. Odessa: Astroprint, 2011. 224 s.
3. Gonzalez J.M., Muniz L.M., Jouve N. Mapping of QTLs for androgenetic response based on a molecular genetic map of *× Triticosecale* Wittmack // *Genome*. 2005. Vol. 48. Pp. 999–1009.
4. Gosal S.S., Wani S.H. Cell and tissue culture approaches in relation to crop improvement // *Biotechnologies of Crop Improvement*. 2018. Vol. 1. Pp. 1–42. DOI: 10.1007/978-3-319-78283-6_1.
5. Inagaki M.N., Nagamine T., Mujeeb-Kazi A. Use of pollen storage and detached pollen culture in wheat polyploid production through wide crosses // *Cereal Research Com*. 1997. Vol. 25. Pp. 7–13.
6. Kishore N., Chaudhari K.K., Chahota R.F. Relative efficiency of the maize-and *Imperata cylindrica*-mediated chromosome elimination approaches for induction of haploids in wheat-rye derivatives // *Plant Breed*. 2011. Vol. 130. Pp. 192–194.
7. Kohli A., Sreenivasulu N., Lakshmanan P, Kumar P.P. The phytohormone crosstalk paradigm takes centre stage in understanding how plants respond to abiotic stress // *Plant Cell Rep*. 2013. Vol. 32. Pp. 945–957. DOI: 10.1007/s00299-013-1461-y.
8. Krzewska M., Czyczyło-Mysza I., Dubas E., Golebiowska-Pikania G., Golemić E., Stojalowski S., Chrupek M., Zur I. Quantitative trait loci associated with androgenetic responsiveness in triticale (*× Triticosecale* Wittm.) // *Plant Cell Rep*. 2012. Vol. 31. Pp. 2099–2108. DOI: 10.1007/s 00299-012-1320-2.
9. Krzewska M., Czyczyło-Mysza I., Dubas E., Golebiowska-Pikania G., Zur I. Identification of QTLs associated with albino plant formation and some new facts concerning green versus albino ratio determinants in triticale (*× Triticosecale* Wittm.) anther culture // *Euphytica*. 2015. Vol. 206. Pp. 263–278. DOI: 10.1007/s10681-015-1509-x.

10. Krzewska M., Golebiowska-Pikania G., Dubas E., Gawin M., Zur I. Identification of proteins related to microspore embryogenesis responsiveness in anther cultures of winter triticale (*× Triticosecale* Wittm.) // *Euphytica*. 2017. Vol. 213. Pp. 1–17. DOI: 10.1007/s10681-017-1978-1.
11. Kwiatek M., Banaszak Z., Skowroniska R., Kurasia-Popowska D., Mikotajczyk S., Niemann J., Tomkowiak A., Weigt D., Nawracata J. Spike morphology alternations in androgenetic progeny of hexaploid triticale (*× Triticosecale* Wittmack) caused by nullisomy of 2R and 5R chromosomes // *In vitro Cellular and Developmental Biology – Plant*. 2020. Vol. 56. Pp. 150–158. DOI: 10.1007/s11627-019-10021-7.
12. Lantos C., Bona L., Boda K., Pauk J. Comparative analysis of *in vitro* anther- and isolated microspore culture in hexaploid triticale (*× Triticosecale* Wittmack) for androgenesis parameters // *Euphytica*. 2014. Vol. 197. Pp. 27–37. DOI: 10.1007/s10681-013-1031-y.
13. Losert D., Mauer H.P., Marulanda J., Wurschum T. Phenotypic and genotypic analyses of diversity and breeding progress in European triticale (*× Triticosecale* Wittmack) // *Plant Breed.* 2017. Vol. 136. Pp. 18–27. DOI: 10.1111/pbr.12433.
14. Machczynska J., Orlowska R., Mankowski D.R., Zimny J., Bednarek P.T. DNA methylation changes in triticale due to *in vitro* culture plant regeneration and consecutive reproduction // *Plant Tissue Organ Cult.* 2014. DOI: 10.1007/s11240-014-0533-1.
15. Mergoum M., Sapkota S., ElFatih A., Naraghi S.M., Pirseyedi S., Alami M.S., and AbuHammad W. Triticale (*× Triticosecale* Wittmack) Breeding // J.M. Al-Khayri et al (eds.). *Advances in Plant Breeding Strategies: Cereals*. Springer Nature Switzerland. 2019. Pp. 405–451. DOI: 10.1007/978-3-030-23108-8_11.
16. Mukai Y., Okamoto G., Kiryu S. et al. The D-genome plays a critical role in the formation of haploid *Aegilops tauschii* through *Imperata cylindrica* mediated uniparental chromosome elimination // *Nucleus*. 2015. Vol. 58(3). Pp. 199–206.
17. Oleszezuk S., Sova S., Zimny J. Direct embryogenesis and green plant regeneration from isolated microspores of hexaploid triticale (*× Triticosecale* Wittmack) cv. Bogó // *Plant Cell Rep.* 2004. Vol. 22. Pp. 885–893. DOI: 10.1007/s00299-004-0796-9.
18. Oleszezuk S., Rabiza-Swidet J., Lukaszewski A.J. Aneuploidy among androgenic progeny of hexaploid triticale (*× Triticosecale* Wittmack) // *Plant Cell Rep.* 2011. Vol. 30. Pp. 575–586.
19. Oleszezuk S., Tyrka M., Zimny J. The origin of clones among androgenetic regenerants of hexaploid triticale // *Euphytica*. 2014. Vol. 198. Pp. 325–336. DOI: 10.1007/s10681-014-1109-1.
20. Pratap A., Sethi G.S., Chaudhary H.K. Relative efficiency of different Gramineae genera for haploid induction in triticale and triticale x wheat hybrids through the chromosome elimination technique // *Plant Breeding*. 2005. V. 124. P. 147–153.
21. Sanie M., Pickering R., Kumke K et al. Loss of centromeric histone H3(CENH3) from centromeres precedes uniparental chromosome elimination in interspecific barley hybrids // *Proc. Nat. Acad. Sci.* 2011. Vol. 108. Pp. 498–505. DOI: 10.1073/pnas.1103190108.
22. Slusarekiewicz-Jarzina A., Pudelska H., Wozna J., Pniewski T. Improved production of doubled haploids of winter and spring triticale hybrids via combination of colchicines treatments of anthers and regenerated plants // *J. Appl. Genetics*. 2017. Vol. 58. Pp. 287–295. DOI: 10.1007/s13353-016-0387-9.
23. Srivastava P., Singh N.B. Acceleration wheat breeding: doubled haploids and rapid generation advance // Gosai S.S., Wani S.H. (eds.). *Biotechnologies of Crop Improvement*. 2018. Vol. 1. Pp. 437–461. DOI: 10.1007/978-3-319-78283-6_3.
24. Touraev A., Vicente O. and Heberle-Bors E. Initiation of embryogenesis by stress // *Trends Plant Science*. 1997. Vol. 2(8). Pp. 297–303.
25. Wedzony M., Zur I., Krzewska M., Dubas E., Szechynska-Hebda M. and Wasek I. Doubled Haploids in Triticale // Eudes F. (ed.). *Triticale*. Springer International Publishing Switzerland. 2015. Pp. 111–128. DOI 10.1007/978-3-319-22551-7_6.
26. Wurschum T., Tucker M.R., Reif J., Maurer H.P. Improved efficiency of doubled haploid generation in hexaploid triticale by *in vitro* chromosome doubling // *BMC Plant Biology*. 2012. Vol. 12. P. 109. <http://www.biomedcentral.com/1471-2229/12/109>.
27. Wurschum T., Tucker M.R., Maurer H.P. Stress influence efficiency of microspore embryogenesis and green plant regeneration in hexaploid triticale // *In vitro Cell Dev. Biol.* 2014. Vol. 50. Pp. 143–148. DOI: 10.1007/s11627-013-9539-3.
28. Zur I., Dubas E., Golemić E., Szechynska-Hebda M., Janowiak F., Wędzony M. Stress-induced changes important for effective androgenic induction in isolated microspore culture of triticale (*× Triticosecale* Wittm.) // *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 2008. Vol. 94. Pp. 319–328. DOI 10.1007/s11240-008-9360-6.
29. Zur I., Dubas E., Krzewska M., Kopec P., Nowicka A., Surowka E., Gawronska K., Golebiowska G., Juzon K., Malaga S. Triticale and barley microspore embryogenesis induction requires both reactive oxygen species generation and efficient system of antioxidative defence // *Plant cell, Tissue and Organ Culture*. 2021. 145. Pp. 347–366. DOI: 10.1007/s11240-021-02012-7.

Поступила: 6.07.21; принята к публикации: 20.10.21.

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. Дьячук Т.И., Акинина В.Н., Хомякова О.В. – концептуализация проблемы; Жилин С.В., Барнашова Е.К., Калашникова Э.В., Окладникова В.П. – сбор, подготовка и обработка информации, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ НОВОГО СОРТА ЭСПАРЦЕТА ПЕСЧАНОГО (*ONOBRYCHIS ARENARIA*) АТАМАНСКИЙ 20

С.А. Игнатъев, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории многолетних трав, mноголетnie.travy@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0715-2982;

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

К.Н. Горюнов, агроном лаборатории многолетних трав, ORCID ID: 0000-0002-5685-6508;

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

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

Н.В. Шишкин, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, nik.shishkin.1961@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3836-0297

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

Цель исследований – оценка хозяйственно-биологических признаков и свойств нового высокопродуктивного, устойчивого к различным стрессовым условиям сорта эспарцета. Исследования проводили в рамках конкурсных сортоиспытаний лаборатории селекции и семеноводства многолетних трав «АНЦ «Донской» в 2018–2021 гг. Посев питомников конкурсного сортоиспытания проводили весной с нормой высева – 4 млн всхожих семян на га. Площадь делянок – 25 м², повторность 4–6-кратная. Новый сорт эспарцета Атаманский 20 – искусственная синтетическая популяция, полученная методами индивидуально-семейственного отбора и поликросса в сортах Атаманский, Зерноградский 2 и Велес. Сорт относится к песчаному виду. Сорт эспарцета Атаманский 20 в годы конкурсного сортоиспытания достоверно превосходил стандарт Зерноградский 2. Урожайность зеленой массы сорта Атаманский 20 была выше, чем у стандарта, на 4,5, сухого вещества – на 1,4, семян – на 0,14 т/га, или соответственно на 17,1, 20,6 и 21,2%. По выходу с 1 гектара сырого и переваримого протеина сорт эспарцета Атаманский 20 превосходил стандарт соответственно на 20,1 и 25,7%, по сбору валовой энергии – на 12,3%. При использовании сорта эспарцета Атаманский 20 в качестве сидеральной культуры с 1 т сухого вещества в почву может быть внесено в среднем 297 кг/га N, 65 кг/га P₂O₅, 159 кг/га K₂O, это соответственно на 32, 27 и 30% больше, чем вносится при заделке в почву зеленой массы Зерноградского 2.

Ключевые слова: эспарцет, сорт, продуктивность, пластичность, качество, сидеральная культура.

Для цитирования: Игнатъев С.А., Регидин А.А., Горюнов К.Н., Грязева Т.В., Кравченко Н.С., Шишкин Н.В. Хозяйственно-биологические признаки и результаты изучения нового сорта эспарцета песчаного (*Onobrychis arenaria*) Атаманский 20 // Зерновое хозяйство России. 2022. № 1(79). С. 46–51. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-46-51.



ECONOMIC AND BIOLOGICAL TRAITS AND STUDY RESULTS OF THE NEW SANDY SAINFOIN VARIETY (*ONOBRYCHIS ARENARIA*) 'ATAMANSKY 20'

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

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

K.N. Goryunov, agronomist of the laboratory for breeding and seed production of perennial grasses, ORCID ID: 0000-0002-5685-6508;

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

N.S. Kravchenko, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and seed quality, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548;

N.V. Shishkin, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for plant immunity and protection, nik.shishkin.1961@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3836-0297

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

The purpose of the current study was to estimate the economic and biological characteristics and properties of a new, highly productive sainfoin variety resistant to various stressful conditions. The study was carried out as part of the

competitive variety testing of the laboratory for breeding and seed production of perennial grass of the "ARC "Donskoy" in 2018–2021. The experimental sowing for the competitive variety testing was done in spring, with a seeding rate of 4 million germinated seeds per ha. The area of plots was 25 m², 4–6 times of repetition. There has been identified the new sainfoin variety 'Atamansky 20', an artificial synthetic population obtained by the methods of individual family selection and poly-crossing of the varieties 'Atamansky', 'Zernogradsky 2' and 'Veles'. The variety belongs to the sandy species. The sainfoin variety 'Atamansky 20' during the years of competitive variety testing significantly exceeded the standard variety 'Zernogradsky 2'. The green mass productivity of the variety 'Atamansky 20' was higher than that of the standard variety on 4.5 t/ha, dry matter on 1.4 t/ha, seeds on 0.14 t/ha, or on 17.1%, 20.6% and 21.2%, respectively. According to raw and digestible protein percentage per hectare, the sainfoin variety 'Atamansky 20' exceeded the standard one on 20.1% and 25.7%, respectively; gross energy yield on 12.3%. When using the sainfoin variety 'Atamansky 20' as a green manure crop there can be used an average of 297 kg/ha N, 65 kg/ha P₂O₅, 159 kg/ha K₂O, which is respectively on 32%, 27% and 30% more than used when the green mass of 'Zernogradsky 2' is applied into the soil.

Keywords: sainfoin, variety, productivity, adaptability, quality, green manure crop.

Введение. Растениеводство в большой степени зависит от складывающихся погодных-климатических условий. Во многих регионах страны отмечается явное изменение увлажнения, температурного режима по сезонам, увеличение повторяемости таких климатических условий, как засуха и проявление разных видов эрозий (Эдельгериев, 2019; Антонов, 2019; Кривошеев и др., 2014).

На изменение природно-климатических явлений накладываются ограничения и недостатки материального обеспечения сельскохозяйственного производства удобрениями, техникой и трудовыми ресурсами.

В таких условиях несколько усложняется и изменяется селекция с.-х. культур и в частности многолетних кормовых трав, т.к. приходится уделять больше внимания экологической приспособленности новых сортов, способности их давать стабильный и достаточно высокий урожай семян, зеленой массы и сухого вещества с хорошим кормовым качеством (Мальчиков и др., 2018; Рыбась, 2016; Косолапов и др., 2015; Юсова и др., 2020). С учетом этих обстоятельств, селекция эспарцета в «АНЦ «Донской» направлена на создание сортов, способных наиболее полно реализовывать свой потенциал, особенно при возделывании в регионах с изменяющимися погодными-климатическими условиями юга России.

Цель исследований – оценка хозяйственно-биологических признаков и свойств нового высокопродуктивного, устойчивого к различным стрессовым условиям сорта эспарцета.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в рамках конкурсных сортоиспытаний лаборатории селекции и семеноводства многолетних трав «АНЦ «Донской» в 2018–2021 гг.

За вегетацию 2017–2018 (102,4 мм), 2018–2019 (238,4 мм) 2019–2020 (242,3 мм) с.-х. года количество выпавших осадков было ниже среднемноголетней (268,2 мм) нормы на фоне высоких (на 1,6–3,0 °C выше) среднесуточных температур. Количество осадков за 2020–2021 с.-х. год (340,3 мм) было выше среднемноголетнего их количества, среднесуточные температуры воздуха также были выше на 0,6–5,2 °C, чем среднемноголетние показатели. Сложившиеся в период изучения погодные условия позволили разносторонне изучить сорта эспарцета.

Посев питомников конкурсного сортоиспытания проводили весной, с нормой высева 4 млн всхожих семян на га. Площадь деленок – 25 м², повторность – 4–6-кратная. Стандарт – Зерноградский 2. Полевые и лабораторные исследования выполняли по общепринятым методикам (Методика государственного сортоиспытания, 2019). Определение азота, фосфора и калия в зеленой массе эспарцета проводили по «Руководству по анализу кормов» (1983). Статистическую обработку и дисперсионный анализ данных проводили с использованием таких программ, как Excel и Statistica 10.0.

Результаты и их обсуждение. Сорт эспарцета Атаманский 20 – искусственная синтетическая популяция, выведенная методами индивидуально-семейственного отбора и поликросса в сортах Атаманский, Зерноградский 2, Велес, с последующим негативным и массовым отбором. Сорт относится к песчаному виду (*Onobrychis arenaria*).

При осеннем отрастании растения эспарцета Атаманский 20 образуют полупрямостоячие и полуразвалистые розетки, в стеблевании – 50% полупрямостоячих и 50% прямостоячих форм. Растения имеют стержневую мощную корневую систему.

Стебель ребристый, толстый, выполненный на 1/3, не опушен, мягкий. Высота растений в полное цветение варьирует от 110 до 126 см. Стебель зеленого цвета, а узлы его – светло-зеленого. В рядовом посеве растения формируют в среднем 10 побегов на куст.

Листочки темно-зеленого цвета, длиной 20–30 мм, шириной 7–9 мм, ланцетно-яйцевидные, мягкие, опушение отсутствует. Облиственность растений составляет 43–49, выход сена – 32–34%.

Окраска цветков в большей части розовая, редко – бледно-розовая. Кисть длинная, рыхлая, веретеновидной формы с утончающейся верхушкой. Длина кисти на момент цветения составляет 10–12 см, при созревании семян – 12–15 см.

Бобы средней крупности, вооружение побольшей частью отсутствует. Твердосемянность не превышает 3–5%. Масса 1000 семян – 20–22 г.

Продолжительность вегетационного периода от начала весеннего отрастания до 1-го укоса – 55–60 дней, до полной спелости семян – 90–105 дней.

Новый сорт эспарцета Атаманский 20 превосходит стандарт Зерноградский 2 по облиственности растений, массе 1000 семян, содержанию сухого вещества и сырого протеина,

более благоприятным содержанием клетчатки в корме. Основными болезнями поражается на уровне стандарта (табл. 1).

1. Сравнительная характеристика основных хозяйственно-биологических показателей нового сорта Атаманский 20 со стандартом (средние за 2018–2021 гг.)
1. Comparative characteristics of the main economic and biological indicators of the new variety 'Atamansky 20' with the standard variety (average in 2018–2021)

Показатели	Зерноградский 2, ст.	Атаманский 20
Вегетационный период, дни:		
– от начала весенней вегетации до цветения	55	55
– до полной спелости семян	100	100
Высота растений, см	114	118
Облиственность растений, %	46	49
Масса 1000 семян, г	19,6	21,3
Содержание:		
– сухого вещества, %	26,7	27,8
Содержание в сухом веществе, %:		
– сырого протеина	17,91	18,32
– сырой клетчатки	32	30
Поражение болезнями, %:		
– аскохитоз	15	15
– мучнистая роса	до 10	до 10

Сорт эспарцета Атаманский 20 в годы курсного сортоиспытания достоверно превосходил стандарт в первый и второй годы ис-

пользования по урожайности зеленой массы и семян (табл. 2).

2. Кормовая и семенная продуктивность нового сорта эспарцета Атаманский 20, т/га (2018–2021 гг.)
2. Forage and seed productivity of the new sainfoin variety 'Atamansky 20', t/ha (2018–2021)

Сорта	Посев 2017		Посев 2018		Посев 2019		CV,%
	2018	2019	2019	2020	2020	2021	
Зеленая масса							
Зерноградский 2, ст.	25,2	26,4	37,2	28,1	19,6	21,3	23,6
Атаманский 20	28,8	28,7	44,9	32,8	25,1	24,8	24,3
НСР ₀₅	1,31	1,62	2,31	1,70	0,51	0,83	—
Сухая масса							
Зерноградский 2, ст.	6,6	6,9	9,7	7,0	5,1	5,6	52,7
Атаманский 20	7,9	7,8	12,1	8,8	6,5	6,4	56,9
НСР ₀₅	0,63	0,51	0,64	0,60	0,59	0,45	—
Семена							
Зерноградский 2, ст.	0,58	0,61	0,68	0,71	0,69	0,71	22,7
Атаманский 20	0,64	0,83	0,81	0,82	0,80	0,82	14,4
НСР ₀₅	0,05	0,06	0,06	0,07	0,06	0,07	—

Изменчивость урожайности зеленой массы как сорта Атаманский 20, так и стандарта по годам была значительной. Коэффициент вариации (CV) составлял соответственно 24,3 и 23,6% при изменении урожайности от 24,8 до 44,9 т/га и от 19,6 до 37,2 т/га. Значительная изменчивость у нового сорта Атаманский 20 и урожайности сухого вещества – коэффициент вариации составлял 56,9%, стандарта – 52,7%. Урожайность сухого вещества при этом изменялась у сорта Атаманский 20 от 6,4 до 12,1 т/га, у стандарта – от 5,1 до 9,7 т/га.

Урожайность семян стандарта Зерноградский 2 по годам варьировала от 0,58 до 0,71, у сорта Атаманский 20 – от 0,69 до 0,82 т/га.

Изменчивость признака при этом у Атаманского 20 была средней (CV = 14,4%), у стандарта – значительной (CV = 22,7%).

На сортах Зерноградский 2 и Атаманский, являющихся родоначальниками сорта Атаманский 20, проводилось изучение влияния условий выращивания на продуктивность и ее изменение под воздействием условий.

Оценка влияния условий выращивания на продуктивность сортов эспарцета показала, что основное влияние на формирование урожайности зеленой массы, сухого вещества и семян оказывал фактор «год», соответственно доля влияния его составляла 89,7, 90,1 и 85,6% в 2017, 2018 и 2019 годах посева соответствен-

но, меньшее, но тоже достоверное влияние оказывал фактор «сорт», с долей влияния 9,2, 9,6 и 12,1%.

Расчет индексов условий среды (I_j) выявил, что наилучшие условия для формирования урожайности зеленой массы и сухого вещества

складывались для посева 2018 года. Индексы условий среды составляли +12,3 для первого года эксплуатации и +2,1 для второго года по урожайности зеленой массы и соответственно +3,21 и +0,57 по сухому веществу (табл. 3).

3. Влияние условий выращивания на продуктивность нового сорта эспарцета

Атаманский 20, т/га (2018–2021 гг.)

3. The effect of growing conditions on productivity of the new sainfoin variety 'Atamansky 20', t/ha (2018–2021)

Сорт	Посев 2017		Посев 2018		Посев 2019		ΣY_j	Y_j	b_i
	2018	2019	2019	2020	2020	2021			
Зеленая масса									
Зерноградский 2, ст.	25,2	26,4	37,2	28,1	19,6	21,3	157,8	26,3	0,91
Атаманский	26,1	27,8	40,4	30,9	22,9	21,9	170,0	28,3	0,91
Атаманский 20	28,8	28,7	44,9	32,8	25,1	24,8	185,1	30,8	0,82
ΣY_j	80,1	82,9	122,5	91,8	67,9	68,0	–	–	–
Y_j	26,7	27,6	40,8	30,6	22,6	22,7	–	–	–
I_j	-1,8	-0,9	+12,3	+2,1	-5,9	-5,8	–	–	–
Сухая масса									
Зерноградский 2, ст.	6,6	6,9	9,7	7,0	5,1	5,6	40,9	6,8	0,83
Атаманский	6,9	7,1	9,9	8,3	6,0	5,7	43,9	7,3	0,75
Атаманский 20	7,9	7,8	12,1	8,8	6,5	6,4	49,5	8,2	1,01
ΣY_j	21,4	21,8	31,7	24,1	17,6	17,7	–	–	–
Y_j	7,1	7,3	10,6	8,0	5,9	5,9	–	–	–
I_j	-0,33	-0,19	+3,21	+0,57	-1,59	-1,56	–	–	–
Семена									
Зерноградский 2, ст.	0,58	0,61	0,68	0,71	0,69	0,71	3,98	0,66	2,10
Атаманский	0,63	0,73	0,70	0,73	0,74	0,78	4,31	0,72	1,64
Атаманский 20	0,69	0,83	0,81	0,82	0,80	0,82	4,77	0,80	2,30
ΣY_j	1,90	2,17	2,19	2,26	2,23	2,31	–	–	–
Y_j	0,63	0,72	0,73	0,75	0,74	0,77	–	–	–
I_j	-0,09	0	+0,01	+0,03	+0,02	+0,05	–	–	–

Более благоприятные условия для формирования семян сортов эспарцета сложились в посевах 2018 и 2019 гг. Индекс условий среды (I_j) составлял соответственно по годам использования +0,02, +0,05 и +0,01, +0,03.

Самыми неблагоприятными для формирования урожайности зеленой массы и сухого вещества были условия для посева 2019 года. Индексы условий среды (I_j) были отрицательными и по годам их значения составляли соответственно -5,9, -5,8 и -1,59, -1,56.

Изменение урожайности сортов под воздействием условий среды отражает коэффициент линейной регрессии (b_i) (Зыкин и др., 2011; Рыбась, 2016). Он показывает реакцию генотипа на изменения условий выращивания и дает оценку пластичности объекта (Мальчиков и др., 2018).

Оценка коэффициента линейной регрессии (b_i) признака «урожайность зеленой массы» сортов Зерноградский 2 и Атаманский составили 0,91, а для сорта Атаманский 20 он был 0,82, т.е. при выращивании на зеленую массу сорт Атаманский 20 незначительно, но слабее реагирует на изменение условий, чем Зерноградский 2 и Атаманский.

Для признака «урожайность сухого вещества» у сортов Зерноградский 2 и Атаманский коэффициент b_i так же <1 (0,83 и 0,75 соответственно), они и в этом случае слабо реагируют изменением урожайности сухого вещества на изменение условий. В то же время у сорта Атаманский 20 коэффициент $b_i = 1,01$, т.е. имеется полное соответствие изменения урожайности сухого вещества изменению условий выращивания.

По реакции на изменения условий выращивания на семена новый сорт эспарцета Атаманский 20 ($b_i = 2,30$) обладает большей отзывчивостью, чем сорт Атаманский ($b_i = 1,64$) и близок по ней сорту Зерноградский 2 ($b_i = 2,10$). Данный анализ показывает, что выращивать Атаманский 20 на семена целесообразно на высоком уровне агротехники.

Анализ кормовой продуктивности сорта Атаманский 20 и ее качества показал, что новый сорт эспарцета существенно превосходит стандарт Зерноградский 2 по многим показателям (табл. 4).

4. Сбор с 1 га питательных веществ и кормовая ценность нового сорта эспарцета

Атаманский 20 (средняя за 2018–2021 гг.)

4. Yield of nutrients per 1 ha and nutritional value of the new sainfoin variety

'Atamansky 20' (average in 2018–2021)

Сорт	Сбор с 1 га				Содержание обменной энергии, МДж/кг
	кормовых единиц, к.е.	сырого протеина, кг	переваримого протеина, кг	валовой обменной энергии, МДж	
Зерноградский 2, ст.	4420	1192	1010	65280	9,6
Атаманский 20	5180	1432	1270	73540	9,7

Так, выход с 1 га кормовых единиц стандарта составлял 4420 к.е, тогда как у нового сорта Атаманский 20 – 5180 к.е., или на 17,2% выше. По сбору сырого и переваримого протеина превышение над стандартом нового сорта эспарцета соответственно составляло 20,1 и 25,7%. Выход валовой обменной энергии с 1 га нового сорта Атаманский 20 составлял 73540 МДж, что на 12,3% выше, чем выход обменной энергии стандарта Зерноградский 2 (65 280 МДж).

Культура эспарцет во многих регионах РФ является одной из лучших сидеральных культур. Использование его в этом качестве позволяет экономить минеральные удобрения без снижения урожайности и качества в последующем возделываемых культур (Кравцова, 2016).

Расчеты на основе содержания в сухом веществе макроэлементов показывают, что в 1 тонне сухого вещества стандарта Зерноградский 2 содержится 29,1–31,6 кг N, 6,6–7,2 кг P_2O_5 и 15,4–18,3 кг K_2O . У нового сорта эспарцета Атаманский 20 их содержание незначительно выше и составляет 30,6–33,7 кг N, 6,8–7,3 кг P_2O_5 и 16,1–18,4 кг K_2O . С учетом максимальной и минимальной урожайности сухого вещества стандарта с его заделкой в почву может быть внесено до 225 кг/га N, 51 кг/га P_2O_5 , 122 кг/га K_2O . При использовании сорта Атаманский 20 в качестве сидерального удобрения уже может быть внесено до 297 кг/га N, 65 кг/га P_2O_5 ,

159 кг/га K_2O , что выше, чем вносится с сухим веществом стандарта, соответственно на 32, 27 и 30%.

Выводы. Сорт эспарцета Атаманский 20 в годы конкурсного сортоиспытания достоверно превосходил стандарт Зерноградский 2. Превышение по урожайности зеленой массы составляло 4,5 т/га (17,1%), сухого вещества – 1,4 т/га (20,6%), семян – 0,14 т/га (21,2%).

Сорт эспарцета Атаманский 20 при выращивании на зеленую массу слабее, чем сорта-родители (Атаманский и Зерноградский 2), реагирует на изменение условий среды. У сорта Атаманский 20 имеется соответствие изменения урожайности сухого вещества изменению условий возделывания, а при возделывании на семена он сильнее отзывается на улучшение агротехники.

По выходу с 1 гектара сырого и переваримого протеина сорт эспарцета Атаманский 20 превосходил стандарт соответственно на 20,1 и 25,7%, по сбору валовой энергии – на 12,3%.

Использование сорта эспарцета Атаманский 20 в качестве сидеральной культуры более выгодно, чем использование сорта Зерноградский 2, так как с 1 т сухого вещества в почву может быть внесено до 297 кг/га N, 65 кг/га P_2O_5 , 159 кг/га K_2O , это соответственно на 32, 27 и 30% больше, чем вносится при заделке в почву зеленой массы Зерноградского 2.

Библиографические ссылки

1. Антонов С.А. Изменение засушливости территории Ставропольского края за последние 50 лет (1969–2018 гг.) // Сельскохозяйственный журнал. 2019. 12(2). С. 6–12.
2. Зыкин В.А., Белан И.А., Юсов В.С., Киреев Р.С., Чанышев И.О. Экологическая пластичность сельскохозяйственных растений (методика и оценка). Уфа, 2011. 97 с.
3. Косолапов В.М., Шамсутдинов З.Ш., Ившин Г.И. Основные виды и сорта кормовых культур (итоги научной деятельности Центрального селекционного центра). Монография. М.: Наука, 2015. 545 с.
4. Кравцова Е.В. Влияние сидератов на продуктивность зерновых культур в условиях южной зоны Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2016. № 4(46). С. 57–60.
5. Кривошеев Г.Я., Игнатьев А.С., Буин Н.П. Изменение климатических условий в южной зоне Ростовской области в период вегетации кукурузы // Зерновое хозяйство России. 2014. № 1(31). С. 44–50.
6. 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/VJ 18.436.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. М.: ООО «Группа компаний Море», 2019. 384 с.
8. Рыбась И.А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур // Сельскохозяйственная биология. 2016. Том 51. № 5. С. 617–626. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus.
9. Эдельгериев Р.С.-Х. Глобальный климат и почвенный покров России: опустынивание и деградация земель, институциональные, инфраструктурные, технологические меры адаптации (сельское и лесное хозяйство). М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2019. 476 с.
10. Юсова О.А., Николаев П.Н., Бендина Я.Б., Сафонова И.В., Анисков Н.И. Стрессоустойчивость сортов ячменя различного экологического происхождения для условий резко континенталь-

ного климата // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. № 18(4). С. 44–55. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-4-44-55>.

References

1. Antonov S.A. Izmenenie zasushlivosti territorii Stavropol'skogo kraja za poslednie 50 let (1969–2018 gg.) [Changes in aridity in the Stavropol Territory over the past 50 years (1969–2018)] // Sel'skohozyajstvennyj zhurnal. 2019. 12(2). S. 6–12.
2. Zykin V.A., Belan I.A., YUsov V.S., Kireev R.S., CHanyshhev I.O. Ekologicheskaya plastichnost' sel'skohozyajstvennykh rastenij (metodika i ocenka) [Ecological adaptability of agricultural plants (methodology and estimation)]. Ufa, 2011. 97 s.
3. Kosolapov V.M., SHamsutdinov Z.SH., Ivshin G.I. Osnovnye vidy i sorta kormovykh kul'tur (itogi nauchnoj deyatel'nosti Central'nogo selekcionnogo centra) [Main types and varieties of forage crops (the results of researches of the Central Breeding Center)]. Monografiya. M.: Nauka, 2015. 545 s.
4. Kravcova E.V. Vliyaniye sideratov na produktivnost' zernovykh kul'tur v usloviyakh yuzhnoj zony Rostovskoy oblasti [The effect of green manure on the grain crop productivity in the southern part of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 4(46). S. 57–60.
5. Krivosheev G.YA., Ignat'ev A.S., Buin N.P. Izmenenie klimaticheskikh uslovij v yuzhnoj zone Rostovskoy oblasti v period vegetatsii kukuruzy [Changes of climatic conditions in the southern part of the Rostov region during maize vegetation period] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 1(31). S. 44–50.
6. Mal'chikov P.N., Rozova M.A., Morgunov A.I., Myasnikova M.G., Zelenskij YU.I. Velichina i stabil'nost' urozhajnosti sovremennoho selekcionnogo materiala yarovoj tverdoj pshenicy (Triticum durum Desf.) iz Rossii i Kazakhstana [The productivity value and stability of the modern spring durum wheat breeding material (Triticum durum Desf.) from Russia and Kazakhstan] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2018. T.22. № 8. S. 939–950. DOI: 10.18699/VJ18.436.
7. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Methodology of the State Variety Testing of agricultural crops]. Vyp. 1. M.: OOO «Gruppa kompanij More», 2019. 384 s.
8. Rybas' I.A. Povyshenie adaptivnosti v selekcii zernovykh kul'tur [Improving adaptability in grain crop breeding] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2016. Tom 51. № 5. S. 617–626. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus.
9. Edel'geriev R.S.-H. Global'nyj klimat i pochvennyj pokrov Rossii: opustynivaniye i degradatsiya zemel', institucional'nye, infrastrukturnye, tekhnologicheskie mery adaptatsii (sel'skoe i lesnoe hozyajstvo) [Global climate and soil cover in Russia: desertification and land degradation, institutional, infrastructural, technological adaptation measures (agriculture and forestry)]. M.: Pochvennyj institut im. V.V. Dokuchaeva, 2019. 476 s.
10. YUsova O.A., Nikolaev P.N., Bendina YA.B., Safonova I.V., Anis'kov N.I. Stressoustojchivost' sortov yachmenya razlichnogo ekologicheskogo proiskhozhdeniya dlya uslovij rezko kontinental'nogo klimata [Stress resistance of the barley varieties of different ecological origin for the conditions of a sharply continental climate] // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. 2020. № 18(4). S. 44–55. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-4-44-55>.

Поступила: 7.12.21; принята к публикации: 12.01.22.

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. Игнат'ев С.А. – концептуализация исследования, подготовка рукописи; Регидин А.А. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Горюнов К.Н., Грязева Т.В. – проведение полевого опыта; Кравченко Н.С. – биохимический анализ; Шишкин Н.В. – иммунологическая оценка.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЛИНИЙ ГОРОХА В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С.С. Пислегина, зав. лаборатории селекции и первичного семеноводства
зернобобовых культур, pisleginaswetlana@yandex.ru,
ORCID ID: 0000-0003-0553-7707;

С.А. Четвертных, младший научный сотрудник лаборатории селекции
и первичного семеноводства зернобобовых культур, ORCID ID: 0000-0001-5198-7106
ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого»,
610007, г. Киров, ул. Ленина, 166 А; e-mail: fss.nauka@mail.ru

В статье представлены результаты оценки сортов гороха в питомнике конкурсного сортоиспытания. Цель исследований – проанализировать линии гороха на заключительном этапе селекционного процесса и выделить перспективные по комплексу хозяйственно-ценных признаков. Изучение сортообразцов проводили в 2018–2020 гг. в лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур Фалёнской селекционной станции. Объектом исследования служили 28 линий и сортов гороха различного морфотипа. Оценку образцов, наблюдения и учёт проводили согласно методическим указаниям Госкомиссии по сортоиспытанию. Стандартами являлись сорта Красноуфимский 93, Рябчик, Фалёнский усатый, районированные в Волго-Вятском регионе. Вегетационные периоды 2018–2020 гг. контрастно различались между собой по влагообеспеченности и температурному режиму: наиболее благоприятные гидротермические условия сложились в 2019 г., неблагоприятные – в 2018 и 2020 гг. В результате изучения были определены линии, превысившие стандартные сорта по урожайности зерна, зелёной и сухой массы. В группе зерноукосных белоцветковых выделена линия Е-483 со средней урожайностью зерна 3,49, зелёной массы – 31,4, сена – 5,28 т/га. В группе зерноукосных окрашеноцветковых максимальная урожайность зерна, зелёной и сухой массы отмечена у Е-3588 – 4,16, 34,9 и 7,73 т/га соответственно. Среди усатых сортообразцов наибольшая урожайность зерна получена у линии Е-1250 – 3,71 т/га. Выделены линии с высокими показателями элементов продуктивности. Максимальное количество фертильных узлов отмечено у Е-3745 (4,2 шт.), число бобов – у Е-483, Е-3542, Е-3798 (5,8 шт.), число зёрен на растении – у Д-24746 (25,9 шт.), семенная продуктивность – у Е-3845 (4,4 г). Наибольшие значения числа продуктивных узлов и бобов получены в группе листочковых белоцветковых сортообразцов. Наиболее высокое число зёрен на растении отмечено у пелюшек. Семенная продуктивность и масса 1000 зёрен была выше у усатых сортообразцов. По длине стебля и устойчивости к полеганию отмечено преимущество линий с усатым типом листа.

Ключевые слова: горох, линия, морфотип, урожайность, элементы продуктивности, устойчивость к полеганию.

Для цитирования: Пислегина С.С., Четвертных С.А. Результаты изучения перспективных линий гороха в почвенно-климатических условиях Кировской области // Зерновое хозяйство России. 2022. № 1(79). С. 52–57. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-52-57.



THE STUDY RESULTS OF THE PROMISING PEA LINES IN THE SOIL AND CLIMATIC CONDITIONS OF THE KIROV REGION

S.S. Pislegina, head of the laboratory for legumes breeding
and primary seed production, pisleginaswetlana@yandex.ru,
ORCID ID: 0000-0003-0553-7707;

S.A. Chetvertnykh, junior researcher of the laboratory for legumes breeding
and primary seed production, ORCID ID: 0000-0001-5198-7106
Federal Agricultural Research Center of the North-East named after N.V. Rudnitsky,
610007, Kirov, Lenin Str., 166A; e-mail: fss.nauka@mail.ru

The current paper has presented the results of estimating pea varieties in the Competitive Variety Testing. The purpose of the study was to analyze pea lines at the final stage of the breeding process and to identify the promising ones according to economically valuable traits. The study of variety samples was carried out in laboratory for legumes breeding and primary seed production at the Falyonsky breeding station in 2018–2020. The objects of the study were 28 peas lines and varieties of various morphotypes. The estimation of samples, observations and accounting were carried out according to the methodology of the State Commission for Variety Testing. The standard varieties were the varieties 'Krasnoufimsky 93', 'Ryabchik', 'Falyonsky usaty', zoned in the Volga-Vyatka region. The vegetation periods of 2018–2020 contrastingly differed among themselves in moisture supply and temperature regime, the most favorable hydrothermal conditions were in 2019, the most unfavorable ones were in 2018 and 2020. As a result of the study, there have been identified the lines that exceeded the standard varieties in productivity of grain, green mass and dry matter. In the group of white-flowered grain crops, there was identified the line 'E-483' with 3.49 t/ha of mean grain productivity, 31.4 t/ha of green mass and 5.28 t/ha of hay. In the group of color-flowered grain crops, the maximum productivity of grain, green mass and dry matter was identified in the line 'E-3588' with 4.16, 34.9 and 7.73 t/ha, respectively. Among the leafless variety samples, the line 'E-1250' produced the highest grain yield with 3.71 t/ha. There have been identified the lines with high indicators of yield structure elements. The maximum number of fertile nodes was identified in the line 'E-3745' (4.2 pcs.). The maximum number of kernels was identified

in the lines 'E-483', 'E-3542', 'E-3798' (5.8 pcs.). The maximum number of kernels per plant was identified in the line 'D-24746' (25.9 pcs.). The maximum seed productivity was identified in the line 'E-3845' (4.4 g). The highest values of the number of productive nodes and kernels were obtained in the group of white-flowered leafy varieties. The largest number of kernels per plant was identified in the maple pea. Seed productivity and 1000-kernel weight were higher in the leafless variety samples. According to stem length and resistance to lodging, there has been identified the advantage of the leafless lines.

Keywords: *peas, line, morphotype, productivity, yield structure elements, resistance to lodging.*

Введение. Горох – ценная продовольственная и кормовая культура, занимающая до 85% посевных площадей зернобобовых культур в Российской Федерации (Зотиков и др., 2018). Ценность данной культуры обусловлена такими достоинствами, как скороспелость и высокое содержание биологически полноценного белка в зерне и вегетативной массе. Горох содержит в своём составе большинство дефицитных в рационе питания животных и человека аминокислот, а также большое количество витаминов и минералов. (Антипова и др., 2015). Содержание сырого протеина в зерне в пересчете на 1 кормовую единицу достигает 100–300 г (Зотиков, 2020). Кроме того, в зерне гороха содержится достаточно большое количество жира, что значительно повышает пищевую ценность этой культуры.

В системе животноводства горох применяют в качестве концентрированного и зелёного корма. Зерно гороха используют при производстве комбикормов в качестве белкового компонента. Вегетативную массу применяют в свежем виде, а также для производства силоса, сенажа, травяной муки и т.д. В отличие от многих зернобобовых культур, горох не содержит в своём составе вредных веществ, отрицательно влияющих на переваримость кормов и здоровье животных в целом. За счёт питательности гороха можно сократить расход кормов и в целом увеличить выход животноводческой продукции. (Андреанова и др., 2020).

Агротехническое значение гороха заключается в обеспечении большого сбора растительного белка и меньшем истощении почв по сравнению с зерновыми культурами. Благодаря азотфиксирующей способности, он обогащает почву доступными формами азота и тем самым является отличным предшественником для большинства сельскохозяйственных культур (Гурьев и др., 2016; Штарк и др., 2006). По сравнению с другими зернобобовыми культурами горох является менее затратным в производстве и более адаптированным к неблагоприятным условиям среды (Катюк и Майстренко, 2018).

Однако площадей, занятых под горохом в данный момент, недостаточно для полноценного обеспечения кормопроизводства. Основной причиной, сдерживающей производство гороха, является его низкая устойчивость к стрессовым факторам окружающей среды, а также склонность к полеганию и осыпанию семян, что приводит к снижению урожайности и значительным потерям при уборке (Амелин и Чекалин, 2019). Сорт играет ключевую роль в решении этой проблемы, поэтому создание новых высокоурожайных, устойчи-

вых к неблагоприятным факторам внешней среды сортов гороха может стать основой для стабильного сбалансированного кормопроизводства (Задорин и др., 2016).

Цель исследований – проанализировать линии конкурсного сортоиспытания по параметрам урожайности зерна, вегетативной массы и основным элементам продуктивности, выделить перспективные по хозяйственно-ценным признакам для дальнейшей селекционной работы.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2018–2020 гг. в лаборатории селекции и первичного семеноводства Фалёнской селекционной станции (филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого). Изучение сортообразцов гороха проходило в рамках конкурсного сортоиспытания в соответствии с методикой Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1985). Объекты исследования – 28 перспективных линий гороха, подразделённых в зависимости от морфотипа на три группы: листочковые белоцветковые (10 линий), листочковые окрашеноцветковые (9 линий), усатые белоцветковые (9 линий). В качестве стандартов использовали сорта Красноуфимский 93, Рябчик и Фалёнский усатый, районированные в Волго-Вятском регионе.

Посев сортообразцов производили сеялкой ССФК-7 в I декаде мая по предшественнику картофель. Норма высева – 120 всхожих семян на 1 м², количество повторений в опыте – 4, расположение вариантов – рендомизированное, учётная площадь составила 10 м². Уборку проводили в фазу полной спелости малогабаритным комбайном «Сампо-130». Полученные данные обработаны методом дисперсионного анализа с использованием программы AGROS версия 2.07.

За годы исследований сложились контрастные погодные условия, что позволило всесторонне оценить изучаемые сортообразцы (табл. 1).

Метеорологические условия 2019 года оказались наиболее благоприятными для развития растений гороха: невысокие среднесуточные температуры и обилие осадков способствовали увеличению продолжительности вегетации гороха, что положительно сказалось на формировании продуктивности. Неблагоприятные погодные условия сложились в 2018 году: дефицит влаги и высокие среднесуточные температуры в период цветения и налива бобов привели к снижению фертильности пыльцы и раннему прекращению вегетации, что негативно отразилось на продуктивности гороха в целом. Вегетационный период 2020 года так-

же характеризовался недостаточной влагообеспеченностью, однако в период цветения было отмечено выпадение осадков, вследствие чего

по сравнению с 2018 г. получена более высокая урожайность.

1. Метеорологические условия вегетационного периода (данные Фалёнской метеостанции, 2018–2020 гг.)

1. Meteorological conditions of the vegetation period (data of the Falyonsky weather station, 2018–2020)

Показатель	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Сумма активных температур (выше 10 °С)	1154	1452	1287
Среднесуточная температура, °С	19,0	14,3	15,6
Сумма осадков, мм	148,1	373	170,6
Средняя продолжительность вегетационного периода, сутки	60	90	72

Результаты и их обсуждение. Одним из наиболее важных признаков в селекции гороха, определяющим хозяйственную ценность сорта, является урожайность зерна. Урожайность сортообразцов за годы исследований значительно варьировала и в большой степени зависела от метеорологических условий.

Наиболее высокая урожайность в целом по опыту отмечена в 2019 году – 3,80 т/га (3,21–5,47 т/га). Наиболее низкая урожайность получена в 2018 г. – 2,04 т/га (1,36–4,52 т/га),

что на 1,75 т/га ниже по сравнению с 2019 годом. В 2020 г. средняя урожайность составила 2,47 т/га (2,12–3,27 т/га).

В результате изучения выявлено 12 линий, стабильно превышающих по урожайности зерна стандартные сорта в различные по метеорологическим условиям годы. Среди листочковых белоцветковых максимальная урожайность отмечена у линии Е-483, в группе окрашеноцветковых – у линий Е-3588 и Д-24746, в группе усатого морфотипа – у линии Е-1250 (табл. 2).

2. Урожайность зерна перспективных линий гороха в КСИ (2018–2020 гг.) 2. Grain productivity of the promising pea lines in the CVT (2018–2020)

Линия, сорт	Урожайность зерна, т/га				
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	средняя	прибавка к стандарту
Листочковые белоцветковые					
Красноуфимский 93, ст.	1,53	3,44	2,75	2,57	–
Е-483	3,36	4,05	3,06	3,49	0,92
Е-3583	2,22	4,75	2,93	3,30	0,73
Е-3542	2,64	3,81	3,00	3,15	0,58
Е-3745	2,10	3,90	3,30	3,10	0,53
Среднее	2,06	3,99	3,00	3,12	–
НСР ₀₅	0,44	0,54	0,49	0,49	–
Листочковые окрашеноцветковые (пелюшки)					
Рябчик, ст.	1,28	3,98	2,73	2,66	–
Е-3588	4,01	5,47	2,99	4,16	1,50
Е-630	3,60	4,61	2,73	3,65	0,99
Д-24746	3,96	5,28	2,87	4,03	1,37
Е-3767	3,07	4,04	2,87	3,32	0,66
Среднее	3,18	4,68	2,84	3,56	–
НСР ₀₅	0,41	0,69	0,45	0,52	–
Усатые белоцветковые					
Фалёнский усатый, ст.	2,47	3,20	2,18	2,62	–
Е-1250	4,52	4,19	2,42	3,71	1,09
Е-3798	3,16	3,22	2,79	3,06	0,44
Е-3935	2,72	4,50	2,33	3,18	0,56
Е-3845	3,75	2,89	2,50	3,05	0,43
Среднее	3,32	3,60	2,44	3,12	–
НСР ₀₅	0,35	0,50	0,42	0,42	–

Для селекции сортов кормового направления большое значение имеют такие показатели, как урожайность зелёной и сухой вегетативной массы. Данные показатели в ходе исследований определяли только у сортообразцов листочкового морфотипа. Погодные условия также ока-

зали сильное влияние на формирование урожайности вегетативной массы. Так, наиболее высокие значения урожайности зелёной массы и сена получены в благоприятном по влагообеспеченности 2019 году, когда средняя урожайность зелёной массы составила 35,4, сухой мас-

сы – 6,82 т/га. Наиболее низкая урожайность отмечена в 2018 г.

В результате исследований выделены сортообразцы, превысившие стандартные сорта по урожайности зелёной массы на 0,63–1,58 т/га, по урожайности сена –

на 0,99–2,64 т/га. Лучшими по урожайности зелёной массы и сена среди листочковых белоцветковых образцов были линии Е-3542 и Е-483, среди окрашеноцветковых образцов максимальное значение данных признаков отмечено у линии Е-3588 (табл. 3).

3. Урожайность вегетативной массы перспективных линий гороха в КСИ (2018–2020 гг.) 3. Vegetative mass productivity of the promising pea lines in the CVT (2018–2020)

Линия, сорт	Урожайность, т/га									
	зелёная масса					сухая масса				
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	средняя	прибавка к стандарту	2018 г.	2019 г.	2020 г.	средняя	прибавка к стандарту
Листочковые белоцветковые										
Красноуфимский 93, ст.	12,5	28,0	27,1	22,5	–	1,92	4,94	4,26	3,70	–
Е-483	25,0	40,2	29,1	31,4	8,9	3,96	6,55	5,33	5,28	1,58
Е-3542	24,5	40,3	29,3	31,4	8,9	3,52	7,95	4,52	5,33	1,63
Е-3745	18,7	32,5	29,4	26,9	4,4	2,80	5,89	4,29	4,33	0,63
Среднее	20,2	35,2	28,7	28,0	–	3,05	6,33	4,60	4,66	–
НСР ₀₅	4,0	4,1	3,9	4,0	–	0,31	1,15	0,56	0,67	–
Листочковые окрашеноцветковые (пелюшки)										
Рябчик, ст.	24,8	33,7	26,1	28,2	–	4,49	6,15	4,64	5,09	–
Е-3588	36,3	40,8	27,5	34,9	6,7	6,37	8,11	6,98	7,73	2,64
Е-630	29,5	41,3	26,5	32,4	4,2	5,34	8,48	4,86	6,22	1,13
Д-24746	30,9	35,8	26,6	31,1	2,9	4,95	7,87	5,43	6,08	0,99
Е-3767	28,0	35,7	26,4	30,0	1,8	5,24	8,73	5,49	6,48	1,39
Среднее	29,9	37,5	26,6	31,3	–	5,28	7,86	5,48	6,32	–
НСР ₀₅	4,2	5,7	1,6	3,8	–	0,21	1,01	0,56	0,59	–

Линии, превысившие по урожайности стандартные сорта, проанализированы по хозяйственно-ценным признакам (количество фертильных узлов, бобов и зёрен на растении, семенная продуктивность и масса 1000 семян). Выделенные образцы отличались индивидуальным формированием элементов продуктивности. У данных линий отмечено превышение над стандартом по двум и более признакам. Во все годы изучения по числу фертильных узлов и бобов на растении установлено преимущество листочковых белоцветковых линий, по числу зёрен – пелюшек. Семенная продуктивность была выше у линий усатого морфотипа.

Крупность зерна гороха характеризуется массой 1000 семян. Учитывая различные направления использования гороха, в производстве, необходимо иметь как мелко, так и крупносеменные сорта. Большинство образцов листочкового морфотипа имели массу 1000 зёрен 140–180 г, что в производственном плане экономически выгодно для сортов укосо-зернового назначения. В группу сортообразцов усатого морфотипа были отобраны линии, обладающие более крупным зерном: масса 1000 семян варьировала от 201 до 245 г, что характерно для сортов, используемых на фуражные и продовольственные цели. Среди выделенных образцов наиболее низкая масса 1000 семян отмечена у линии Е-3745, наиболее высокая – у Е-3845 (табл. 4).

4. Элементы продуктивности перспективных линий гороха в КСИ (2018–2020 гг.) 4. Yield structure elements of the promising pea lines in the CVT (2018–2020)

Линия, сорт	Количество фертильных узлов, шт.	Количество бобов, шт.	Количество зёрен, шт.	Масса 1000 семян, г	Семенная продуктивность, г
Листочковые белоцветковые					
Красноуфимский 93, ст.	3,4	5,2	17,0	156	2,6
Е-3583	4,0	5,1	15,7	160	2,3
Е-3542	3,9	5,8	18,3	145	2,7
Е-483	3,7	5,8	18,2	172	3,1
Е-3745	4,2	5,6	25,7	140	3,1
Среднее	3,8	5,5	19,0	155	2,8
Листочковые окрашеноцветковые					
Рябчик, ст.	2,9	4,8	19,5	160	3,1
Е-3588	3,2	5,5	20,8	167	3,2
Е-630	2,8	4,8	22,4	172	3,9
Д-24746	2,9	5,2	25,9	150	3,3

Линия, сорт	Количество фертильных узлов, шт.	Количество бобов, шт.	Количество зёрен, шт.	Масса 1000 семян, г	Семенная продуктивность, г
Е-3767	3,4	5,8	22,8	180	4,1
Среднее	3,0	5,2	22,3	166	3,5
Усатые белоцветковые					
Фалёнский усатый, ст.	2,2	4,2	13,9	261	3,7
Е-3798	3,3	5,8	19,3	201	3,9
Е-3845	3,0	5,1	20,5	245	4,4
Е-1250	2,9	4,6	15,4	220	3,6
Е-3935	2,9	4,0	19,4	242	3,8
Среднее	2,9	4,7	17,7	233	3,9

Одним из наиболее значимых показателей оценки технологичности сорта является устойчивость к полеганию. В производственном плане предпочтительны сорта высотой 60–90 см, поскольку длинностебельные сорта склонны к сильному полеганию, что приводит к значительным потерям при уборке урожая. Сорта с коротким стеблем характеризуются низким прикреплением бобов, что значительно усложняет механизированную уборку. Среди образцов листового морфотипа длина стебля варьировала от 70 см (Е-3542) до 120 см (Е-3588), в группе усатого морфотипа – от 52 см (Фалёнский усатый) до 77 см (Е-3976). У листовых сортов образцов, за исключением Е-3542 и Д-24746, в условиях переувлажнения (2019 г.) отмечена низкая устойчивость к полеганию (1,0–2,5 балла), в засушливых условиях – среднее значение данного признака (3,0–3,5 балла). Усатые сортообразцы во все годы изучения отличались высокой устойчивостью к полеганию (4–5 баллов). Максимальная устойчивость к полеганию в среднем за 3 года отмечена у линий Е-1250 и Е-3935 – 4,8 балла.

Выводы. В результате проведённых исследований в различных по метеорологическим условиям годы выделены линии, имеющие значительную прибавку к стандартам по урожай-

ности зерна (Е-483, Е-3583, Е-3588, Д-24746, Е-1250 и др.), зелёной массы (Е-483, Е-3542, Е-3588 и др.) и сухой массы (Е-3542, Е-483, Е-3583 и др.). Среди листовых белоцветковых сортообразцов по комплексу признаков выделена линия Е-483 (урожайность зерна – 3,49, зелёной массы – 31,4, сена – 5,28 т/га), в группе листовых окрашеноцветковых – линия Е-3588 (урожайность зерна – 4,16, зелёной массы – 34,9, сена – 7,79 т/га). Среди сортообразцов с усатым типом листа наибольшая урожайность зерна получена у линии Е-1250 – 3,71 т/га. Определены образцы с высокими значениями элементов продуктивности. Максимальное количество продуктивных узлов на растении получено у линии Е-3745 – 4,2 шт., количество бобов – у Е-483, Е-3798, Е-3542 – 5,8 шт., количество зёрен – у Д-24746 – 25,9 шт. Наиболее высокая продуктивность и масса 1000 семян отмечены у линии Е-3845 – 4,4 г и 245 г соответственно.

По длине стебля и устойчивости к полеганию установлено преимущество линий с усатым типом листа.

Выделенные по комплексу признаков сортообразцы рекомендуется применять в гибридизации в качестве родительских форм либо изучать как самостоятельные сорта.

Библиографические ссылки

1. Амелин А.В., Чекалин Е.И. Адаптивные способности растений гороха и их изменение в результате селекции // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 2(30). С. 4–14. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11081.
2. Андрианова Е.Н., Егоров И.А., Пронин В.В. Эффективность и физиологическая безопасность гороха в рационе кур-несушек (*Gallus gallus* L.) родительского стада на поздних сроках содержания // Сельскохозяйственная биология. 2020. Том 55. № 6. С. 1245–1255. DOI: 10.15389/agrobiologi.2020.1245rus.
3. Антипова Л.В., Толпыгина И.Н., Успенская М.Е., Попов В.И. Гигиенические аспекты и перспективы отечественного производства растительных белков // Гигиена и санитария. 2015. № 94(9). С. 51–54.
4. Гурьев Г.П., Васильчиков А.Г., Наумкин В.В. Сравнительное изучение симбиотической азот-фиксации у гороха и сои // Земледелие. 2016. № 5. С. 17–19.
5. Задорин А.М., Уваров В.Н., Зеленов А.А., Зеленов А.Н. Генисточники для селекции гороха на повышение биоэнергетического потенциала растения и методы работы с ними // Земледелие. 2016. № 4. С. 29–33.
6. Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Грядунова Н.В. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 2(26). С. 4–9. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10008.
7. Зотиков В.И. Отечественная селекция зернобобовых и крупяных культур // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 3(35). С. 12–20. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11179.
8. Катюк А.И., Майстренко О.А. Результаты селекции зернового гороха на повышение урожайности, качества зерна и технологичности к механизированному возделыванию // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. Т. 20. № 2(3). С. 641–649.
9. Методика госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. М., 1985. 240 с.

10. Штарк О.Ю., Данилова Т.Н., Наумкина Т.С., Васильчиков А.Г., Чеботарь В.К., Казаков А.Е., Жернаков А.И., Неманкин Т.А., Прилепская Н.А., Борисов А.Ю., Тихонович И.А. Анализ исходного материала гороха посевного (*Pisum sativum* L.) для селекции сортов с высоким симбиотическим потенциалом и выбор параметров для его оценки // Экологическая генетика. 2006. Том IV. № 2. С. 22–28.

References

1. Amelin A.V., Chekalin E.I. Adaptivnye sposobnosti rastenij goroha i ih izmenenie v rezul'tate selekcii [Adaptability of pea plants and their change as a breeding result] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2019. № 2(30). S. 4–14. DOI: 10.24411/2309-348H-2019-11081.
2. Andrianova E.N., Egorov I.A., Pronin V.V. Effektivnost' i fiziologicheskaya bezopasnost' goroha v racione kur-nesushek (*Gallus gallus* L.) roditel'skogo stada na pozdnieh strokakh soderzhaniya [Efficiency and physiological safety of peas in the diet of laying hens (*Gallus gallus* L.) of the parent flock at late stages of breeding] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2020. Tom 55. № 6. S. 1245–1255. DOI: 10.15389/agrobiologi.2020.1245rus.
3. Antipova L.V., Tolpygina I.N., Uspenskaya M.E., Popov V.I. Gigienicheskie aspekty i perspektivy otechestvennogo proizvodstva rastitel'nyh belkov [Hygienic aspects and prospects of domestic production of vegetable proteins] // Gigiena i sanitariya. 2015. № 94(9). S. 51–54.
4. Gur'ev G.P., Vasil'chikov A.G., Naumkin V.V. Sravnitel'noe izuchenie simbioticheskoy azotfikscii u goroha i soi [Comparative study of symbiotic nitrogen fixation in peas and soybeans] // Zemledelie. 2016. № 5. S. 17–19.
5. Zadorin A.M., Uvarov V.N., Zelenov A.A., Zelenov A.N. Genistochniki dlya selekcii goroha na povyshenie bioenergeticheskogo potentsiala rasteniya i metody raboty s nimi [Genetic sources for peas breeding to increase the bioenergetic potential of the plant and methods of working with them] // Zemledelie. 2016. № 4. S. 29–33.
6. Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Gryadunova N.V. Razvitie proizvodstva zernobobovyh kul'tur v Rossijskoj Federacii [Development of leguminous crop production in the Russian Federation] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2018. № 2(26). S. 4–9. DOI: 10.24411/2309-348H-2018-10008.
7. Zotikov V.I. Otechestvennaya selekciya zernobobovyh i krupyanyh kul'tur [Domestic breeding of leguminous and cereal crops] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2020. № 3(35). S. 12–20. DOI: 10.24411/2309-348H-2020-11179.
8. Katjuk A.I., Majstrenko O.A. Rezul'taty selekcii zernovogo goroha na povyshenie urozhajnosti, kachestva zerna i tekhnologichnosti k mekhanizirovannomu vozdeystviyu [The results of grain peas breeding to improve productivity, grain quality and adaptability to mechanized cultivation] // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. 2018. T. 20. № 2(3). S. 641–649.
9. Metodika goskomissii po sortoispytaniyu sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Methodology of the State Commission for the Variety Testing of Agricultural Crops]. M., 1985. 240 s.
10. SHtark O.YU., Danilova T.N., Naumkina T.S., Vasil'chikov A.G., Chebotar' V.K., Kazakov A.E., ZHernakov A.I., Nemankin T.A., Prilepskaya N.A., Borisov A.YU., Tihonovich I.A. Analiz iskhodnogo materiala goroha posevnogo (*Pisum sativum* L.) dlya selekcii sortov s vysokim simbioticheskim potentsialom i vybor parametrov dlya ego ocenki [Analysis of the seed pea initial material (*Pisum sativum* L.) for breeding varieties with high symbiotic potential and the choice of parameters for its estimation] // Ekologicheskaya genetika. 2006. Tom IV. № 2. S. 22–28.

Поступила: 19.03.21; принята к публикации: 13.07.21.

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. Пислегина С.С. – концептуализация исследований, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Четвертных С.А. – выполнение полевых опытов и сбор данных.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

НОВЫЙ СОРТ ТВЕРДОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ОМСКИЙ КОРАЛЛ

М.Г. Евдокимов, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории селекции твердой пшеницы, misha-emg@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-9919-2329;
В.С. Юсов, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией селекции твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-4159-3872;
Л.В. Мешкова, кандидат биологических наук, зав. лабораторией иммунитета, ORCID ID: 0000-0003-0544-7664;
М.Н. Кирьякова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0003-2911-1356;
Д.А. Глушаков, младший научный сотрудник, ORCID ID: 000-0001-9192-5241
*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Омский аграрный научный центр»,
644012, Омск, пр. Королева, 26.*

Цель исследования – создание адаптивного, устойчивого к ржавчинным болезням сорта твердой яровой пшеницы с высокими макаронными свойствами для агроландшафтов степной и лесостепной зон Западной Сибири. Представлены методы создания, морфологические и агробиологические особенности сорта и результаты его изучения в питомниках конкурсного сортоиспытания по комплексу хозяйственно-ценных признаков с 2013 по 2020 гг. Опыты были заложены по пару с нормой высева 450 всхожих зерен на 1 м², в четырехкратной повторности при сроках посева 12–16 мая. Площадь делянок составляла 10 м². Почва опытного поля – чернозем слабо выщелоченный. Экологическое испытание было проведено на опорном пункте семеноводства степной зоны в 2013–2019 гг. и в различных климатических зонах России и Казахстана по программе Казахстанско-Сибирской сети улучшения яровой пшеницы (КАСИБ) в 2013–2014 гг. Основой создания сорта является гибридизация сорта Омская янтарная и линии, полученной по программе с CIMMYT (POD11 / YAZI 1). Сорт отличается высокой стабильной урожайностью, устойчивостью к засухе, полеганию. Средняя урожайность за 2013–2020 гг. в конкурсном сортоиспытании ФГБНУ «Омский АНЦ» – 4,19 т/га, на 0,36 т/га выше стандарта Жемчужина Сибири. На опорном пункте семеноводства (Омская область) Омский коралл при урожайности 3,46 т/га превысил стандарт на 0,57 т/га. Обширное экологическое испытание в различных климатических условиях регионов России и Казахстана выявило высокие адаптивные свойства (высокую пластичность и стабильную урожайность). По качеству зерна не уступает стандарту, а по цветовой оценке макарон значительно превосходит. Сорт устойчив к бурой и стеблевой ржавчине, в меньшей степени поражается твердой головней и мучнистой росой. В Государственном сортоиспытании Омский коралл испытывали в 2019–2020 гг. на сортоучастках степной и лесостепной зон 9, 10, 11 регионов Российской Федерации. Внесен в Государственный реестр селекционных достижений с 2021 года по 10 региону.

Ключевые слова: твердая яровая пшеница, сорт, признак, урожайность зерна, качество зерна, устойчивость к болезням.

Для цитирования: Евдокимов М.Г., Юсов В.С., Мешкова Л.В., Кирьякова М.Н., Глушаков Д.А. Новый сорт твердой яровой пшеницы Омский коралл // Зерновое хозяйство России. 2022. № 1(79). С. 58–64. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-58-64.



A NEW SPRING DURUM WHEAT VARIETY 'OMSKY KORALL'

M.G. Evdokimov, Doctor of Agricultural Sciences, main researcher of the laboratory for durum wheat breeding, misha-emg@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-9919-2329;
V.S. Yusov, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory for durum wheat breeding, ORCID ID: 0000-0002-4159-3872;
L.V. Meshkova, Candidate of Biological Sciences, head of the laboratory for immunity, ORCID ID: 0000-0003-0544-7664;
M.N. Kiriakova, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher, ORCID ID: 0000-0003-2911-1356;
D.A. Glushakov, junior researcher, ORCID ID: 000-0001-9192-5241
*Federal State Budgetary Scientific Institution "Omsk Agricultural Research Center",
644012, Omsk, Korolev Av, 26*

The purpose of the current study was to develop an adaptive, rust-resistant variety of spring durum wheat with best pasta properties for agricultural landscapes of the steppe and forest-steppe areas of Western Siberia. There have been presented the methods of development, morphological and agrobiological features of the variety and the study results in the plots of competitive variety testing according to the complex of economically valuable traits through 2013–2020. The trials were laid in fallow with a seeding rate of 450 germinating kernels per 1 m², in four repetitions at the sowing dates of May 12–16. The area of the plots was 10 m². The soil of the experimental plots was a slightly leached chernozem. An ecological testing was carried out at the seed breeding base of the steppe zone in 2013–2019 and in various climatic zones of Russia and Kazakhstan under the program of Kazakhstan-Siberian network of spring wheat improvement (KASIB) in 2013–2014. The basis for the development of the variety was the hybridization of the variety 'Omskaya yantarnaya' and the line developed under the program with CIMMYT (POD11/ YAZI 1). The variety showed a high stable productivity, resistance to drought and lodging. The mean productivity for 2013–2020 in the com-

petitive variety testing of the FSBSI "Omsk ARC" was 4.19 t/ha, which was on 0.36 t/ha higher than that of the standard variety 'Zhemchuzhina Sibiri'. At the seed breeding base (Omsk region), the variety 'Omsky Korall' produced 3.46 t/ha, and exceeded the standard variety on 0.57 t/ha. An extensive ecological testing in various climatic conditions of the regions of Russia and Kazakhstan revealed high adaptive properties (high adaptability and stable productivity). The grain quality of the variety was not inferior to that of the standard variety, and the pasta color estimation was much better. The variety was resistant to brown and stem rust, less affected by kernel smut and powdery mildew. In the State Variety Testing, the variety 'Omsky Korall' was tested in 2019–2020 on variety plots of the steppe and forest-steppe zones of 9,10,11 regions of the Russian Federation. The variety has been included in the State List of Breeding Achievements in the 10th region since 2021.

Keywords: *spring durum wheat, variety, trait, grain productivity, grain quality, resistance to disease.*

Введение. Дальнейшее повышение производства зерна пшеницы (мягкой и твердой) и его качества должно осуществляться за счет совершенствования технологии возделывания, в том числе создания адаптивных сортов, поскольку сорт является одним из важнейших ее элементов. В ходе селекционного процесса постепенно повышается потенциал продуктивности вновь создаваемых сортов твердой пшеницы, который у яровой составляет 6–7 т/га с превышением над старыми до 38% (Розова и др., 2020), а озимой у современных короткостебельных сортов он достиг 10 т/га и выше (Самофалова и др., 2020). При этом показано, что существуют сорта широкого ареала и локального назначения (Мальчиков и др., 2018).

В системе адаптации все большее значение имеет устойчивость не только к абиотическим, но и к биотическим стрессорам, потому что прогрессируют болезни. В последние годы в Западной Сибири наряду с распространением бурой ржавчины, септориоза, пыльной головни, мучнистой росы, возросла угроза эпифитотий стеблевой ржавчины (Gulyaeva et al., 2020.)

Кроме того раса стеблевой ржавчины Ug99 представляет причину для беспокойства, особенно штамм TTKSK, который имеет высокие вирулентные свойства и преодолевает большое количество генов устойчивости пшеницы, включая очень важный ген Sr31 (Singh et al., 2015). В годы эпифитотий потери урожая от бурой ржавчины составляют 30%, а иногда до 50% (Плотникова и др., 2018). Еще большей вредоносностью отличается стеблевая ржавчина. При эпифитотийном развитии этой болезни потери урожая от современных популяций могут достигать до 50–80% и более (Лапочкина и др., 2018).

Цель исследования – создание адаптивного, устойчивого к ржавчинным болезням сорта твердой яровой пшеницы с высокими макаронными свойствами для агроландшафтов степной и южной лесостепной зон Западной Сибири.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в ФГБНУ «Омский АНЦ» в 2013–2020 гг. в полевом стационаре лаборатории селекции твердой пшеницы. Объектом исследований являлся сорт Омский коралл (селекционный номер Гордеиформе 04-85-4), который испытывался в питомниках конкурсного сортоиспытания в 2013–2020 гг. Опытные делянки площадью 10 м² размещались в 4 повторениях с нормой высева

450 всхожих зерен на 1 м². Срок посева – от 12 до 16 мая (12 мая в 2017, 2018, 2019 гг.; 13 мая 2015, 2020 гг.; 15 мая в 2014г., 16 мая в 2013 г.). Изучение селекционного материала в питомниках КАСИБ проводили по методике ВИР (1999). Размер делянок – 2–3 м² в 2–3-кратной повторности. Срок посева в 2013 году – 17 мая, в 2014 году – 16 мая. Посев проводили в обоих опытах по чистому пару сеялкой ССФК-7, уборку комбайном Hege-125. Почва опытного поля – чернозем слабо выщелоченный, среднегумусный (6,2%), тяжелосуглинистый.

В полевых условиях проводили все фенологические наблюдения и учеты (Методика государственного испытания, 2019). В качестве стандарта использовали сорт Жемчужина Сибири.

В 2013–2019 гг. сорт изучали в питомнике конкурсного испытания на опорном пункте семеноводства степной зоны Омской области. В системе Казахстанско-Российской программы (КАСИБ) сорт проходил испытание в 2013–2014 гг. в СибНИИСХ (ныне Омский АНЦ), АНИИСХ (ныне ФАНЦА), Самарском НИИСХ, Курганском НИИСХ, НПЦ ЗХ (Шортанды), КИЗ, Актюбинской СХОС, Карабалыкской СХОС. Испытывали 22 сорта, оригинаторами которых являлись СибНИИСХ, АНИИСХ, Самарский НИИСХ, Актюбинская и Карабалыкская СХОС, НПЦЗХ им. А.И. Бараева, КазНИИ Зир. В каждом пункте испытания использовали местные стандартные сорта. В Государственном сортоиспытании Омский коралл испытывали в 2019–2020 гг. на сортоучастках степной и лесостепной зон 9, 10, 11 регионов Российской Федерации.

Показатели качества зерна и макаронные свойства определяли в лаборатории качества зерна Омского АНЦ по общепринятым методикам. Создание инфекционных фондов, инокуляцию растений и учет их поражения в поле проводили по методическим указаниям (Койшыбаев, 2018). Статистическая обработка полученных данных проведена по Б.А. Доспехову (дисперсионный анализ), по S.A. Eberhart, W.A. Russel (параметры экологической пластичности) по R.A. Fischer, R. Maurer (индекс засухоустойчивости), подробно изложенными нами ранее (Евдокимов и др., 2017). Параметры метеорологических условий в годы исследований существенно различались. В период вегетации 2014, 2017, 2020 гг. осадков выпадало значительно ниже нормы, ближе к средней многолетней они были в 2013, 2015, 2016, 2019 гг., выше нормы – в 2018 году. Среднесуточная температура

воздуха, за исключением 2013 и 2018 гг., была на уровне средней многолетней и выше. По показателю ГТК (0,67–0,72) в период июнь–август к засушливым отнесены 2014, 2017, 2020 гг., к умеренно увлажненным – 2013, 2015, 2018, 2019 гг. (ГТК 1,05–1,14) и хорошо увлажненные условия наблюдались только в 2016 году (ГТК 1,31).

Результаты и их обсуждение. Сорт Омский коралл создан в ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» и был принят в Государственное испытание в 2019 г.

Родословная сорта: выведен путем конгруэнтных скрещиваний (в пределах вида *Triticum durum* Desf.) сорта Омская янтарная и линии POD11/YAZI 1, полученной нами из CIMMYT и последующим индивидуальным отбором из гибридной комбинации. Омская янтарная (материнская форма) имеет высокие адаптивные свойства, хорошее качество зерна и макарон, отцовский генотип (мексиканская линия) – устойчивость к твердой головне и листовостебельным болезням.

Сорт относится к среднеспелому типу. Продолжительность вегетационного периода в среднем 92 суток (от 80 до 96 суток) – на уровне сорта Жемчужина Сибири. Продолжительность от всходов до колошения существенно не отличается от стандарта – 46 суток. Сорт устойчив к засухе и к полеганию, формирует высокую стабильную урожайность. Средняя урожайность по чистому пару за 2013–2020 гг. в конкурсном сортоиспытании ФГБНУ «Омский АНЦ» – 4,19 т/га, на 0,36 т/га выше стандарта Жемчужина Сибири. На степном опорном пункте семеноводства (Омская область) Омский коралл при урожайности 3,46 т/га превысил стандарт на 0,57 т/га (табл. 1).

Превышение урожайности обусловлено тем, что сорт имеет повышенный продуктивный стеблестой – на 19 шт/м² (НСР₀₅ – 18 шт/м²), продуктивность колоса выше на 0,13 г (НСР₀₅ – 0,10 г). Превышение продук-

тивности колоса произошло за счет его повышенной озерненности и крупнозерности.

Максимальная урожайность (5,95 т/га) получена в 2018 году в конкурсном сортоиспытании.

Омский коралл формирует зерно с высокими показателями качества: в среднем за 2013–2020 годы масса 1000 зерен составила 40,8 г, с превышением стандарта Жемчужина Сибири на 2,3 г, натурный вес зерна – 778 г/л, стекловидность зерна – 60%, количество белка в зерне – 13,75%, количество клейковины в зерне – 26,4% (все показатели на уровне Жемчужины Сибири). Оценка сухих макарон по цвету – 3,6 балла (у стандарта 3,2). Высшая цветовая оценка макарон – 4,3 балла, у стандарта 3,8 балла.

В современных условиях при внедрении низкзатратных технологий создание сортов, устойчивых к биотическим факторам (болезням, вредителям) имеет первостепенное значение, так как их использование освобождает от дополнительных денежных средств на химические препараты. Созданный сорт Омский коралл соответствует этим требованиям.

Он имеет высокую устойчивость к местной популяции бурой и стеблевой ржавчины, слабо поражается твердой головней и мучнистой росой (табл. 1). В связи с распространением агрессивной расы возбудителя стеблевой ржавчины Ug99, в рамках международного сотрудничества мы отправляли селекционный материал для оценки в Кению. Омский коралл проявил устойчивость к данной расе. По международной шкале тип устойчивости подразделяется: R (Resistance) – устойчив – 1 балл; MR (Moderate Resistance) – умеренно устойчив – 2 балла; MS (Moderate Susceptible) – умеренно восприимчив – 3 балла; S (Susceptible) – восприимчив – 4 балла. У Омского коралла поражение составило 0-5R (степень поражения 0-5%, тип поражения – 1), а у Жемчужины Сибири – 40S (степень поражения 40% с типом реакции 4).

1. Урожайность, качество зерна и устойчивость к болезням сорта твердой яровой пшеницы

Омский коралл

1. Productivity, grain quality and resistance to diseases of the spring durum wheat variety 'Omsky Korall'

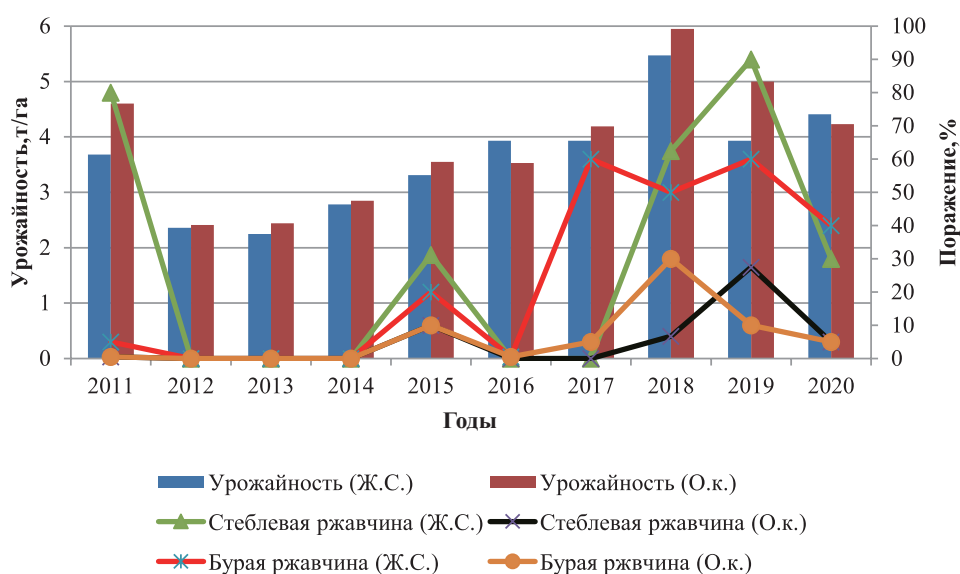
Показатель	Единица измерения	Годы исследования	Омский коралл	Жемчужина Сибири, стандарт	± к Жемчужине Сибири
Урожайность и биологические свойства					
Урожайность, Омский АНЦ	т/га	2013–2020	4,19	3,83	+0,36
Урожайность, ОП семеноводства	т/га	2013–2019	3,46	2,89	+0,57
Максимальная урожайность	т/га	2018	5,95	5,50	+0,45
Период «всходы–колошение»	сут.	2013–2020	46	45	+1
Период «всходы – восковая спелость»	сут.	2013–2020	92	91	+1
Высота растений	см	2013–2020	105	102	+3
Оценка к полеганию	балл	2013–2020	4,8	4,8	0
Кустиность (продуктивная)	шт.	2013–2020	1,26	1,33	-0,07
Количество стеблей (продуктивных)	шт/м ²	2013–2020	374	355	+19
Количество зерен в колосе	шт.	2013–2020	30,1	28,2	+1,9
Масса зерна в колосе	г	2013–2020	1,30	1,17	+0,13
Масса 1000 зерен	г	2013–2020	40,8	38,5	+2,3
Качество зерна и макарон					
Натурный вес зерна	г/л	2013–2020	778	779	-1

Показатель	Единица измерения	Годы исследования	Омский коралл	Жемчужина Сибири, стандарт	± к Жемчужине Сибири
Стекловидность зерна	%	2013–2020	60	60	0
Количество белка в зерне	%	2013–2020	13,75	13,99	-0,24
Количество клейковины в зерне	%	2013–2020	26,4	26,9	-0,5
Значение ИДК	ед.	2013–2020	70	73	-3,0
Цвет сухих макарон	балл	2013–2020	3,6	3,2	+0,4
Цвет вареных макарон	балл	2013–2020	3,6	3,1	+0,5
Поражение болезнями на инфекционном фоне местной популяцией					
Мучнистая роса (<i>Blumeria graminis</i>)	%	2013–2020	21,0	28,0	-7,0
Головня твердая (<i>Tilletia tritici</i>)	%	2013–2019	7,0	13,5	-6,5
Головня пыльная (<i>Ustilago tritici</i>)	%	2013–2019	11,4	12,3	-0,9
Ржавчина бурая (<i>Puccinia triticina</i>)	%	2013–2020	7,6	28,8	-21,2
Ржавчина стеблевая (<i>Puccinia graminis</i>)	%	2015–2020	34,2	91,7	-57,5
Ржавчина стеблевая, поле	%	2015–2020	12,3	53,4	-41,1
Ржавчина стеблевая, раса Ug99	%, тип	2014	0-5R	40S	-35,0

НСР₀₅: 0,28 т/га – урожайность в Омском АНЦ, 0,32 т/га – урожайность на опорном пункте семеноводства степной зоны.

На рисунке представлена урожайность сортов Омский коралл и Жемчужина Сибири в годы исследований и результаты оценки поражения растений стеблевой и бурой ржавчиной в полевых условиях. Существенные различия по урожайности наблюдались в 2011, 2018, 2019 годах. В 2011 году, поскольку бурая ржавчина практически отсутствовала, различия были обусловлены сильным проявлением стеблевой ржавчины у Жемчужины Сибири (80%), при отсутствии поражения Омского коралла. Омский коралл превысил по урожайности Жемчужину Сибири на 0,92 т/га. В 2018 году превышение составило 0,48 т/га при пораже-

нии стандарта бурой ржавчиной 50%, стеблевой – 63%, в 2019 – 1,07 т/га при поражении соответственно 60 и 90%. В эти годы проявилось комплексное влияние двух болезней, однако в 2019 году решающую роль сыграла стеблевая ржавчина. Таким образом, в годы проявления ржавчины устойчивый сорт сформировал урожайность выше на 0,82 т/га, по сравнению с восприимчивым. Поскольку в годы с отсутствием болезни урожайность сортов была близкой (3,34 и 3,31 т/га), эту величину можно принять за потери от болезней и они составляют 16% (20,0; 9,2; 22,0%).



Зависимость урожайности зерна сорта Омский коралл от поражения местной популяции бурой и стеблевой ржавчиной в полевых условиях
Dependence of the grain productivity of the variety 'Omsky Korall' on the infection with the local population by brown and stem rust

Омский коралл в 2013–2014 гг. прошел широкое экологическое испытание в различных почвенно-климатических зонах России и Казахстана. В наборе изучаемых сортов было 22 сорта. В таблице 2 представлены генотипы, выделившиеся по продуктивности в условиях

Омска и в среднем по 8-ми пунктам испытания в России и Казахстане. Наибольшую урожайность в Омске сформировал сорт Омский коралл – 2,91 т/га, превышение над стандартом Жемчужина Сибири составило 0,39 т/га (НСР₀₅ – 0,25 т/га). Средняя урожайность по всем пун-

ктам испытания также была высокой – 2,91 т/га, с преимуществом над комплексным стандартом (рекомендуемым для зоны испытания)

0,43 т/га. Среднее значение всего набора изучаемых сортов в КАСИБ 14-15 составило 2,49 т/га, с варьированием по сортам от 1,99 до 2,95 т/га.

2. Урожайность лучших сортов в питомнике КАСИБ 14-15 2. Productivity of the best varieties in the plot KASIB 14-15

Сорт/Линия	Оригинатор	Урожайность, т/га			
		В Омске			Средняя по 8-ми пунктам России и Казахстана 2013-2014 гг.
		2013 г.	2014 г.	средняя	
Жемчужина Сибири, ст.	СибНИИСХ	2,48	2,55	2,52	2,48*
Омский коралл (Горд.04-85-4)	СибНИИСХ	3,10	2,73	2,91	2,91
Гордеиф. 01-121-3	СибНИИСХ	3,10	2,43	2,76	2,95
Гордеиф. 02-156-1	СибНИИСХ	3,08	2,55	2,81	2,90
Линия Г1612	Карабалыкская СХОС	2,70	2,55	2,63	25,8
Линия э147-z	НПЦЗХ им. А.И. Бараева	3,05	2,13	2,59	2,58
Леукурум 1307D-51	Самарский НИИСХ	2,35	1,90	2,13	2,63
Среднее по питомнику	–	2,48	1,98	2,25	2,49
min	–	1,78	1,33	1,51	1,99
max	–	3,10	2,73	2,91	2,95
НСР ₀₅	–	0,26	0,24	0,25	0,28

* стандарт комплексный среднеспелый: Омск – Жемчужина Сибири, Барнаул – Памяти Янченко, Самара – Безенчукская нива, Курган – Башкирская 27, Актобе – Каргала 69, Карабалык – СИД 88, Шортанды – Дамсинская янтарная, Алма-Ата – Наурыз 6.

Новый сорт выделяется по адаптивным свойствам. Показатель урожайности в условиях стресса (засухи) этого сорта при экологическом изучении в КАСИБ был высоким – 1,70 т/га при минимальном значении всего набора сортов 0,98 т/га (табл. 3). По индексу засухоустойчивости (DSI) был близок к остальным сортам. Экологическая пластичность выше 1,0 свидетельствует о большей широте нормы реакции и отзывчивости на улучшение средовых

условий. Омский коралл, при высокой пластичности отличается стабильностью урожая, о чем свидетельствует показатель σ_d^2 . Несмотря на то, что показатель изменчивости урожайности (V) был высоким у всех сортов в питомнике (от 34,27 до 51,27%) в силу очень высокой контрастности экологических пунктов, у нового сорта его значение было близким к минимальному, что также подтверждает относительную стабильность.

3. Адаптивные свойства сорта Омский коралл, по данным КАСИБ 14-15 (2013–2014 гг.) 3. Adaptive properties of the variety 'Omsky Korall' according to KASIB 14-15 (2013–2014)

Сорт/Линия	Оригинатор	Урожайность при стрессе (засуха), т/га, ср 2013–2014 гг. по 8-ми пунктам	DSI	V, %	Bi	σ_d^2
Омский коралл (Горд.04-85-4)	СибНИИСХ	1,70	1,01	38,24	1,05	10,30
Гордеиф. 01-121-3	СибНИИСХ	1,77	0,98	34,89	1,01	14,48
Гордеиф. 02-156-1	СибНИИСХ	1,78	0,96	34,27	1,00	16,93
Линия Г1612	Карабалыкская СХОС	1,63	0,90	35,01	0,81	23,71
Линия э147-z	НПЦЗХ им. А.И. Бараева	1,32	1,16	41,14	0,98	29,18
Леукурум 1307D-51	Самарский НИИСХ	1,53	1,00	46,14	1,13	28,15
Среднее по питомнику	–	1,47	1,00	41,76	1,00	19,95
min	–	0,98	0,87	34,27	0,81	3,62
max	–	1,78	1,20	51,27	1,13	35,3

Выводы. Новый сорт Омский коралл относится к среднеспелому типу, устойчив к полеганию, обладает высокой устойчивостью к местной популяции бурой и стеблевой ржавчины, не поражается расой стеблевой ржавчины Ug99, в меньшей степени поражается твердой головней и мучнистой росой. Сорт характеризуется высокой адаптивностью и стабильной урожайностью. Превышает стандартный сорт Жемчужина Сибири на 0,36 т/га в лесостепной зоне, на 0,57 т/га в степи при средней урожайности 4,19 и 3,46 т/га соответственно.

Максимальная реализованная урожайность 5,95 т/га была получена в 2018 году.

Омский коралл формирует зерно с высокими показателями качества: в среднем за 2013–2020 годы масса 1000 зерен составила 40,8 г, с превышением стандарта Жемчужина Сибири на 2,3 г, показатели натурного веса зерна (778 г/л), стекловидности зерна (60%, количества белка в зерне (13,75%), содержания клейковины в зерне (26,4%) на уровне Жемчужины Сибири). Оценка сухих макарон по цвету – 3,6 балла (у стандарта 3,2). Высшая цвето-

вая оценка макарон – 4,3 балла, у стандарта 3,8 балла.

Новый сорт яровой твердой пшеницы среднеспелого типа Омский коралл (заявитель и оригинатор – ФГБНУ «Омский АНЦ»)

внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ с 2021 г. по 10-му (Западно-Сибирскому) региону. Рекомендуются для степной и лесостепной зон.

Библиографические ссылки

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по Требованию, 2012. 352 с.
2. Евдокимов М.Г., Юсов В.С., Моргунов А.И., Зеленский Ю.И. Засухоустойчивый генофонд твердой яровой пшеницы, идентифицированный в многолетних испытаниях питомников казахстанско-сибирской селекции пшеницы. // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. № 21(5). С. 515-522. DOI 10.18699/VJ17.23-о.
3. Койшыбаев М. Болезни пшеницы. Анкара: ФАО, 2018. 394 с.
4. Лапочкина И.Ф., Баранова О.А., Гайнуллин Н.Р., Волкова Г.В., Gladkova E.V., Kovaleva E.O., Osipova A.V. Создание линий озимой пшеницы с несколькими генами устойчивости к *Puccinia graminis Pers. f. sp. tritici* для использования в селекционных программах России // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. № 22(6). С. 676-684. DOI 10.18699/VJ18.410.
5. 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. № 22(8). С. 939-950. DOI 10.18699/VJ18.436.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: ООО «Группа Компаний Море», 2019. Вып. 1. 384 с.
7. Плотникова Л.Я., Мешкова Л.В., Гуляева Е.И., Митрофанова О.П., Лапочкина И.Ф. Тенденция преодоления устойчивости к бурой ржавчине интрогрессивных линий мягкой пшеницы с генетическим материалом *Aegilops speltoides* Tausch // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. № 22(5). С. 560-567. DOI 10.18699/VJ18.395.
8. Розова М.А., Егизарян Е.Е., Зиборов А.И. Результаты изучения допущенных к использованию в России сортов яровой твердой пшеницы по урожайности и качеству зерна в условиях Алтайского Края // Достижения науки и техники АПК. 2020. № 34. 7. С. 56-61. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10709.
9. Самофалова Н.Е., Иличкина Н.П., Дубинина О.А., Макарова Т.С., Костыленко О.А., Каменева А.С., Дерова Т.Г., Кравченко Н.С. История развития селекционных работ по созданию озимой твердой пшеницы: итоги, проблемы, перспективы // Зерновое хозяйство России. 2020. № 6(72). С. 10-18. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-10-18.
10. Gulyaeva E., Yusov V., Rosova M., Malchikov P., Shaydayuk E., Kovalenko N., Wanyera R., Morgounov A., Yskova G., Rsaliev A. Evaluation of resistance of spring durum wheat germplasm from Russia and Kazakhstan to fungal foliar pathogens // Cereal research communications. 2020. 48. P. 71-79 (2020). <https://doi.org/10.1007/s42976-019-00009-9>.
11. Singh R.P., Hodson D.P., Jin Y., Lagudah E.S., Ayliffe, M.A., Bhavani S. Emergence and spread of new races of wheat stem rust fungus: continued threat to food security and prospects of genetic control // Phytopathology. 2015. 105. P. 872-884. DOI: 10.1094/PHYTO-01-15-0030-FI.

References

1. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of the study results)]. M.: Kniga po Trebovaniyu, 2012. 352 s.
2. Evdokimov M.G., YUsov V.S., Morgunov A.I., Zelenskij YU.I. Zasuhooustojchivyy genofond tverdoj yarovoj pshenicy, identifirovannyj v mnogoletnih ispytaniyah pitomnikov kazakhstansko-sibirskoj selekcii pshenicy [Drought-resistant gene pool of spring durum wheat, identified in the long-term trials in the experimental plots of the Kazakhstan-Siberian wheat breeding] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2017. № 21(5). S. 515-522. DOI 10.18699/VJ17.23-о.
3. Koishybaev M. Bolezni pshenicy [Wheat diseases]. Ankara: FAO, 2018. 394 s.
4. Lapochkina I.F., Baranova O.A., Gajnullin N.R., Volkova G.V., Gladkova E.V., Kovaleva E.O., Osipova A.V. Sozdanie linij ozimoy pshenicy s neskol'kimi genami ustojchivosti k *Puccinia graminis Pers. f. sp. tritici* dlya ispol'zovaniya v selekcionnyh pro-grammah Rossii [Development of winter wheat lines with several *Puccinia graminis Pers. f. sp. tritici* resistance genes for use in Russian breeding programs] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2018. № 22(6). S. 676-684. DOI 10.18699/VJ18.410.
5. Mal'chikov P.N., Rozova M.A., Morgunov A.I., Myasnikova M.G., Zelenskij YU.I. Velichina i stabil'nost' urozhajnosti sovremennogo selekcionnogo materiala yarovoj tverdoj pshenicy (*Triticum durum* Desf.) iz Rossii i Kazakhstana [The productivity value and stability of the modern spring durum wheat breeding material (*Triticum durum* Desf.) from Russia and Kazakhstan] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2018. № 22(8). S. 939-950. DOI 10.18699/VJ18.436.
6. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skhozaystvennyh kul'tur [Methodology of the State Variety Testing of agricultural crops]. M.: ООО «Группа Компаний Море», 2019. Vyp. 1. 384 s.
7. Plotnikova L.YA., Meshkova L.V., Gul'tyaeva E.I., Mitrofanova O.P., Lapochkina I.F. Tendenciya preodoleniya ustojchivosti k buroj rzhavchine introgressivnyh linij myagkoj pshenicy s geneticheskim materialom *Aegilops speltoides* Tausch [Tendency to overcome leaf rust resistance in introgressive bread wheat lines with the genetic material of *Aegilops speltoides* Tausch] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2018. № 22(5). S. 560-567. DOI 10.18699/VJ18.395.

8. Rozova M.A., Egiazaryan E.E., Ziborov A.I. Rezul'taty izucheniya dopushchennyh k ispol'zovaniyu v Rossii sortov yarovoj tverdoj pshenicy po urozhajnosti i kachestvu zerna v usloviyah Altajskogo Kraja [The study results of the spring durum wheat varieties approved for use in Russia according to productivity and grain quality in the Altai Territory] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2020. № 34. 7. S. 56–61. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10709.

9. Samofalova N.E., Ilichkina N.P., Dubinina O.A., Makarova T.S., Kostylenko O.A., Kameneva A.S., Derova T.G., Kravchenko N.S. Istoriya razvitiya selekcionnyh rabot po sozdaniyu ozimoi tverdoj pshenicy: itogi, problemy, perspektivy [The history of the breeding process on the development of winter durum wheat: results, problems, prospects] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2020. № 6(72). S. 10–18. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-10-18.

10. Gulyaeva E., Yusov V., Rosova M., Malchikov P., Shaydayuk E., Kovalenko N., Wanyera R., Morgounov A., Yskova G., Rsaliev A. Evaluation of resistance of spring durum wheat germplasm from Russia and Kazakhstan to fungal foliar pathogens // Cereal research communications. 2020. 48. P. 71–79 (2020). <https://doi.org/10.1007/s42976-019-00009-9>.

11. Singh R.P., Hodson D.P., Jin Y., Lagudah E.S., Ayliffe M.A., Bhavani S. Emergence and spread of new races of wheat stem rust fungus: continued threat to food security and prospects of genetic control // Phytopathology. 2015. 105. P. 872–884. DOI: 10.1094/PHYTO-01-15-0030-FI.

Поступила: 18.02.21; принята к публикации: 15.06.21.

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. Евдокимов М.Г. – концептуализация исследования, подготовка рукописи; Юсов В.С. – выполнение полевых работ, статистическая обработка и анализ данных; Кирьякова М.Н., Глушаков Д.А. – выполнение полевых / лабораторных опытов и сбор данных; Мешкова Л.В. – создание инфекционных фонов, оценка поражения растений болезнями.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ИЗУЧЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МУКИ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР (ГОРОХ, СОЯ), ФИЗИЧЕСКИХ И ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕСТА СМЕСЕЙ С ПШЕНИЧНОЙ МУКОЙ

Е.Н. Шаболкина, кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель лаборатории технолого-аналитического сервиса, elenashabolkina@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1090-4399;
Н.В. Анисимкина, старший научный сотрудник лаборатории технолого-аналитического сервиса, anisimkina.natalya@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-5129-7797;
О.А. Майстренко, младший научный сотрудник лаборатории зернобобовых культур, O1976m@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-0548-7025
Самарский федеральный исследовательский центр РАН,
Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н.М. Тулайкова,
446254, Самарская обл., п. Безенчук, ул. Карла Маркса, 41; e-mail: samniish@mail.ru

Высокое содержание белка, простота и быстрота приготовления – два основных достоинства, которыми бобовые завоевали популярность у населения, однако данная культура используется не только в чистом виде, но и в виде добавок в хлебопекарных целях. Внесение в композиционные смеси в виде добавок гороховой и соевой муки влияет на поведение теста, требует поправок в ведении технологического процесса выпечки – все эти вопросы помогает разрешить фаринографический анализ. Цель исследований – установить биохимические показатели цельносмолотой гороховой и соевой муки, изучить реологические свойства теста композиционных смесей с добавлением муки зернобобовых культур и оценить эффективность смешивания гороховой и соевой муки с пшеничной мукой в/с по результатам хлебопекарной оценки. Установлена питательная ценность цельносмолотой гороховой и соевой муки: добавки превышают по содержанию белка на 13,2–23,6%, жира – на 1,3–21,2%, сахаров – на 3,2–9,3% пшеничную муку, что очень актуально в хлебопечении. Охарактеризовано влияние типа ингредиентов (гороховая, соевая мука) на реологические свойства теста с помощью фаринографического анализа: добавление гороховой муки (сорт Флагман 9) в композиционные смеси в количестве 5% не ухудшает физические показатели теста, добавление 10 и 15% снижает стойкость теста на 1–2 минуты, валориметрическую оценку – на 4–6 е.вал., водопоглотительная способность муки увеличивается на 6% по отношению к пшеничной муке. Внесение цельносмолотой сои (Самер 1) укрепляет, улучшает физические параметры теста, однако объем хлеба уменьшается за счет снижения количества клейковины в смесях и преобладающих солерастворимых (глобулины) и водорастворимых (альбумины) белковых фракций. Оценена эффективность смешивания цельносмолотой гороховой и соевой муки с пшеничной в/с: общая хлебопекарная оценка выпечки дала положительные результаты 4,0–4,6 баллов – хлеб привлекательный, правильной формы, корка гладкая без трещин, цвет мякиша светло-желтоватый с мелкой пористостью, но чуть плотнее, чем в контроле, запах приятный, ароматный.

Ключевые слова: гороховая, соевая, пшеничная мука, смеси, биохимические, реологические и хлебопекарные показатели.

Для цитирования: Шаболкина Е.Н., Анисимкина Н.В., Майстренко О.А. Изучение биохимических свойств муки зернобобовых культур (горох, соя), физических и хлебопекарных показателей теста смесей с пшеничной мукой // Зерновое хозяйство России. 2022. № 1(79). С. 65–69. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-65-69.



THE STUDY OF BIOCHEMICAL PROPERTIES OF LEGUME FLOUR (PEAS, SOYBEANS), PHYSICAL AND BAKING INDICATORS OF THE DOUGH FROM MIXTURES WITH WHEAT FLOUR

E.N. Shabolkina, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory for technical and analytical service, elenashabolkina@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1090-4399;
N.V. Anisimkina, senior researcher of the laboratory for technical and analytical service, anisimkina.natalya@yandex.ru; ORCID ID: 0000-0001-5129-7797;
O.A. Maistrenko, junior researcher of the laboratory for legumes, O1976m@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-0548-7025
Samarsky Research Institute of Agriculture named after N.M. Tulaykov,
a branch of the Samarsky Federal Research Center RAS,
446254, Samara region, v. of Bezenchuk, Karl Marks Str., 41; e-mail: samniish@mail.ru

High protein content, simplicity and time of cooking are two main advantages with which legumes have gained popularity among the population, however, this culture is used not only in its pure form, but also in the form of additives for baking. Adding pea and soybean flour to composite mixtures affects the behavior of the dough, requires corrections in the baking process, and all these issues can be resolved by farinographic analysis. The purpose of the current study was to determine the biochemical parameters of whole-meal pea and soybean flour, to study the rheological properties of the dough of composite mixtures with grain legume flour and to evaluate the efficiency of mixing pea and soybean flour with premium wheat flour according to the results of baking assessment. There has been identified nutritional

value of whole-meal pea and soybean flour, additives exceeding the protein content on 13.2–23.6%, oil content on 1.3–21.2%, sugar content on 3.2–9.3%, which is very important in baking. There has been characterized the influence of the type of ingredients (pea, soybean flour) on the rheological properties of dough using farinographic analysis, when 5% addition of pea flour (the variety 'Flagman 9') to composite mixtures did not worsen the physical traits of the dough, 10 and 15% addition reduced dough stability on 1–2 minutes, calorimetric assessment on 4–6 e.u., but water absorption capacity of flour raised on 6% in relation to wheat flour. The addition of whole-meal soybeans (the variety 'Samer 1') strengthened and improved the physical the dough parameters, however, the volume of bread reduced because of a decrease in gluten percentage in the mixtures and the prevailing salt-soluble (globulins) and water-soluble (albumin) protein fractions. There has been estimated the efficiency of mixtures of premium wheat flour with whole-meal pea and soybean flour, when the overall baking assessment gave positive results of 4.0–4.6 points; in that case the bread is attractive, of regular shape, with smooth crust without cracks, the crumb color is light yellowish with fine porosity, but a little denser than in control, the smell is pleasant and fragrant.

Keywords: *pea flour, soybean flour, wheat flour, mixtures, biochemical, rheological and baking parameters.*

Введение. Зернобобовые культуры – это природный источник витаминов (А, С, РР, группы В) и минералов (железо, кальций, фосфор, калий, магний, хлор т.д.), высококачественного и быстроусвояемого белка, который по аминокислотному составу схож с «мясным» белком (Meurer et al., 2020; Катюк и др., 2019; Jacqueline, 2019; Starmer et al., 2018). Сбалансированность, наличие практически всех незаменимых аминокислот делают семена бобовых важными и необходимыми продуктами для улучшения здоровья и жизнедеятельности человека: повышается работоспособность, обмен веществ, нормализуется артериальное давление, улучшается память, работа сердечно-сосудистой системы.

Высокое содержание белка, простота и быстрота приготовления – два основных достоинства, которыми бобовые завоевали популярность у населения. Однако данная культура, согласно отечественным и зарубежным научным работам, используется не только в чистом виде, но и в виде добавок в хлебопекарных целях (Батурина, 2012; Lee et al, 2009). Данные исследования согласуются с «Государственной концепцией о здоровом питании», направленной на обеспечение населения Российской Федерации полноценными продуктами и позволяющей расширить ассортимент хлебобулочных изделий, улучшив их питательную ценность. Использование в виде добавок в хлебопечении сырья растительного происхождения не только повышает биологическую ценность новых изделий, но и затрагивает такие процессы в производстве, как экономия сырья и структурных компонентов, используемых в процессе выпекания, а также внедрение и рациональное применение местных ресурсов.

Установлено, что мука зернобобовых культур (гороховая, фасолевая, соевая, люпиновая) обогащает пшеничный хлеб: содержание белка в выпеченных изделиях повышается на 10,1–22,0%, улучшается аминокислотный состав (лизин до 37,4%, треонин – до 7,8%), содержание клетчатки увеличивается в 1,6–4,2 раза, золы на 8,1–15,8% (Sadowska et al., 2003; Корячкина и др., 2005). В странах Европы для улучшения показателя белизны мякиша при хлебопечении добавляют ферментативную соевую муку или муку из конских бобов, а чаще соевую, уже при дозировке 0,5% достигается нужный эффект отбеливания (Поппер, 2009).

Внесение в композиционные смеси в виде добавок гороховой и соевой муки влияет на поведение теста, требует поправок в ведении технологического процесса выпечки – все эти тонкости хлебопечения мало освещены в литературных источниках. Вопросы, связанные с поведением теста, помогает разрешить фаринографический анализ (фаринограф Брабендера): дает представление о внутренних процессах, которые проходят при замесе, формировании и «созревании» теста. В тестоведении очень важны характеристики физических свойств муки и теста, определяемые специальными приборами. Для качественного проведения хлебопекарной выпечки необходимо, чтобы такие важные показатели, как водопоглощительная способность муки, физические и реологические свойства теста в момент образования и в процессе приготовления имели определенные цифровые значения.

В настоящее время селекционные исследования зернобобовых культур в основном направлены на повышение урожайности сортов, содержание белка в зерне, устойчивости к неблагоприятным факторам среды, а вопросы, связанные с использованием муки бобовых в хлебопекарной промышленности, как добавка в композиционные смеси для улучшения питательной ценности хлебобулочных изделий, недостаточно изучены. Повышение качества новых выпеченных продуктов и увеличение доли в них незаменимых аминокислот за счет введения в смеси натурального сырья – гороховой, соевой муки является перспективным направлением научных исследований и актуальной темой в хлебопечении.

Цель исследований – установить биохимические показатели цельнозерновой гороховой и соевой муки, изучить реологические свойства теста композиционных смесей с добавлением муки зернобобовых культур и оценить эффективность смешивания гороховой и соевой муки с пшеничной мукой в/с по результатам хлебопекарной оценки.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили в лаборатории технолого-аналитического сервиса на базе Самарского НИИСХ в 2019–2021 годах. Для определения реологических и хлебопекарных свойств теста композиционных смесей с пшеничной мукой в/с использовали сорта зернобобовых культур: горох (Флагман 9),

соя (Самер 1) в виде добавок (5, 10, 15%). Хлебопекарный анализ проводили безопарным методом с улучшителями окислительного действия в двухкратной повторности. Размол (цельносмолотое зерно) осуществляли на лабораторной зерновой мельнице LM-250. В цельносмолотой муке бобовых определяли по ГОСТ 10846-9 – белковый азот, по ГОСТ 29033-91 – жир, по ГОСТ 10845-98 – крахмал, по ГОСТ 26176-91 – сахар. Фаринографический (стойкость, разжижение теста, валориметрическая оценка, водопоглатительная способность муки – ВПС) и хлебопекарный анализы (объем хлеба, общая хлебопекарная оценка) проводили по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур.

Результаты и их обсуждение. Технологические и потребительские достоинства зернобобовых культур определяются биохимическим составом семян, который зависит от сортовых особенностей, погодных и почвенных условий, агротехники выращивания. По содержанию белка горох и соя (полноценный растительный белок, легкое усвоение) превосходят иные злаки в 2–2,4 раза и в условиях степного Заволжья в 2019–2021 годах, когда урожайность была выше среднемноголетних значений, накопление белка в семенах гороха (Флагман 9) составило 25,8, в сое (Самер 1) – 36,2% (табл. 1).

1. Химический состав семян бобовых (горох, соя) (2019–2021 г.)
1. Chemical composition of legume seeds (peas, soybeans) (2019–2021)

№	Сорт	Белок, %	Крахмал, %	Сахар, %	Жир, %
Горох					
1	Флагман 9	25,8	50,7	4,9	2,3
Соя					
2	Самер 1	36,2	2,0	11,0	22,2
Пшеничная мука					
3	Мука сеяная, в/с	12,6	75,7	1,7	1,0
НСР _{0,05}		1,32	2,30	0,87	0,31

Сорта гороха и сои селекции Самарского НИИСХ в данной зоне способны формировать семена с содержанием белка 28,0–29,0% и соответственно 38,0–39,0% и более.

Энергетический источник – углеводный комплекс, представлен высоким содержанием крахмала (горох), сахаров (соя). Количество крахмала варьирует от 2,0% (соя) до 50,7% (горох) и сахаров соответственно от 11,0 до 4,9%. Проведенные ранее исследования показали, что сорта гороха с высоким содержанием белка характеризуются более низким содержанием крахмала, низкобелковые формы показывают высокий крахмальный уровень синтеза. Большое количество углеводов обуславливает питательную ценность этих культур, которая выше в 1,5–2 раза, чем у картофеля и других овощей.

К одним из важных компонентов, которые влияют на технологические достоинства зернобобовых культур, относятся липиды. Содержание жиров (жир, жироподобные вещества, фосфолипиды) в горохе сорта Флагман 9 по сравнению с соей небольшое – 2,3% и относятся они к группе невысыхающих масел. Сорта сои линии Самер способны к образованию жиров до 23,4%, что очень важно при использовании этих сортов в перерабатывающих отраслях.

Богатый биохимический состав семян бобовых позволяет использовать данные культуры не только как дополнительный растительный источник белка в мясной, колбасной промышленности, но и при производстве хлебоуло-

ных изделий, улучшая качество, биологическую и пищевую ценность новых продуктов за счет введения в смеси нетрадиционных добавок.

Проведенные нами исследования в 2019–2021 годах показали, что пшеничная мука, сеяная по сравнению с цельносмолотой гороховой и соевой мукой, уступает по содержанию белка на 13,2–23,6, жира – на 1,3–21,2, сахаров – на 3,2–9,3%, но содержит клейковинный комплекс (глиадины и глютелины), без которого невозможно образование упругого и эластичного теста. Поэтому доля цельносмолотой муки семян зернобобовых в композиционных смесях, превышающая 15% (Ямашев, 2012) отрицательно влияет на реологические свойства теста и ухудшает процесс тестоведения. Ухудшение физических показателей теста объясняется снижением количества клейковины за счет уменьшения качественной муки в смесях и фракционным составом белков семян бобовых с преобладанием солерастворимой (глобулины) и водорастворимой (альбумины) фракций, резко отличающегося от состава пшеницы.

Экспериментально установлено, что при добавлении в смеси муки цельносмолотого гороха сорта Флагман 9 в количестве 5% реологические показатели теста не ухудшаются, добавление 10 и 15% снижает стойкость теста на 1–2 минуты, валориметрическую оценку – на 4–6 е.вал., водопоглотительная способность муки увеличивается на 6,0% по отношению к пшеничной муке (табл. 2).

2. Фаринографическая и хлебопекарная оценка смесей с добавлением гороховой и соевой муки (2019–2021 г.)
2. Farinographic and baking assessment of mixtures with pea and soybean flour (2019-2021)

№ п/п	Варианты	Фаринограф				Хлебопекарная оценка	
		стойкость теста, мин.*	разжижение теста, е. ф.**	валориметрич. оценка, е.вал.***	ВПС, %	объем хлеба, см ³	общая, балл
1	Пшеничная мука	7,5	40	70	65,0	900	4,6
Горох Флагман 9							
2	95:5	8,0	50	72	69,0	780	4,6
3	90:10	6,5	40	66	69,0	765	4,6
4	85:15	5,5	40	64	71,0	735	4,4
HCP _{0,05}		1,10	$F_f < F_t$	3,1	$F_f < F_t$	65,0	$F_f < F_t$
Соя Самер 1							
5	95:5	9,5	30	76	67,0	680	4,4
6	90:10	10,0	30	80	68,5	645	4,3
7	85:15	9,0	40	78	70,0	515	4,0
HCP _{0,05}		1,1	$F_f < F_t$	1,2	$F_f < F_t$	186,2	$F_f < F_t$

* – минуты;

** – единицы фаринографа;

*** – единицы валориметра.

Белки гороха препятствуют образованию клейковинных нитей в единой сетке, и следствием является некоторое ухудшение физических свойств теста. В целом при проведении хлебопекарного анализа тесто композиционных смесей характеризовалось эластичностью, упругостью, имело приятный слегка желтоватый оттенок, а при добавлении 15% добавки – гороховый запах, который впоследствии исчезал в выпекаемых изделиях. Объем хлеба уменьшился на 120–165 см³, данное снижение объясняется мешающим влиянием водорастворимых белков на формирование клейковинного комплекса во время замеса и созревания теста. Но общая хлебопекарная оценка выпечки с добавлением цельносмолотого гороха (5, 10, 15%) была высокой – 4,4–4,6 баллов: поверхность хлебцев гладкая, форма выпуклая, румяная золотистая корочка, пористость очень нежная, эластичная с быстро восстанавливающимся мякишем. Запах хлеба был приятным, ароматным, без специфического вкуса.

Использование сои в хлебопечении не только дополнительно обогащает белком хлебные изделия, но и уменьшает количество углеводов (соя не содержит крахмал), тем самым улучшает сбалансированность основных компонентов хлеба. Липоксигиназа – фермент, присутствующий в соевой муке, обеспечивает отбеливание мякиша и способствует образованию соединений (пероксидов), укрепляющих клейковину и поддерживающих объем хлеба при меньшем содержании крахмала и клейковинных белков в композиционных смесях.

Добавление муки цельносмолотой сои (Самер 1) в смеси улучшило параметры фаринограммы по отношению к контролю (пшеничная мука в/с): увеличилась стойкость теста на 1,5–2,5 минуты, валориметрическая оценка – на 6–10 е.вал., водопоглощение муки – на 5,0%, снизилось разжижение теста на 10 е.ф. При таком улучшении реологических свойств теста композиционных смесей объем изделия из-

за нехватки крахмала и клейковины снизился на 220–385 см³, но органо-лептические и структурно-механические показатели хлеба и мякиша были высокие – 4,0–4,4 балла. Хлеб привлекательный, правильной формы, корка гладкая без трещин, цвет мякиша светло-желтоватый с мелкой пористостью, но чуть плотнее (соевая мука уплотняет тесто), чем в контроле. Цвет корки улучшается по сравнению с пшеничным хлебом, приобретая желто-золотистый оттенок, на вкус хлеб приятный, ароматный.

Выводы. Установлена питательная ценность цельносмолотой гороховой и соевой муки: добавки превышают по содержанию белка – на 13,2–23,6%, жира – на 1,3–21,2%, сахаров на 3,2–9,3% пшеничную муку, что очень актуально в хлебопечении.

Охарактеризовано влияние типа ингредиентов (гороховая, соевая мука) на реологические свойства теста с помощью фаринографического анализа: добавление гороховой муки (сорт Флагман 9) в композиционные смеси в количестве 5% не ухудшает физические показатели теста, добавление 10 и 15% снижает стойкость теста на 1–2 минуты, валориметрическую оценку на 4–6 е.вал., водопоглотительная способность муки увеличивается на 6% по отношению к пшеничной муке. Внесение цельносмолотой сои (Самер 1) укрепляет, улучшает физические параметры теста, однако объем хлеба уменьшается за счет снижения количества клейковины в смесях и преобладающих солерастворимых (глобулины) и водорастворимых (альбумины) белковых фракций.

Оценена эффективность смешивания цельносмолотой гороховой и соевой муки с пшеничной в/с: общая хлебопекарная оценка выпечки дала положительные результаты 4,0–4,6 баллов – хлеб привлекательный, правильной формы, корка гладкая без трещин, цвет мякиша светло-желтоватый с мелкой пористостью, но чуть плотнее, чем в контроле, запах приятный, ароматный.

Библиографические ссылки

1. Батурина Н.А. Влияние добавок муки бобовых культур на потребительские свойства и пищевую ценность пшеничного хлеба // Пищевая индустрия. № 4(13). 2012. С. 38–41.
2. Катюк А.И., Шаболкина Е.Н., Васин А.В., Булатова К.А., Анисимкина Н.В. Пищевые достоинства семян фасоли, сои и гороха сортов селекции Самарского НИИСХ // Зерновое хозяйство России. № 4(64). 2019. С. 5–7.
3. Корячкина С.Я., Музалевская Р.С., Батурина Н.А. Применение муки из семян бобовых культур для повышения пищевой ценности хлеба из пшеничной муки // Хранение и переработка сельхозсырья. 2005. № 12. С. 56–57.
4. Поппер Л. Улучшение муки в Европе [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.nutrifood.eu>.
5. Ямашев Т.А. Исследование структурно-механических свойств теста из смеси пшеничной и гороховой муки с применением фаринографа // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15. № 24. С. 115–117.
6. Jacqueline B., Markus. Aging, nutrition and taste // Academic Press. 2019. 324 p.
7. Lee Y.P., Mori T.A., Puddey I.B., Sipsas S. et al. Effects of lupin kernel flour-enriched bread on blood pressure: a controlled intervention study // American Journal of Clinical Nutrition. 2009. V. 89. P. 766–772.
8. Meurer M.C., De Souza D., Damasceno L., Marczak F. Effects of ultrasound on technological properties of chickpea cooking water (aquafaba) // Journal of Food Engineering. 2020. No.16. p. 3.
9. Sadowska J., Blaszcak W., Fornal J., Vidal-Valverde C., Frias J. Changes of wheat dough and bread quality and structure as a result of germinated pea flour addition // Eur Food Res Technol. 2003. 216(1). P. 46–50.
10. Starmer D., Coate K., Terry P. Effects of creating a vegan alternative to hard meringues by substituting aquafaba for egg whites // Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics. 2018. No. 19. p. 51.

References

1. Baturina N.A. Vliyanie dobavok muki bobovyh kul'tur na potrebitel'skie svoystva i pishchevuyu cennost' pshenichnogo hleba [The effect of legume flour additives on consumer properties and nutritional value of wheat bread] // Pishchevaya industriya. № 4(13). 2012. S. 38–41.
2. Katyuk A.I., SHabolkina E.N., Vasin A.V., Bulatova K.A., Anisimkina N.V. Pishchevye dostoinstva semyan fasoli, soi i goroha sortov selekcii Samarskogo NIISKH [Nutritional advantages of beans, soybeans and peas of the varieties developed by the Samara RIA] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. № 4(64). 2019. S. 5–7.
3. Koryachkina S.YA., Muzalevskaya R.S., Baturina N.A. Primenenie muki iz semyan bobovyh kul'tur dlya povysheniya pishchevoj cennosti hleba iz pshenichnoj muki [The use of legume flour to improve the nutritional value of bread made from wheat flour] // Hranenie i pererabotka sel'hozsyrya. 2005. № 12. S. 56–57.
4. Popper L. Uluchshenie muki v Evrope [Improving flour in Europe]. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.nutrifood.eu>.
5. YAmashev T.A. Issledovanie strukturno-mekhanicheskikh svoystv testa iz smesi pshenichnoj i gorohovoj muki s primeneniem farinografa [The study of structural and mechanical properties of dough from a mixture of wheat and pea flour using a farinograph] // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2012. T. 15. № 24. S. 115–117.
6. Jacqueline B., Markus. Aging, nutrition and taste // Academic Press. 2019. 324 p.
7. Lee Y.P., Mori T.A., Puddey I.B., Sipsas S. et al. Effects of lupin kernel flour-enriched bread on blood pressure: a controlled intervention study // American Journal of Clinical Nutrition. 2009. V. 89. P. 766–772.
8. Meurer M.C., De Souza D., Damasceno L., Marczak F. Effects of ultrasound on technological properties of chickpea cooking water (aquafaba) // Journal of Food Engineering. 2020. No.16. p. 3.
9. Sadowska J., Blaszcak W., Fornal J., Vidal-Valverde C., Frias J. Changes of wheat dough and bread quality and structure as a result of germinated pea flour addition // Eur Food Res Technol. 2003. 216(1). R. 46–50.
10. Starmer D., Coate K., Terry P. Effects of creating a vegan alternative to hard meringues by substituting aquafaba for egg whites // Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics. 2018. No. 19. p. 51.

Поступила: 8.11.21; принята к публикации: 23.12.21.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Шаболкина Е.Н. – концептуализация исследования, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Анисимкина Н.В. – выполнение лабораторных опытов; Майстренко О.А. – сбор данных.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 632.51(470.42)

DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-70-76

ВЛИЯНИЕ ЗАСОРЕННОСТИ ПОСЕВОВ ОВСЮГОМ И ОСОТОМ ЖЕЛТЫМ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

М.М. Сабитов, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела земледелия, ORCID ID: 0000-0002-6506-9231;

Р.В. Науметов, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела земледелия, ORCID ID: 0000-0002-8254-6335

Самарский федеральный исследовательский центр РАН,

Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства,

433315, Ульяновская область, Ульяновский район, п. Тимирязевский, ул. Институтская, 19

В статье представлены результаты исследований по изучению влияния засоренности наиболее распространенных в области сорняков овсюга и осота желтого на урожайность яровой пшеницы за 2012–2015 гг. исследований. Цель работы – выявить влияние засоренности посевов яровой пшеницы овсюгом и осотом желтым в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Опыты проводились по схеме: 1) без сорняков (контроль); 2) 10–15 стеблей овсюга на 1 м²; 3) 20–30 стеблей; 4) 50–70; 5) 100–120; 6) 150–200 стеблей; осота желтого – по схеме: 1) без сорняков (контроль); 2) 1 растение осота на 1 м²; 3) 2 растения; 4) 4 растения; 5) 6 растений; 6) 8 растений на 1 м². Установлено, что при засоренности посевов в количестве 26 стеблей овсюга на 1 м² урожайность снижалась в среднем за четыре года на 18%, при 62 стеблях – на 24, при 115 – на 38 и при 185 – на 44%. Под действием овсюга при засоренности 26 стеблей на 1 м² недобор урожая яровой пшеницы составил: в 2012 году – 0,33; в 2013 г. – 0,56; в 2014 и 2015 годах – 0,94 и 0,68 т/га. При наличии в посевах 185 стеблей сорняка на 1 м² урожай яровой пшеницы снизился: в 2012 и 2013 годах – на 1,18 и 0,95; в 2014 и 2015 – на 2,10 и 1,91 т/га. В более засушливые годы (2014, 2015) недобор урожая от сорняков увеличивался. В опытах по влиянию засоренности осота желтого на яровой пшенице в среднем за четыре года исследований один сорняк снизил урожайность культуры на 8%, два – на 11, четыре – на 19, шесть – на 21 и восемь – на 24%. В среднем за четыре года 13 стеблей овсюга на 1 м² снизили густоту травостоя яровой пшеницы на 9%; 26 – на 10; 62 – на 17, а 185 стеблей – на 31%. Число продуктивных стеблей при этом уменьшалось соответственно на 2, 15, 22 и 40%, а озерненность колоса – на 4, 13, 16 и 23%. При засоренности посевов осотом в количестве двух сорняков на 1 м² число растений яровой пшеницы снизилось на 9%, четырех – на 15, шести – на 18, восьми – на 21%. Количество продуктивных стеблей уменьшилось соответственно на 16, 20, 21 и 25%. Потеря зерна на один стебель в посевах яровой пшеницы от овсюга составила 16,2, осота – 175 кг/га.

Ключевые слова: овсюг, осот желтый, урожайность, засоренность.

Для цитирования: Сабитов М.М., Науметов Р.В. Влияние засоренности посевов овсюгом и осотом желтым на урожайность яровой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Зерновое хозяйство России. 2022. № 1(79). С. 70–76. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-70-76.

**THE EFFECT OF WEEDINESS WITH COMMON WILD OAT AND SOW-THISTLE ON SPRING WHEAT PRODUCTIVITY IN THE FOREST-STEPPE OF THE MIDDLE VOLGA REGION**

M.M. Sabitov, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the department of agriculture, ORCID ID: 0000-0002-6506-9231;

R.V. Naumetov, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the department of agriculture, ORCID ID: 0000-0002-8254-6335

Samarsky Federal Research Center RAS, Uliyanov Research Institute of Agriculture,

433315, Uliyanov region, Uliyanov district, v. of Timiryazevsky, Institutskaya Str., 19

The current paper has presented the study results of the effect of weediness with common wild oat and sow-thistle on spring wheat productivity through 2012–2015. The purpose of the work was to find out the effect of weediness with common wild oat and sow-thistle in the forest-steppe of the middle Volga region. Using common wild oats, the trials were carried out according to the following scheme: 1) without weeds (control); 2) 10–15 common wild oat stalks per 1 m²; 3) 20–30 stalks per 1 m²; 4) 50–70 stalks per 1 m²; 5) 100–120 stalks per 1 m²; 6) 150–200 stalks per 1 m². Using sow-thistle the scheme was as follows: 1) without weeds (control); 2) 1 sow-thistle plant per 1 m²; 3) 2 plants per 1 m²; 4) 4 plants per 1 m²; 5) 6 plants per 1 m²; 6) 8 plants per 1 m². There was found that weediness with 26 common wild oat stalks per 1 m² reduced productivity of 1 ha on 18% through four years, weediness with 62 stalks reduced it on 24%, with 115 on 38% and with 185 on 44%. Weediness with 26 common wild oat stalks per 1 m² decreased spring wheat productivity on 0.33 t/ha in 2012, on 0.56 t/ha in 2013, on 0.94 and 0.68 t/ha in 2014 and 2015. Weediness with 185 stalks per 1 m² decreased spring wheat productivity on 1.18 and 0.95 t/ha in 2012 and 2013, on 2.10 and 1.91 t/ha in 2014 and 2015. In arid years of 2014 and 2015, productivity shortfall caused by weeds increased. In the trials on the effect of sow-thistle on spring wheat productivity, on average, through four years of study, one weed reduced it on 8%, two weeds on 11%, four weeds on 19%, six weeds on 21% and eight weeds on 24%. On average, through four years,

13 common wild oat stalks per 1 m² reduced the density of spring wheat on 9%, 26 stalks reduced it on 10%, 62 stalks reduced it on 17%, and 185 stalks reduced it on 31%. At the same time, the number of productive stalks decreased on 2, 15, 22, and 40%, respectively, and kernel percentage of a head decreased on 4, 13, 16, and 23%. Weediness with two sow-thistle plants per 1 m² reduced the number of spring wheat plants on 9%, four plants per 1 m² reduced it on 15, six plants per 1 m² reduced it on 18%, eight plants per 1 m² reduced it on 21%. The number of productive stems decreased on 16, 20, 21 and 25%, respectively. Grain loss per stem caused by common wild oats was 16.2, grain loss caused by sow-thistle was 175 kg/ha.

Keywords: common wild oat, sow-thistle, productivity, weediness.

Введение. В настоящее время известно более 2000 всходов сорной растительности, из них около 100 ядовитых и вредных для животных. Решить проблему засоренности на поле раз и навсегда не получится, так как они располагаются на разной глубине с разной жизнеспособностью и попадают на участок через самые различные источники. Из многолетних корнеотпрысковых растений самым злостным является осот желтый (*Sonchus arvensis* L.), а из однолетних злаковых – овсюг обыкновенный (*Avenafatua*) (Тимошенкова и др., 2016).

Практически ни у одного сорняка нет такого большого количества приспособительных функций, как у овсюга. Он не только может выжить в конкурентной борьбе со многими культурными растениями, но и отлично развиваться. По этой причине он широко распространен во многих регионах РФ, в том числе и в Ульяновской области. С каждым годом, несмотря на напряженный труд сельхозпроизводителей, численность его не снижается, а увеличивается (Медведев и Васютин, 2015).

Сорняки в борьбе за выживание причиняют колоссальный ущерб сельскому хозяйству, снижая урожайность сельскохозяйственных культур. Недобор урожая зерновых в зависимости от степени засоренности может достигать от 10 до 40% и более (Сабитов и др., 2021).

Обеспечения благоприятной фитосанитарной обстановки в посевах с помощью агротехнических и биологических мероприятий не всегда удается добиться, поэтому химический метод в комплексе с другими методами защиты растений занимает основное место в создании благоприятной обстановки агроценозов (Alarcón et al., 2019).

Сорные растения, имея мощную корневую систему, поглощают большое количество влаги и питательных веществ. Так, например корни овсюга доходят до двух метров глубины, и забирают из почвы в 1,5 раза больше влаги, чем пшеница. Осот и другие многолетники развивают корневую систему до глубины шести метров и более. Они потребляют значительное количество не только влаги, но и питательных веществ. Высокоствельные сорняки могут затенять культурные растения, и это приводит к ослаблению фотосинтеза. Все вышеназванные моменты приводят к снижению урожайности и качества производимой продукции. Сильно засоренные посевы снижают эффективность выработки техники. На заовсюженных полях и землях, засоренных осотами, требуется проводить специальные дополнительные обработки почвы, при этом повышаются затраты до 30%. Тем самым многократные обработки

приводят к иссушению и разрушению структуры почвы (Strizhkov et al., 2018).

Поэтому одной из неотложных задач защиты растений является повышение эффективности борьбы на засоренных участках. Необходимо знать заблаговременный прогноз их вредности, которое будет важным элементом в системе защитных мероприятий по снижению вреда от сорных растений. Необходимо проводить моделирование по борьбе с сорняками с тем, чтобы знать их экономический порог вредности. Экономический порог должен служить основным критерием применения химических средств защиты растений (Соловченко и др., 2020).

Цель работы – выявить влияние засоренности посевов яровой пшеницы овсюгом и осотом желтым в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2012–2015 гг. методом постоянных площадок на опытном поле отдела земледелия Ульяновского НИИСХ в посевах яровой пшеницы сорта Симбирцит, оригинатором которой является ГНУ Ульяновский НИИСХ. Сорт был получен методом индивидуального отбора из гибридной популяции F₃ (Крестьянка х Ишеевская х Л 503). Разновидность – лютеценс. Предшественником яровой пшеницы являлась озимая пшеница по занятому пару (горох). Норма посева – 5,5 млн всхожих семян на га, площадь опытной делянки – 3 м², учетной – 1 м². Повторность опыта – шестикратная. Расположение делянок систематическое. На учетных площадках, согласно схеме опыта, создавали необходимую плотность сорняков овсюга и осота желтого путем удаления лишних растений в фазе кущения яровой пшеницы:

1) без сорняков (контроль); 2) 10–15 стеблей овсюга на 1 м²; 3) 20–30 стеблей; 4) 50–70; 5) 100–120; 6) 150–200 стеблей;

1) без сорняков (контроль); 2) 1 растение осота на 1 м²; 3) 2 растения; 4) 4 растения; 5) 6 растений; 6) 8 растений на 1 м².

В ранее проведенных исследованиях было показано, что экономически ощутимый ущерб посевам яровых зерновых культур наносят малолетние однолетние в количестве от 5–8 шт. (овсюга) и многолетние двудольные от 4–10 шт. (осота) (Фетюхин и др., 2018). В наших опытах за годы исследований фактическое количество сорняков овсюга и осота желтого поддерживали на уровне этой градации в протяжении всего периода вегетации. Математическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа (Доспехов, 2012).

Минеральные удобрения вносили при посеве в виде азофоски в дозе $N_{16}P_{16}K_{16}$ (в физическом весе 100 кг/га).

В след за уборкой предшественника проводили лушение стерни орудием БДМ-3, далее вспашку орудием ПЛН-4,35 на глубину 23–25 см. Весной, при посевании почвы, проводили ее выравнивание зубowymi боронами БЗТС-1,0 и предпосевную культивацию орудием КПС-4,0 на глубину 5–6 см.

Посев проводили в начале I декады мая сеялкой СЗ-3,6 на глубину 5–6 см с нормой 5,5 млн/га. Учет урожая проводили сплошным методом, комбайном Сампо-130.

Опытное поле представляет собой чернозем выщелоченный, среднемощный, среднесуглинистый со следующей агрохимической характеристикой: $pH_{kcl} = 6,8$; сумма поглощенных оснований – 48,6 мг-экв/100 г, содержание гумуса – 6,35% (по Тюрину); P_2O_5 – 225 мг, K_2O – 119 мг/кг почвы (по Чирикову).

Агрометеорологические условия вегетационных периодов в 2012–2015 гг. складывались следующим образом. Сумма эффективных t° выше $+5^\circ C$ за вегетационный период (апрель–сентябрь) 2012 г. составила 2239 $^\circ C$ при норме 1762 $^\circ C$, а сумма осадков – соответственно 400,8 и 307 мм при ГТК 1,3 (табл. 1).

1. Среднемесячная температура воздуха и количество выпавших осадков за годы исследований (среднее за 2012–2015 годы)

1. Mean monthly air temperature and amount of precipitation through the years of study (on average in 2012–2015)

Месяц	Температура, $^\circ C$				
	Норма	2012 год	2013 год	2014 год	2015 год
Апрель	5,8	11,1	7,5	1,8	5,8
Май	13,5	16,8	17,0	16,9	15,7
Июнь	18,2	19,8	20,0	17,6	21,7
Июль	19,5	21,2	20,5	19,6	19,0
Август	17,1	20,6	20,4	20,7	17,1
Сентябрь	11,7	13,3	12,8	12,7	16,8
Осадки, мм					
Апрель	29,0	51,2	41,0	28,7	72,0
Май	44,0	37,5	22,9	22,2	26,1
Июнь	62,0	58,4	28,0	52,8	55,8
Июль	58,0	62,1	93,4	3,3	62,3
Август	59,0	136,1	82,7	73,4	27,5
Сентябрь	55,0	55,5	172,9	4,7	12,6

В 2013 г. сумма эффективных температур за вегетацию составила 2037 $^\circ C$, осадков – 440,9 мм при ГТК 1,4. В 2014 г. величины этих показателей составляли 2017 $^\circ C$, 185,1 мм и 0,6 ед., в 2015 г. сумма эффективных температур выше $+5^\circ C$ за вегетацию составила 1875 $^\circ C$, а сумма осадков – 256,3 мм при ГТК 0,8. В целом метеорологические условия лесостепи Среднего Поволжья позволяют ежегодно получать высокие валовые сборы зерна, но обеспечение стабильных урожаев зерновых культур сдерживается недостатком влаги в почве, повышенной температурой воздуха в отдельные годы и высокой засоренностью полей.

Учеты сорняков, ежегодно проводимые на полях области, показывают, что при таких погодных условиях идет возрастание уров-

ня засоренности полей, а это в свою очередь создает серьезную угрозу продовольственной и экологической безопасности не только отдельного региона, но и государства (Gos et al., 2020).

Результаты и их обсуждение. Проведенные исследования показали, что с увеличением на полях овсяга, урожайность яровой пшеницы резко снижается. Так, в среднем за четыре года при засоренности в количестве 13 стеблей овсяга существенной разности, по сравнению с чистыми посевами, не наблюдалось. Урожайность пшеницы при засоренности 26 стеблей, в среднем за 2012–2015 гг., снижалась на 18%, при 62 стеблях – на 24, при 115 – на 38 и при 185 – на 44% и разница была существенной (табл. 2).

2. Урожайность яровой пшеницы в зависимости от степени засоренности посевов овсягом, т/га (среднее за 2012–2015 годы)

2. Spring wheat productivity depending on weediness with common wild oats, t/ha (on average in 2012–2015)

Фактическое число стеблей овсяга на 1 м ² , шт.	Годы				Среднее за 4 года	Снижение урожая зерна, т/га
	2012	2013	2014	2015		
0	3,51	3,12	3,53	3,68	3,46	–
13	3,33	2,74	3,15	3,46	3,16	0,30
26	3,13	2,56	2,59	3,00	2,82	0,64
62	3,18	2,54	2,21	2,54	2,62	0,84
115	2,31	2,21	2,03	2,06	2,15	1,31
185	2,33	2,17	1,43	1,17	1,93	1,53
НСР ₀₅	0,60	0,47	0,81	0,63	0,65	–

Недобор пшеницы под действием его по годам был неодинаков. При засоренности 26 стеблей на 1 м² недобор в 2012 году составил 0,38 т/га, где разница по сравнению с чистыми посевами была незначительна. В 2013 году недобор урожая составил 0,56 т/га, в 2014 и 2015 гг. – 0,94 и 0,68 т/га соответственно и наблюдалась существенная разница. При наличии в посевах 185 шт. сорняка урожай существенно снизился: в 2012 и 2013 гг. на 1,18 и 0,95; в 2014 и 2015 – на 2,10 и 2,51 т/га. То есть в более засушливые годы (2014, 2015) недобор урожая от сорняков

увеличивается. При недостатке влаги этот сорняк использует ее более интенсивно, чем пшеница, тем самым существенно снижает урожайность (Edralin et al., 2017).

Исследования, проведенные на опытных полях с осотом, показали, что с увеличением его численности, урожайность явно снижается. Так, при засоренности в количестве одного сорняка урожайность с одного гектара снижалась, в среднем за 2012–2015 гг., на 8%, при двух стеблях – на 11 и существенной разницы не наблюдалось (табл. 3).

3. Урожайность яровой пшеницы в зависимости от степени засоренности посевов осотом желтым, т/га (среднее за 2012–2015 годы)

3. Spring wheat productivity depending on weediness with sow-thistle, t/ha (on average in 2012–2015)

Фактическое число стеблей осота желтого, шт. на 1 м ²	Годы				Среднее за 4 года	Снижение урожая зерна, т/га
	2012	2013	2014	2015		
0	4,30	3,26	3,51	3,33	3,60	–
1	4,23	2,85	2,98	3,18	3,31	0,29
2	4,00	2,76	3,13	2,93	3,21	0,39
4	3,57	2,71	2,80	2,58	2,92	0,68
6	3,60	2,53	2,81	2,41	2,83	0,77
8	3,23	2,37	2,98	2,36	2,73	0,87
НСП ₀₅	0,70	0,53	0,54	0,43	0,57	–

При засоренности четырех, шести и восьми стеблей осота урожайность существенно снижалась на 19, 21 и 24% соответственно.

На чистых посевах от осота по годам урожайность яровой пшеницы была максимальной и варьировала от 3,26 т/га в 2013 году до 4,30 т/га в 2012 году. При засоренности одного и двух стеблей осота на 1 м² урожайность изменялась от 2,76 в 2013 году до 4,23 т/га в 2012 году и была незначительной по отношению к чистым посевам.

При засоренности посевов яровой пшеницы осотом от 4 до 8 шт. на 1 м² урожайность существенно снижалась в 2012 году на 0,73–1,07;

в 2013 – на 0,55–0,89; в 2014 – 0,53–0,71 и в 2015 г. – на 0,75–0,97 т/га соответственно.

То есть во все исследуемые годы урожайность яровой пшеницы при засоренности осотом от четырех до восьми штук на 1 м² существенно снижается.

При определении структуры урожая оказалось, что снижение ее на засоренных участках происходит за счет изреженности посевов, уменьшения продуктивных стеблей и уменьшения зерна с колоса. В среднем за четыре года 13 стеблей на 1 м² существенно снизили густоту травостоя на 9%, 26 – на 10, 62 – на 17, а 185 стеблей – на 31% (табл. 4).

4. Структура урожая яровой пшеницы в зависимости от степени засоренности овсягом (среднее за 2012–2015 годы)

4. Yield structure of spring wheat depending on weediness with common wild oats (on average in 2012–2015)

Стеблей овсяга на 1 м ² , шт.	Растений, шт./м ²	Продуктивных стеблей, шт./м ²	Озерненность колоса, шт.	Масса 1000 зерен, г
0	324	518	15,1	46,6
13	298	507	14,4	46,3
26	292	438	13,0	46,5
62	268	402	12,6	46,3
115	270	405	11,7	45,9
185	222	311	11,6	44,9
НСП ₀₅	23,8	40,2	0,39	0,59

Наибольшее количество продуктивных стеблей было сформировано на чистых посевах от овсяга – 518 и при 13 стеблях – 507 шт./м². При 26 стеблях овсяга и выше количество продуктивных растений существенно уменьшалось на 15, 22 и 40%. Число зерен в колосе было наибольшим на чистых посевах – 15,1 шт.,

при 13 стеблях и выше озерненность колоса существенно снижалась – на 4, 13, 16, и 23%.

Масса 1000 зерен на чистых посевах пшеницы от овсяга составила 46,6 г. С увеличением этого сорного компонента от 115 шт./м² и выше наблюдалось явное снижение массы 1000 зерен на 0,7–1,7 г.

Многолетний корнеотпрысковый сорняк (осот желтый) также существенно снижал эти показатели. Так, он в количестве одного

и двух сорняков на 1 м² число растений снизил на 6 и 9%, но существенной разницы на этих вариантах не наблюдалось (табл. 5).

5. Структура урожая яровой пшеницы в зависимости от степени засоренности осотом желтым (среднее за 2012–2015 годы)

5. Yield structure of spring wheat depending on weediness with sow-thistle (on average in 2012–2015)

Стеблей осота желтого на 1 м ² , шт.	Растений, шт./м ²	Продуктивных стеблей, шт./м ²	Озерненность колоса, шт.	Масса 1000 зерен, г
0	344	528	15,0	47,9
1	338	495	14,6	46,5
2	315	444	14,6	47,0
4	292	422	14,7	46,9
6	282	417	14,4	47,3
8	271	394	14,1	46,6
НСР ₀₅	12,8	28,1	0,28	0,49

При увеличении стеблей осота на посевах яровой пшеницы от четырех штук и выше количество растений существенно уменьшалось на 15, 18 и 21%. Количество продуктивных стеблей существенно уменьшилось на всех изучаемых вариантах соответственно на 6, 16, 20, 21, 25%.

Наибольшее количество зерен в колосе было сформировано на чистых посевах от осота – 15 шт., с увеличением даже одного сорняка осота в посевах ведет к существенному снижению озерненности на 2,6%, при этом масса

1000 зерен также существенно снижалась на 1,2–2,9%.

Одним из факторов повышения продуктивности яровой пшеницы является снижение потерь зерна за счет сокращения количества сорной растительности в посевах (Zarzycki and Kopeć, 2020).

Так в наших условиях недобор зерна возделываемой культуры от действия овсюга варьировал от 0,30 до 1,53 т/га, при этом потери зерна, приходящиеся на 1 стебель, составили от 24,6 до 8,3 кг/га (табл. 6).

6. Недобор зерна яровой пшеницы при разной степени засоренности овсюгом и осотом желтым (среднее за 2012–2015 годы)

6. Shortfall of spring wheat grain depending on various weediness with common wild oats and sow-thistle (on average in 2012–2015)

Число стеблей, шт./м ²	Недобор зерна, т/га	Потери зерна на 1 стебель, кг/га
Овсюг		
13	0,30	23,1
26	0,64	24,6
62	0,84	13,5
115	1,31	11,4
185	1,53	8,3
Среднее	–	16,2
Осот желтый		
1	0,29	290
2	0,39	195
4	0,68	170
6	0,77	128
8	0,87	108
Среднее	–	175

В частности потери зерна пшеницы на один стебель при 13 шт./м² составили 23,1 кг/га, а при 26 шт./м² потери на одно сорное растение увеличивались до 24,6 кг/га. Далее по мере увеличения числа стеблей на 1 м² наблюдалось снижение вредного воздействия на потери зерна. Так, при 62 шт./м² – 13,5, при 115 – 11,4, при 185 – соответственно 8,3 кг/га.

Недобор зерна яровой пшеницы от действия осота варьировал от 0,29 до 0,87 т/га, при этом потери зерна на 1 стебель составили от 290 до 108 кг/га соответственно.

Потери зерна пшеницы от многолетних корнеотпрысковых сорняков может составлять

еще больше по сравнению однолетними злаковыми. Так, от одного стебля осота потери зерна составили 290 кг/га. С увеличением количества стеблей идет его снижение вредного воздействия, при 2 шт./м² потери составили 195 кг/га, при 4 – 170, при 6 – 128, а при 8 – 108 кг/га соответственно.

В целом в результате четырехлетних исследований выявлено, что средняя потеря зерна на 1 стебель овсюга составила 16,2, осота – 175 кг/га.

Выводы. При засоренности посевов овсюгом в количестве 26 растений на 1 м² урожайность пшеницы снижается на 18%. С увеличени-

ем засоренности до 185 штук на 1 м² снижение урожая зерна составляет 44%.

Наличие в посевах 4, 6, 8 шт. многолетнего сорняка (осота желтого) на 1 м² снижает урожайность культуры на 19, 21 и 24%.

Отрицательное действие и потеря зерна на один стебель в посевах яровой пшеницы от овсяга составили 16,2, осота –175 кг/га.

Библиографические ссылки

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по Требованию, 2012. 352 с.
2. Медведев А.М., Васютин А.С. О проблемах и научных достижениях российских ученых по зерновым и другим сельскохозяйственным культурам // Зерновое хозяйство России. 2015. № 1(37). С. 19–24.
3. Сабитов М.М. Экономическая эффективность технологий возделывания культур в зернопаровом севообороте // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 2. С. 13–18. DOI 10.24411/0235-2451-2021-10202.
4. Соловichenko В.Д., Навольнева Е.В., Логвинов И.В. Продуктивность чернозема типичного в зависимости от факторов земледелия в Югозападной части ЦЧЗ // Земледелие. 2020. № 1. С. 27–29. DOI 10.24411/0044-3913-2020-10107.
5. Тимошенкова Т.А., Мухитов Л.А., Самуилов Ф.Д. Вероятность формирования зерна высокого качества сортами яровой пшеницы разного происхождения в степи Оренбургского Предуралья // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2016. Т. 11. № 4(42). С. 49–54. DOI 10.12737/article_592fc7fed72c77.08237285.
6. Alarcón Villora R., Navarrete L., Sánchez M.J., Hernández Plaza E., Sánchez A.M. Cimate and tillage system drive weed communities' functional diversity in a mediterranean cereal legume rotation. Agriculture, Ecosystems & Environment. T. 283. 2019. С. 106574.
7. Edralin D.A., Sigua G.C., Reyes M.R. Conservation agriculture improves yield and reduces weeding activity in sandy soils of Cambodia // Agronomy for Sustainable Development. 2017. Vol. 37. No 5. P. 52. DOI 10.1007/s13593-017-0461-7.
8. Gos M., Krzyszczak J., Baranowski P. Combined TBATS and SVM model of minimum and maximum air temperatures applied to wheat yield prediction at different locations in Europe // Agricultural and Forest Meteorology. 2020. Vol. 281. P. 107827. DOI 10.1016/j.agrformet.2019.107827.
9. Mueller V., Vallury S., Masias I. Labor-saving technologies and structural transformation in northern Ghana // Agricultural Economics. 2019. Vol. 50. No 5. P. 581–594. DOI 10.1111/agec.12511.
10. Strizhkov N.I., Azizov Z.M., Suminova N.B., Eskov I.D., Nikolaichenko N.V., Molchanova A.V. The effect of the sowing methods and the seeding rate on the yield of nicandra physalodes biomass in single-species and mixed with sugar sorghum phytocenoses in the steppe zone of the Volga Region // International Journal of Pharmaceutical Research. 2018. Vol. 10. No 4. P. 323–329. DOI 10.31838/ijpr/2018.10.04.030.
11. Zarzycki J., Kopeć M. The scheme of nutrient addition affects vegetation composition and plant species richness in different ways: Results from a long-term grasslands experiment // Agriculture, Ecosystems & Environment. 2020. Vol. 291. P. 106789. DOI 10.1016/j.agee.2019.106789.

References

1. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of the study results)]. M.: Kniga po Trebovaniyu, 2012. 352 s.
2. Medvedev A.M., Vasyutin A.S. O problemah i nauchnyh dostizheniyah rossijskih uchenykh po zernovym i drugim sel'skohozyajstvennym kul'turam [On the problems and scientific achievements of Russian scientists on grain and other agricultural crops] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2015. № 1(37). S. 19–24.
3. Sabitov M.M. Ekonomicheskaya effektivnost' tekhnologij vozdeleyvaniya kul'tur v zernoparovom sevooborote [Economic efficiency of crop cultivation technologies in grain-fallow crop rotation] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2021. T. 35. № 2. S. 13–18. DOI 10.24411/0235-2451-2021-10202.
4. Solovichenko V.D., Navol'neva E.V., Logvinov I.V. Produktivnost' chernozema tipichnogo v zavisimosti ot faktorov zemledeliya v YUgozapadnoj chasti CCHZ [Productivity of typical chernozem, depending on the factors of agriculture in the south-western part of the CChZ] // Zemledelie. 2020. № 1. S. 27–29. DOI 10.24411/0044-3913-2020-10107.
5. Timoshenkova T.A., Muhitov L.A., Samuilov F.D. Veroyatnost' formirovaniya zerna vysokogo kachestva sortami yarovoj pshenicy raznogo proiskhozhdeniya v stepi Orenburgskogo Predural'ya [Probability of the formation of high-quality grain by spring wheat varieties of different origin in the steppe of the Orenburg Pre-Urals] // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. T. 11. № 4(42). S. 49–54. DOI 10.12737/article_592fc7fed72c77.08237285.
6. Alarcón Villora R., Navarrete L., Sánchez M.J., Hernández Plaza E., Sánchez A.M. Cimate and tillage system drive weed communities' functional diversity in a mediterranean cereal legume rotation. Agriculture, Ecosystems & Environment. T. 283. 2019. S. 106574.
7. Edralin D.A., Sigua G.C., Reyes M.R. Conservation agriculture improves yield and reduces weeding activity in sandy soils of Cambodia // Agronomy for Sustainable Development. 2017. Vol. 37. No 5. P. 52. DOI 10.1007/s13593-017-0461-7.
8. Gos M., Krzyszczak J., Baranowski P. Combined TBATS and SVM model of minimum and maximum air temperatures applied to wheat yield prediction at different locations in Europe // Agricultural and Forest Meteorology. 2020. Vol. 281. P. 107827. DOI 10.1016/j.agrformet.2019.107827.

9. Mueller V., Vallury S., Masias I. Labor-saving technologies and structural transformation in northern Ghana // *Agricultural Economics*. 2019. Vol. 50. No 5. P. 581–594. DOI 10.1111/agec.12511.
10. Strizhkov N.I., Azizov Z.M., Suminova N.B., Eskov I.D., Nikolaichenko N.V., Molchanova A.V. The effect of the sowing methods and the seeding rate on the yield of nicandra physalodes biomass in single-species and mixed with sugar sorghum phytocenoses in the steppe zone of the Volga Region // *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2018. Vol. 10. No 4. P. 323–329. DOI 10.31838/ijpr/2018.10.04.030.
11. Zarzycki J., Kopeć M. The scheme of nutrient addition affects vegetation composition and plant species richness in different ways: Results from a long-term grasslands experiment // *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2020. Vol. 291. P. 106789. DOI 10.1016/j.agee.2019.106789.

Поступила: 9.03.21; принята к публикации: 29.06.21.

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. Сабитов М.М. – концептуализация исследования, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Науметов Р.Б. – выполнение полевого опыта 1 и 2, сбор данных, анализ данных и их интерпретация.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

УДК 633.358:632.954:631.527

DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-77-82

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ И БОРОНОВАНИЯ ДЛЯ БОРЬБЫ С СОРНЯКАМИ НА ПОСЕВАХ ГОРОХА В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Ф.А. Давлетов¹, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции и семеноводства зернобобовых культур, ORCID ID: 0000-0002-7421-869X;
К.П. Гайнуллина^{1,2}, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, старший научный сотрудник лаборатории геномики растений, ORCID ID: 0000-0001-6246-1214;
Ф.Ф. Сафин³, аспирант, агроном учебно-научного центра, ORCID ID: 0000-0001-8257-9885

¹Башкирский НИИСХ – обособленное структурное подразделение
Федерального государственного бюджетного научного учреждения
Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук,
450059, г. Уфа, ул. Рихарда Зорге, 19;

²Институт биохимии и генетики – обособленное структурное подразделение
ФГБНУ Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук,
450054, г. Уфа, проспект Октября, д. 71, лит. 1Е;

³ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»,
450001, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34

В Республике Башкортостан горох является основной зернобобовой культурой, играющей важную роль в обеспечении населения растительным белком. Урожайность зерна гороха зависит от множества факторов, одним из которых является степень засоренности его посевов, поэтому борьба с сорняками становится одной из важнейших проблем в технологии возделывания данной зернобобовой культуры. В связи с этим изучение эффективности применения различных мер защиты посевов гороха от сорных растений является актуальным. Целью исследования стало изучение эффективности повсходового боронования и обработки гербицидами для борьбы с однолетними и многолетними сорняками на посевах гороха сорта Чишминский 229. Опыты проводили в 2018–2020 гг. в Чишминском селекционном центре по растениеводству БНИИСХ УФИЦ РАН, расположенном в Предуральской степной зоне. Для определения оптимальной дозы воздействия гербицидов для борьбы с засоренностью посевов использовали обработку гербицидами «Агритокс» и «Для сои» в дозе 0,5, 0,6, 0,7 и 0,75 л/га. Также изучали эффективность боронования по всходам как отдельно, так и в комбинации с обработкой посевов гербицидами. В результате опытов было установлено, что оптимальными для обработки посевов гороха являются средние дозы (0,6 л/га) гербицидов «Агритокс» и «Для сои». При уменьшении дозы данных препаратов эффективность уничтожения сорняков снижалась, а при ее повышении происходило угнетение роста и развития растений гороха. Наилучшие результаты в борьбе с засоренностью посевов гороха и повышении его урожайности были получены при применении повсходового боронования в сочетании с обработкой гербицидом «Для сои» в дозе 0,6 л/га. Таким образом, наши исследования показали, что для наиболее успешной борьбы с засоренностью посевов гороха необходим комплексный подход, включающий как агротехнические, так и химические меры борьбы с сорняками.

Ключевые слова: горох, засоренность посевов, борьба с сорняками, боронование, гербициды, урожайность.

Для цитирования: Давлетов Ф.А., Гайнуллина К.П., Сафин Ф.Ф. Применение гербицидов и боронования для борьбы с сорняками на посевах гороха в условиях Республики Башкортостан // Зерновое хозяйство России. 2021. № 1(79). С. 77–82. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-77-82:



THE USE OF HERBICIDES AND HARROWING FOR WEED CONTROL ON PEAS IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

F.A. Davletov¹, Doctor of Agricultural Sciences, head of the laboratory for legume breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-7421-869X;
K.P. Gainullina², Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for legume breeding and seed production, senior researcher of the laboratory for plant genomics, ORCID ID: 0000-0001-6246-1214;
F.F. Safin³, post graduate, agronomist of the training and research center, ORCID ID: 0000-0001-8257-9885

¹Bashkiria Research Institute of Agriculture of the Ufa Federal Research Center RAS,
Zorge Str., 19, Ufa, 450059, Russian Federation

²Institute of Biochemistry and Genetics, separate structural unit
of the FSBSI Ufa Federal Research Center of RAS,
450054, Ufa, Oktyabr Av., 71/ 1E;

³FSBEI HE "Bashkirsky State Agricultural University",
450001, Republic of Bashkortostan, Ufa, 50-letie Oktyabrya Str., 34

In the Republic of Bashkortostan, pea is the main legume crop that plays an important role in providing the population with vegetable protein. Productivity of peas depends on many factors, among which is the level of weediness, therefore, weed control is becoming one of the most important problems in cultivation technology of this legume. In this regard, the study of the efficiency of the use of various measures to protect peas from weeds is of great relevance. The purpose of the study was to estimate the efficiency of the use of herbicides and harrowing to control annual and perennial weeds on the pea variety 'Chishminsky 229'. The trials were carried out in the Chishminsky Plant Breeding Center of the BRIA UFRC RAS, located in the Pre-Ural steppe zone in 2018–2020. In order to identify the optimal dose of herbicide to control weediness, there have been used the herbicides "Agritoks" and "For Soybean" at a dose of 0.5, 0.6, 0.7 and 0.75 l/ha. There have also been studied the efficiency of harrowing both separately and in combination with herbicides. As a result of the trials, it was found that mean doses (0.6 l/ha) of herbicides "Agritoks" and "For Soybean" are the optimal ones for the treatment of peas. With decreasing the dose of the products, the efficiency of weed control decreased, and with increasing, the growth and development of peas worsened. The best results in controlling weediness of peas and increasing its productivity were obtained with the use of harrowing in combination with herbicide "For Soybean" at a dose of 0.6 l/ha. Thus, the current study has shown that for the most successful control of weediness of peas, there has been required an integrated approach, including both agrotechnical and chemical weed control measures.

Keywords: peas, weediness of crops, weed control, harrowing, herbicides, productivity.

Введение. Для продовольственной безопасности Республики Башкортостан очень важно обеспечить высокоэффективное производство зерна (Галиев и др., 2017; Давлетов и др., 2020). Однако фактически сложившийся уровень урожаев зерновых и зернобобовых культур не превышает 1,60–2,40 т/га (Давлетов и др., 2016). Яровые зерновые и зернобобовые культуры, в том числе горох, относятся к культурам, легко угнетаемым сорняками (Хабибуллин и др., 2020; Singh et al., 2016). По нашим данным, при наличии 108–127 шт. сорняков на 1 м² урожай зерна гороха снижается до 30, а иногда и до 40%.

Важнейшее средство борьбы с сорняками – применение агротехнических и химических средств (Зотиков и Голопатов, 2009). Анализ показывает, что, несмотря на активное использование агротехнических и химических способов борьбы с сорняками, засоренность посевов остается еще очень высокой. В посевах гороха в большом количестве встречаются однолетние злаковые и двудольные, несколько реже – многолетние корневищные и корнеотпрысковые сорные растения (Singh et al., 2014; Sharma et al., 2021).

Проблема защиты посевов гороха от сорняков является одной из назревающих ключевых проблем в технологии возделывания данной культуры. Ее решение возможно только при комплексном подходе, основанном на рациональном сочетании агротехнических и химических методов защиты посевов гороха от сорняков (Васильченко и др., 2019). Борьба с сорняками должна быть организована путем сочетания всех методов защиты растений, направленных на регулирование численности сорняков таким образом, чтобы она была ниже уровня порога вредности.

В связи с этим целью нашего исследования стало определение эффективности гербицидов и боронования как средств борьбы с сорняками на посевах гороха в условиях Республики Башкортостан. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

– изучить видовой состав сорных растений и степень засоренности посевов гороха сорняками;

– установить эффективность применения боронования для борьбы с сорняками в посевах гороха;

– определить наиболее эффективные гербициды и дозы их применения для борьбы с сорной растительностью в посевах гороха;

– выявить наилучшее сочетание гербицидов и боронования в качестве средства борьбы с сорняками в посевах гороха.

Материалы и методы исследований.

Опыты проводили в течение трех лет (2018–2020 гг.) в Чишминском селекционном центре по растениеводству Башкирского НИИСХ УФИЦ РАН. Почва опытного участка – карбонатный чернозем средней мощности. Гумуса в верхнем слое почвы 8,3, общего азота – 0,4%, подвижного калия на 100 г почвы – 42,0 мг, окиси фосфора – 23,7 мг. Почва нейтральная (pH = 6,9–7,0).

Климат в районе расположения селекционного центра континентальный, влагообеспеченность невысокая. По данным Чишминской агрометеостанции, среднегодовое количество осадков за последние 15 лет составило 393 мм с колебаниями по годам от 205 до 580 мм, за период с мая по август – 185 мм. Безморозный период – 118 дней, сумма активных температур колеблется от 1780 до 2760 °С, в среднем – 2270 °С.

Погодные условия для роста и развития растений гороха в годы проведения опытов были различными. По влагообеспеченности 2018 и 2019 гг. характеризовались как засушливые, в то время как 2020 г. был относительно благоприятным. Объектом исследования послужил сорт гороха Чишминский 229.

Полевые опыты закладывали по схеме: опыт 1:1 – контроль (без обработки), 2 – «Агритокс», 0,5 л/га, 3 – «Агритокс», 0,6 л/га, 4 – «Агритокс», 0,7 л/га, 5 – «Агритокс», 0,75 л/га, 6 – «Для сои», 0,5 л/га, 7 – «Для сои», 0,6 л/га, 8 – «Для сои», 0,7 л/га, 9 – «Для сои», 0,75 л/га; опыт 2: 1 – контроль (без обработки), 2 – боронование по всходам, 3 – «Агритокс», 0,6 л/га, 4 – «Для сои», 0,6 л/га, 5 – боронование по всходам + «Агритокс», 0,6 л/га, 6 – боронование по всходам + «Для сои», 0,6 л/га.

Основная обработка почвы – зяблевая вспашка на глубину 25–27 см с одновременным боронованием. Весной прово-

дили закрытие влаги тяжелыми боронами БЗТС-1,0 и предпосевную культивацию культиватором КПЭ-3,8 с одновременным боронованием. Посев гороха производили сеялкой СН-16. Норма высева – 1,2 млн всхожих семян на гектар. Посевы на всех вариантах опыта проводили в один срок. Повторность 4-кратная, площадь делянок – 50 м².

Для определения засоренности посевов использовали рамку размером 0,25 м². Ее накладывали по оси рядка в 10 местах через 5 м по диагонали делянок. Производили подсчет количества сорняков по биологическим группам. В конце вегетации также определяли количество и сырую массу сорняков путем взвешивания всей подрезанной у поверхности почвы сорной растительности со всех учетных площадок.

Боронование посевов проводили в фазе трех листьев легкими боронами ЗБП-0,6А, обработку посевов гербицидами – ручным опрыскивателем. К погибшим после химической прополки сорнякам относили растения с поражением надземной части не менее чем на 65–75%. Степень поражения определяли глазомерно.

Характер действия гербицидов на горох изучали путем определения степени повреждения растений и их урожайности зерна. Фенологические наблюдения, оценку всходов выполняли по методике Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1985). Уборку и учет урожая в опытах проводили методом сплошного учета отдельно с каждой делянки. Урожайные данные подвергали математической обработке по Б.А. Доспехову (1985).

Результаты и их обсуждение. Учет засоренности посевов и определение видового состава сорных растений показали, что на посевах гороха ежегодно встречается в целом однородный состав сорняков. Из однолетних яровых сорняков были обнаружены марь белая (*Chenopodium album* L.), ежовник обыкновенный (*Echinochloa crus-galli* L.), горчица полевая (*Sinapis arvensis* L.), горец вьюнковый (*Fallopia convolvulus* L.), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), щетинник сизый (*Setaria pumila* Poir.), пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit* L.), чистец однолетний (*Stachys annua* L.), горец шероховатый (*Polygonum lapathifolium* L.), щетинник зеленый

(*Setaria viridis* L.), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), из однолетних зимующих – пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris* L.), ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.), из многолетних корнеотпрысковых – осот розовый (*Cirsium arvense* L.), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), из многолетних корневищных – пырей ползучий (*Elytrigia repens* L.). Наибольшее распространение среди них получили представители 4 семейств: Маревые (*Chenopodioideae*) – марь белая, Гречишные (*Polygonaceae*) – горец шероховатый, горец вьюнковый, Капустные (*Brassicaceae*) – горчица полевая, пастушья сумка обыкновенная, Злаковые (*Poaceae*) – щетинник сизый, щетинник зеленый, ежовник обыкновенный. Из многолетних корнеотпрысковых сорняков чаще встречались осот розовый и осот полевой (желтый), реже – вьюнок полевой.

Успешная борьба с сорными растениями возможна только при комплексном подходе к решению этой проблемы. Необходимо использовать все доступные способы очищения полей от сорняков: соблюдение севооборотов, качественную основную, предпосевную обработку почвы, до- и послеуборочное боронование посевов, применение гербицидов. Учитывая многообразие сорной растительности, для успешной борьбы с ней необходимо разработать систему мероприятий, обеспечивающих эффективную защиту посевов гороха от сорняков.

Наши исследования в течение 2018–2020 гг. по определению оптимальных доз гербицидов «Агритокс» и «Для сои» при опрыскивании посевов гороха показали, что наибольшая эффективность препаратов достигается при средних дозах (табл. 1). Как видно из данных таблицы 1, при обработке посевов гороха гербицидами «Агритокс» и «Для сои» в дозе 0,5 л/га их засоренность значительно снижалась, гибель сорняков составила соответственно 61,0 и 65,0%. В наших опытах с повышением дозы гербицидов увеличивался и процент гибели сорных растений. Максимальная гибель сорняков наблюдалась при опрыскивании посевов гороха гербицидами в дозах 0,7 и 0,75 л/га. Однако при таких дозах растения гороха сильно угнетались, и было отмечено некоторое повреждение всходов.

1. Влияние различных доз гербицидов «Агритокс» и «Для сои» на сорняки и урожайность гороха (2018–2020 гг.)

1. The effect of different doses of herbicides "Agritoks" and "For Soybean" on weeds and pea productivity (2018–2020)

Варианты опыта	% гибели сорняков	Урожайность зерна гороха	
		т/га	% к контролю
Контроль (без обработки)	0	1,74	100,0
«Агритокс», 0,5 л/га	61,0	1,79	102,9
«Агритокс», 0,6 л/га	73,4	1,82	104,6
«Агритокс», 0,7 л/га	82,0	1,80	103,4
«Агритокс», 0,75 л/га	89,5	1,77	101,7
«Для сои», 0,5 л/га	65,0	1,78	102,3
«Для сои», 0,6 л/га	74,2	1,83	105,2
«Для сои», 0,7 л/га	80,5	1,83	105,0
«Для сои», 0,75 л/га	90,1	1,82	104,6

Лучший эффект был получен при обработке посевов гороха гербицидами в дозе 0,6 л/га. Так, при опрыскивании посевов гербицидом «Агритокс» в дозе 0,6 л/га гибель сорняков в среднем за 3 года составила 73,4%. Максимальный эффект был получен при обработке посевов гороха гербицидом «Для сои» в дозах 0,6 и 0,7 л/га. При этом гибель сорняков возросла до 74,2 и 80,5%, а урожайность гороха повысилась на 5,2 и 5,0% соответственно. Таким образом, доза гербицида «Для сои» 0,6 л/га в наших опытах оказалась наиболее приемлемой. Использование гербицида «Агритокс» в дозе 0,7 л/га и выше оказывало негативное воздействие на растения гороха: отмечалось искривление стеблей, свертывание листовых пластинок в трубочку, частичное пожелтение листьев.

В результате наших опытов установлено, что гербициды «Агритокс» и «Для сои» оказывают существенное влияние на рост и развитие сорняков. Так, наблюдалась некоторая задержка роста сорных растений, уменьшение накопления биомассы или полная депрессия в росте и гибель. Применение гербицидов в борьбе с сорняками на посевах гороха приводит к уменьшению количества их семян в зерне, что облегчает очистку урожая. Часть сорных растений, уцелевших при обработке гербицидом, не представляет большой опасности, так как не образует семян, или же сформировавшиеся семена обладают низкой всхожестью, которая обычно не превышает 2–3%. Таким образом, наши исследования показали, что химическая прополка является одним из наиболее эффективных методов борьбы с засоренно-

стью посевов гороха. Так, при химической прополке посевов гороха в фазе 3–5 листьев наблюдается максимальная гибель однолетних и значительное уничтожение многолетних сорняков.

В 2018–2020 гг. мы проводили изучение сочетания применения гербицидов и боронования как средств борьбы с сорняками на посевах гороха. Анализ данных, полученных нами в результате исследования, показал, что для снижения количества сорняков в посевах гороха наиболее эффективными вариантами опыта были те, при которых сочеталось боронование посевов с последующей обработкой гербицидами (табл. 2). В данных вариантах опыта значительная часть сорных растений была уничтожена в результате боронования, а дальнейшее применение гербицидов привело к подавлению роста и развития сохранившихся сорняков и их гибели. В наших опытах повсходовое боронование посевов гороха не вызывало повреждений молодых растений. В 2018 г. повсходовым боронованием было уничтожено 40,4% однолетних сорняков, в 2019 г. – 36,2%, в 2020 г. – 42,1%. При опрыскивании посевов гороха гербицидом «Агритокс», 0,6 л/га в 2018–2020 гг. погибло 70,3–75,8% сорных растений, гербицидом «Для сои», 0,6 л/га – 70,0–77,2% сорняков. Лучшие результаты по уничтожению сорных растений были получены в следующих вариантах опыта: повсходовое боронование + гербицид «Агритокс», 0,6 л/га и повсходовое боронование + гербицид «Для сои», 0,6 л/га, которые привели в 2018–2020 гг. к гибели 85,3–88,9% и 87,3–92,4% сорняков соответственно.

2. Засоренность посевов гороха при применении повсходового боронования и гербицидов (2018–2020 гг.)

2. Weediness of peas when using harrowing and herbicides (2018–2020)

Варианты опыта	Количество сорняков								
	2018 г.			2019 г.			2020 г.		
	до обработки, шт./м ²	погибших после обработки, шт./м ²	погибших после обработки, %	до обработки, шт./м ²	погибших после обработки, шт./м ²	погибших после обработки, %	до обработки, шт./м ²	погибших после обработки, шт./м ²	погибших после обработки, %
Контроль (без обработки)	109	0	0	118	0	0	126	0	0
Боронование по всходам	109	44	40,4	116	42	36,2	126	53	42,1
Гербицид «Агритокс», 0,6 л/га	108	80	74,1	118	83	70,3	124	94	75,8
Гербицид «Для сои», 0,6 л/га	110	77	70,0	118	89	75,4	127	98	77,2
Боронование по всходам + «Агритокс», 0,6 л/га	109	93	85,3	117	105	89,7	126	112	88,9
Боронование по всходам + «Для сои», 0,6 л/га	111	97	87,3	119	110	92,4	125	113	90,4

Также в 2018–2020 гг. нами было проведено изучение влияния повсходового боронования и применения гербицидов на урожай зерна гороха. Результаты представлены в таблице 3.

Относительно высокий урожай зерна гороха в среднем за 2018–2020 гг. был получен

в варианте опыта, сочетающем повсходовое боронование с последующим опрыскиванием гербицидом «Для сои» в дозе 0,6 л/га. Прибавка урожая зерна гороха по сравнению с контролем в 2018 г. составила 0,23 т/га, в 2019 г. – 0,25 т/га, в 2020 г. – 0,34 т/га.

3. Влияние применения повсходового боронования и гербицидов на урожайность гороха (2018–2020 гг.)

3. The effect of use of harrowing and herbicides on pea productivity (2018–2020)

Варианты опыта	2018 г.		2019 г.		2020 г.	
	Урожайность зерна гороха, т/га	Прибавка урожая, т/га	Урожайность зерна гороха, т/га	Прибавка урожая, т/га	Урожайность зерна гороха, т/га	Прибавка урожая, т/га
Контроль (без обработки)	1,36	–	1,41	–	2,46	–
Боронование по всходам	1,38	+0,02	1,45	+0,04	2,51	+0,05
Гербицид «Агритокс», 0,6 л/га	1,41	+0,05	1,50	+0,09	2,56	+0,10
Гербицид «Для сои», 0,6 л/га	1,43	+0,07	1,48	+0,07	2,59	+0,13
Боронование по всходам + «Агритокс», 0,6 л/га	1,56	+0,20	1,62	+0,21	2,74	+0,28
Боронование по всходам + «Для сои», 0,6 л/га	1,59	+0,23	1,66	+0,25	2,80	+0,34
НСР _{0,05} , т/га	–	0,11	–	0,09	–	0,12

Выводы

1. Боронование посевов гороха в фазу трех настоящих листьев не вызвало повреждения молодых проростков. Повсходовым боронованием уничтожено 36,2–42,1% сорняков.

2. При обработке посевов гороха гербицидами «Агритокс» и «Для сои» в дозе 0,6 л/га погибло 70,3–75,8 и 70,0–77,2% сорняков, а урожайность гороха составила 1,41–2,56 и 1,43–2,59 т/га соответственно.

3. Наилучшие результаты по снижению засоренности посевов гороха были получены при применении повсходового боронования в комплексе с обработкой гербицидом «Для сои» в дозе 0,6 л/га. Гибель сорняков в этом варианте опыта составила 87,3–92,4%, а прибавка урожая зерна гороха – 0,23–0,25 т/га.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России АААА-А19-119021190011-0.

Библиографические ссылки

1. Васильченко С.А., Метлина Г.В., Ашиев А.Р., Лактионов Ю.В. Влияние применения агрохимикатов как элементов технологии возделывания на продуктивность гороха в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2019. № 5(65). С. 29–33. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-65-5-29-33.
2. Галиев Р.Р., Ханова И.М., Курбангалеева Ф.А. Продовольственная безопасность Башкортостана: проблемы и решения // Проблемы прогнозирования. 2017. № 2(161). С. 36–52.
3. Давлетов Ф.А., Гайнуллина К.П., Каримов И.К. Влияние метеорологических условий на формирование зерна гороха // Зерновое хозяйство России. 2016. № 5. С. 10–16.
4. Давлетов Ф.А., Нигматуллина Г.М., Гайнуллина К.П., Плешков А.В., Сафин Ф.Ф. Новый сорт зернового гороха Памяти Попова // Зерновое хозяйство России. 2020. № 2(68). С. 61–65. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-61-65.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
6. Хабибуллин К.Н., Ашиев А.Р., Скулова М.В. Оценка адаптивности продуктивности растений коллекции гороха посевного // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1(67). С. 33–36. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-33-36.
7. Sharma S.K., Kumar R., Kumar P. Effect of integrated crop management practices on growth, seed yield and economics of field pea (*Pisum sativum* L.) // Indian Journal Of Agricultural Research. 2021. 55(1). P. 115–118. DOI: 10.18805/IJAR.A-5529.
8. Singh M., Kumar S., Kumar R., Kumar R. Effects of post emergence herbicides on weed control and yield of field pea and their residual effect on succeeding sorghum and mungbean crop // Legume Research. 2014. 37(4). P. 387–394. DOI: 10.5958/0976-0571.2014.00648.1.
9. Singh M., Kumar R., Kumar S., Kumar V. Critical period for weed control in field pea // Legume Research. 2016. 39(1). P. 86–90. DOI: 10.18805/lr.v0iOF.6787.

References

1. Vasil'chenko S.A., Metlina G.V., Ashiev A.R., Laktionov YU.V. Vliyanie primeneniya agrohimikatov kak elementov tekhnologii vozdel'vaniya na produktivnost' goroha v yuzhnoy zone Rostovskoy oblasti [The effect of the use of agrochemicals as elements of cultivation technology on peas productivity in the southern part of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 5(65). S. 29–33. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-65-5-29-33.

2. Galiev R.R., Hanova I.M., Kurbangaleeva F.A. Prodovol'stvennaya bezopasnost' Bashkortostana: problemy i resheniya [Food security of Bashkortostan: problems and solutions] // Problemy prognozirovaniya. 2017. № 2(161). S. 36–52.
3. Davletov F.A., Gajnullina K.P., Karimov I.K. Vliyanie meteorologicheskikh uslovij na formirovanie zerna goroha [The effect of meteorological conditions on pea grain formation] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 5. S. 10–16.
4. Davletov F.A., Nigmatullina G.M., Gajnullina K.P., Pleshkov A.V., Safin F.F. Novyj sort zernovogo goroha Pamyati Popova [The new grain peas variety 'Pamyati Popova'] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2020. № 2(68). S. 61–65. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-61-65.
5. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of the study results)]. 5-e izd., dop. i pererab. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
6. Habibullin K.N., Ashiev A.R., Skulova M.V. Ocenka adaptivnosti produktivnosti rastenij kolekcii goroha posevnogo [Estimation of adaptability of plant productivity of the sowing pea collection] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2020. № 1(67). S. 33–36. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-33-36.
7. Sharma S.K., Kumar R., Kumar P. Effect of integrated crop management practices on growth, seed yield and economics of field pea (*Pisum sativum* L.) // Indian Journal Of Agricultural Research. 2021. 55(1). P. 115–118. DOI: 10.18805/IJAR.A-5529.
8. Singh M., Kumar S., Kumar R., Kumar R. Effects of post emergence herbicides on weed control and yield of field pea and their residual effect on succeeding sorghum and mungbean crop // Legume Research. 2014. 37(4). P. 387–394. DOI: 10.5958/0976-0571.2014.00648.1.
9. Singh M., Kumar R., Kumar S., Kumar V. Critical period for weed control in field pea // Legume Research. 2016. 39(1). P. 86–90. DOI: 10.18805/lr.v0iOF.6787.

Поступила: 28.12.20; принята к публикации: 16.03.21.

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. Давлетов Ф.А. – концептуализация исследования, подготовка опыта, анализ данных и их интерпретация; Сафин Ф.Ф. – подготовка опыта, выполнение полевых / лабораторных опытов и сбор данных; Гайнуллина К.П. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

АГРОХИМИЯ

УДК 633.11 «324»:631.82:631.58

DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-83-88

**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ
НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ТЕХНОЛОГИИ ПРЯМОГО ПОСЕВА
В УСЛОВИЯХ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ**

Н.Н. Шаповалова, научный сотрудник, заведующая лабораторией почвоведения и агрохимии, schapovalova.nadejda@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-2485-6682;

Л.Р. Оганян, научный сотрудник, заведующая отделом экономики, oganyan@inbox.ru, ORCID ID: 0000-0002-0019-8956;

А.А. Воропаева, младший научный сотрудник лаборатории почвоведения и агрохимии, kerya008@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-3060-2737

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»,
356241, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, 49; e-mail: info@fnac.center

Прямой посев культур сокращает расходы земледельцев на обработку почвы, но существенно увеличивает затраты на удобрения, пестициды и новую сельскохозяйственную технику. Вопрос экономической целесообразности внесения повышенных доз минеральных удобрений при посеве озимой пшеницы и проведения азотной подкормки в технологии no-till актуален, но пока мало изучен. Цель исследования – провести оценку экономической эффективности производства зерна озимой пшеницы в технологии прямого посева (no-till) при разных способах и дозах применения минеральных удобрений в условиях неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Исследования проводили в 2017–2019 гг. в опыте, заложенном на полях Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра. Варианты применения удобрений при посеве озимой пшеницы: 1) без удобрений; 2) N_{6-26} ; 3) N_{12-52} ; 4) N_{24-104} ; 5) N_{52-52} ; 6) $N_{52-52}K_{52}$; 7) N_{52} ; 8) $N_{104-52}K_{52}$. В ранневесенний период на фоне удобрений, внесённых при посеве культуры, была проведена подкормка аммиачной селитрой в дозе N_{52} . Установлено, что все дозы минеральных удобрений, внесённые при посеве озимой пшеницы, способствовали снижению себестоимости единицы продукции на 1,8–19,8%, повышению прибыли – на 24,8–177,1% и уровня рентабельности – на 2,5–43,1%. Наилучшие экономические показатели отмечены при внесении в рядки N_{52} и $N_{104}P_{52}K_{52}$, при которых получена минимальная себестоимость 1 т зерна (6216–6494 руб.), самые высокие рентабельность (77,1–85,0%) и прибыль (27 830–33 454 руб./га). Ранневесенняя подкормка (N_{52}) озимой пшеницы на фоне припосевного внесения удобрений по предшественнику горох оказалась малоэффективным агрохимическим приемом. В результате её проведения себестоимость единицы продукции возросла на 0,5–23,4%, а уровень рентабельности производства снизился на 0,8–35,0%. В технологии no-till применение при посеве озимой пшеницы повышенных доз азотсодержащих удобрений обеспечило не только существенное повышение урожайности и качества зерна, но и извлечение максимальной экономической выгоды.

Ключевые слова: Технология no-till, озимая пшеница, минеральные удобрения, рентабельность производства зерна, производственные затраты, прибыль, себестоимость единицы продукции.

Для цитирования: Шаповалова Н.Н., Оганян Л.Р., Воропаева А.А. Влияние минеральных удобрений на экономическую эффективность производства зерна озимой пшеницы в технологии прямого посева в условиях Ставропольского края // Зерновое хозяйство России. 2022. № 1(79). С. 83–88. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-83-88.

**THE EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS
ON THE ECONOMIC EFFICIENCY OF WINTER WHEAT PRODUCTION
IN THE DIRECT SOWING TECHNOLOGY IN THE STAVROPOL TERRITORY**

N.N. Shapovalova, researcher, head of the laboratory for soil study and agrochemistry, schapovalova.nadejda@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-2485-6682;

L.R. Oganyan, researcher, head of the department of economy, oganyan@inbox.ru, ORCID ID: 0000-0002-0019-8956;

A.A. Voropaeva, junior researcher of the laboratory for soil study and agrochemistry, kerya008@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-3060-2737

North-Caucasus Federal Research Agricultural Center,
356241 Stavropol Kray, Mikhaylovsk, Nikonov Str., 49; e-mail: info@fnac.center

Direct sowing of crops reduces the cost of soil cultivation for farmers, but significantly increases the cost of fertilizers, pesticides and new agricultural equipment. The problem of the economic feasibility of introducing increased doses of mineral fertilizers when sowing winter wheat and carrying out nitrogen fertilization in the no-till technology is of great relevance, but has been little studied. The purpose of the current study was to estimate the economic efficiency of winter wheat grain production in the direct sowing (no-till) technology with different methods and doses of mineral fertilizers in conditions of unstable moisture in the Stavropol Territory. The study was carried out in the trial on the fields of the North-Caucasus Federal Research Agricultural Center in 2017–2019. The variants for using fertilizers when

sowing winter wheat were as follows: without fertilizers; with $N_{60}P_{26}$; with $N_{120}P_{52}$; with $N_{240}P_{104}$; with $N_{52}P_{52}$; with $N_{52}P_{52}K_{52}$; with N_{52} ; with $N_{104}P_{52}K_{52}$. In the early spring period, on the background of fertilizers used when sowing the crop, there was carried out additional fertilizing with ammonium nitrate at a dose of N_{52} . There was found that all doses of mineral fertilizers used when sowing winter wheat, reduced the unit cost of production on 1.8–19.8%, raised profits on 24.8–177.1% and improved profitability on 2.5–43.1%. The best economic indicators were established when using N_{52} and $N_{104}P_{52}K_{52}$, at which there was obtained the minimum cost price of 1 ton of grain (6216–6494 rubles), the highest profitability (77.1–85.0%) and profit (27 830–33 454 rubles/ha). Early spring additional fertilizing (N_{52}) of winter wheat on the background of fertilizers used when sowing the crop after peas turned out to be an ineffective agrochemical method. As a result, the cost price of a production unit increased on 0.5–23.4%, and the level of production profitability reduced on 0.8–35.0%. In no-till technology, the use of higher doses of nitrogen fertilizers during winter wheat sowing provided not only a significant increase of grain productivity and quality, but also maximum economic benefits.

Keywords: no-till technology, winter wheat, mineral fertilizers, profitability of grain production, production costs, profit, cost price of a production unit.

Введение. Согласно долгосрочному прогнозу социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 г. средняя урожайность зерновых культур в стране должна достичь 20–50 т/га, что обеспечит валовой сбор зерна 145–155 млн т и его экспорт на уровне 40–60 млн т в год. Реализация этого оптимистического сценария возможна при условии, что на 75% площади посевов зерновых культур (более 37,5 млн га) сельскохозяйственное производство будет вестись по инновационным ресурсосберегающим технологиям с интенсивным применением удобрений и средств химической мелиорации (Сычев, 2019). Современные технологии возделывания должны быть направлены, как на расширение воспроизводства почвенного плодородия и защиту почв от эрозии, так и на достижение высокой урожайности культур при минимизации затрат труда и материально-финансовых средств на единицу произведённой продукции. В настоящее время среди инновационных технологий всё более широкое распространение получает почвозащитная технология прямого посева (no-till), базирующаяся на отказе от всех видов механической обработки почвы для накопления пожнивных растительных остатков и постоянного покрытия ими поверхности почвы (Иванов и др., 2021). Несмотря на положительные изменения свойств почвы и, в первую очередь, баланса органического вещества (Dridiger et al., 2020; Belobrov et al., 2020), некоторые исследователи отмечали ухудшение обеспеченности растений питательными элементами, в особенности азотом (Завалин и др., 2018; Соколов и др., 2019). Поэтому при переходе от традиционной технологии возделывания с обработкой почвы к прямому посеву наблюдалось замедление роста растений и снижение урожайности озимой пшеницы. Правильно подобранные дозы удобрений способствовали минимизации потерь зерна в этот период (Шаповалова и др., 2020). При этом в технологии no-till остаётся мало изученным вопрос экономической целесообразности применения разных доз минеральных удобрений, которые позволили бы достичь не только высокой урожайности озимой пшеницы, но и извлечь наибольшую прибыль из производства зерна. Прямой посев культур сокращает постоянные, неизбежные расходы земледельцев на обработку почвы (вспашку, культивацию, бороно-

вание, прикатывание), но существенно увеличивает переменные расходы на удобрения, пестициды и новую сельскохозяйственную технику, без которых, как показали исследования, нельзя получить высокий урожай хорошего качества (Дридигер и др., 2021).

Цель работы – провести оценку экономической эффективности производства зерна озимой пшеницы в технологии прямого посева при разных способах и дозах применения минеральных удобрений в условиях неустойчивого увлажнения Ставропольского края.

Материалы и методы исследований.

Исследования проводили в 2016–2019 гг. в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края на экспериментальном полигоне Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра. Почва опытного поля представлена черноземом обыкновенным среднесуглинистым со следующими агрохимическими показателями в слое 0–20 см: pH водной суспензии – 6,9, гумус – 3,55%, подвижные формы P_2O_5 и K_2O (по Мачигину) – 17,5 и 223 мг/кг соответственно. Объектом исследований был сорт озимой пшеницы Бунчук, возделываемый по прямому посеву по предшественнику горох с нормой высева 4,5–5,0 млн семян на 1 га. Посев проводили сеялкой Gimetal в оптимальные для зоны сроки после обработки опытного участка гербицидом сплошного действия Тотал 480 (2,5–3,0 л/га). Опыт закладывали в трехкратной повторности в пространстве и времени. Варианты размещали систематическим методом двумя ярусами. В опыте изучали влияние разных доз удобрений при внесении их в рядки при посеве озимой пшеницы. Варианты удобрений: 1) без удобрений; 2) $N_{60}P_{26}$ (аммофос 12:52, 0,05 т/га); 3) $N_{120}P_{52}$ (аммофос 12:52, 0,1 т/га); 4) $N_{240}P_{104}$ (аммофос 12:52, 0,2 т/га); 5) $N_{52}P_{52}$ (сульфоаммофос 20:20 с содержанием элементарной серы 14%, 0,26 т/га); 6) $N_{52}P_{52}K_{52}$ (нитроаммофоска 16:16:16, 0,33 т/га); 7) N_{52} (аммиачная селитра, 0,15 т/га); 8) $N_{104}P_{52}K_{52}$ (нитроаммофоска 16:16:16, 0,33 т/га + аммиачная селитра, 0,15 т/га). Дополнительно к этим удобрениям во время возобновления весенней вегетации пшеницы проводили подкормку аммиачной селитрой в дозе N_{52} поверхностным способом с помощью РУМ посредством деления деланки на две части. Площадь деланки без подкормки – 5,5 м × 24 м, площадь под-

кормки – 5,5 м × 12 м. Учетная площадь – 24 м². Урожайность учитывали малогабаритным комбайном «Сампо-130» с последующим пересчетом на стандартную влажность 14%. Достоверность полученных данных оценивалась с помощью дисперсионного метода математической статистики и программы AgCStat-Excel. Экономическую эффективность производства зерна озимой пшеницы определяли по методике, утверждённой ВНИИЭСХ (Шпилько и др., 1998).

В годы проведения исследований погодные условия различались как по сумме осадков, так и по температурному режиму. В 2016–2017 гг. среднегодовая температура воздуха соответствовала климатической норме (9,5 °C), а в 2017–2018 и 2018–2019 гг. превысила среднемноголетнее значение на 1,2 и 1,6 °C. По количеству выпавших осадков 2016–2017 гг. был влажным (сумма выше нормы на 98 мм), а 2017–2018 и 2018–2019 годы – засушливыми с дефицитом осадков, равным 43 и 100 мм соответственно. Климатическая норма осадков за сельскохозяйственный год в зоне проведения исследований составляет 558 мм. Во все

годы исследований отмечалось раннее возобновление весенней вегетации пшеницы (температуры в марте на 1,2–2,2 °C выше нормы) и накопление достаточных запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы в осенне-зимний период. Особенности погодных условий сказались на отзывчивости пшеницы на разные дозы и способы внесения удобрений, что повысило объективность экономической оценки их эффективности.

Результаты и их обсуждение. Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы зависит от урожайности, качества зерна, цены реализации продукции и производственных затрат. Эти показатели оказывают определяющее влияние на основные экономические характеристики – себестоимость единицы продукции, прибыль и уровень рентабельности.

В третий год освоения технологии no-till средняя урожайность озимой пшеницы по гороху без применения удобрений была достаточно высокой и составила 3,72 т/га, что обусловлено положительным влиянием предшественника, способствующего накоплению биологического азота в почве (табл. 1).

1. Влияние удобрений на экономическую эффективность возделывания озимой пшеницы в технологии прямого посева по гороху (2017–2019 гг.)

1. The effect of fertilizers on the economic efficiency of winter wheat cultivation after peas in the direct sowing technology (2017–2019)

Доза припосевного удобрения, кг/га д.в.	Урожайность с учётом отходов, т/га	Цена реализации, руб.	Затраты на 1 га посева, руб.	Себестоимость 1 тонны зерна, руб.	Прибыль, руб./га	Рентабельность, %
Без азотной подкормки						
0 (контроль)	3,72	11000	28795	7751	12072	41,9
N ₅₂	5,27	11500	32742	6216	27830	85,0
N ₆ P ₂₆	4,46	11000	31630	7089	17452	55,2
N ₁₂ P ₅₂	4,45	11000	33905	7615	15070	44,4
N ₂₄ P ₁₀₄	5,20	11000	37819	7274	19372	51,5
N ₅₂ P ₅₂	5,41	11000	36732	6768	22807	62,1
N ₅₂ P ₅₂ K ₅₂	5,82	11500	39628	6809	27302	68,9
N ₁₀₄ P ₅₂ K ₅₂	6,68	11500	43404	6494	33454	77,1
С добавлением подкормки N ₅₂						
0	3,57	11000	32830	9197	6436	19,6
N ₅₂	4,82	11500	36970	7669	18470	50,0
N ₆ P ₂₆	5,04	11000	35926	7122	19558	54,4
N ₁₂ P ₅₂	5,02	11000	38066	7576	17204	45,2
N ₂₄ P ₁₀₄	5,52	11000	42051	7619	18661	44,4
N ₅₂ P ₅₂	5,69	11000	40972	7196	21661	52,9
N ₅₂ P ₅₂ K ₅₂	5,87	11500	43835	7470	20719	47,3
N ₁₀₄ P ₅₂ K ₅₂	6,28	11500	47581	7581	24592	51,7
НСР ₀₅	0,88	–	–	–	–	–

Внесение при посеве в рядки разных доз минеральных удобрений привело к увеличению урожайности культуры на 0,73–2,96 т/га, или на 19,6–79,6%. В отличие от результатов, полученных в опытах с традиционной технологией возделывания культур (Кулинцев и др., 2013), в технологии no-till действие на урожай невысоких доз преимущественно фосфорного удобрения (N₆P₂₆ и N₁₂P₅₂) оказалось мало зна-

чимым (прирост в пределах ошибки опыта), что связано, скорее всего, с нехваткой азота в почве. Это подтверждается получением существенных прибавок урожайности пшеницы при использовании других доз удобрений, содержащих в своем составе от 24 до 104 кг/га азота, а также заметным увеличением сбора зерна в вариантах с фосфорным удобрением (N₆P₂₆ и N₁₂P₅₂) при добавлении ранневесенней

азотной подкормки (N_{52}) – на 1,30–1,32 т/га относительно не удобренного контроля. В других вариантах опыта подкормка не оказала существенного влияния на урожай, что свидетельствует о важности улучшения азотного режима почвы именно в период сева культуры, поскольку фиксированный азот растительных остатков гороха может быть доступен растениям не сразу, а только после их разложения.

Наибольшая урожайность озимой пшеницы была достигнута при внесении при посеве самых высоких доз удобрений $N_{52}P_{52}K_{52}$ и $N_{104}P_{52}K_{52}$ (5,82 и 6,68 т/га соответственно), а также отмечена высокая отзывчивость культуры на рядковое использование аммиачной селитры в дозе N_{52} – 5,27 т/га. Применение этих доз удобрений способствовало получению зерна 3 класса, что заметно повысило цену реализации и стоимость продукции и положительно сказалось на экономической оценке эффективности технологии прямого посева в условиях неустойчивого увлажнения Ставропольского края.

Возделывание озимой пшеницы в технологии no-till по предшественнику горох было экономически выгодно даже на естественном фоне плодородия без применения удобрений. Уровень рентабельности составил 41,9%. В контрольном варианте затраты на единицу площади посевов были минимальными (28 795 руб./га) и это обусловило получение самого низкого урожая зерна (3,72 т/га) и наименьшей прибыли (12 072 руб./га) при самой высокой себестоимости единицы продукции –

7751 руб./т. Применение всех доз удобрений при посеве пшеницы, несмотря на увеличение затрат (на 9,8–50,7%), привело к снижению себестоимости зерна (на 477–1535 руб./т), росту прибыли (на 2998–21 382 руб./га) и повышению уровня рентабельности на 2,5–43,1%. Ранневесенняя азотная подкормка увеличивала затраты на производство продукции, что при небольшой её эффективности негативно сказалось на основных экономических показателях – себестоимости 1 т зерна, прибыли и уровне рентабельности.

Наилучшие экономические показатели отмечены при внесении в рядки N_{52} и $N_{104}P_{52}K_{52}$ при которых затраты на удобрения в наибольшей степени компенсировались стоимостью прибавки урожайности и получением дополнительной прибыли. Это обусловило минимальную себестоимость единицы продукции – 6216 и 6494 руб./т соответственно. Применение N_{52} способствовало достижению самого высокого уровня рентабельности (85,0%), а $N_{104}P_{52}K_{52}$ – получению максимальной прибыли (33 454 руб./га).

В технологии прямого посева без использования удобрений основной вклад в статью прямых производственных затрат внесли средства защиты растений (28%) и заработная плата (22%) (табл. 2). Доля других видов затрат, включая амортизационные отчисления с ремонтом техники, семена, горючее и смазочные материалы, не превышала 10–16%.

2. Затраты на выращивание озимой пшеницы по гороху в технологии прямого посева при внесении разных доз удобрений (2017–2019 гг.)

2. Costs of winter wheat growing after peas in the direct sowing technology with different doses of fertilizers (2017–2019)

Виды затрат	Доза припосевного удобрения, кг д.в./га							
	0	N_{52}	$N_{6}P_{26}$	$N_{12}P_{52}$	$N_{24}P_{104}$	$N_{52}P_{52}$	$N_{52}P_{52}K_{52}$	$N_{104}P_{52}K_{52}$
Заработная плата и налоги с ФОТ	<u>5.45</u> 22	<u>5.69</u> 21	<u>5.69</u> 21	<u>5.69</u> 20	<u>5.69</u> 18	<u>5.69</u> 18	<u>5.69</u> 17	<u>5.92</u> 16
Семена	<u>3.40</u> 14	<u>3.40</u> 12	<u>3.40</u> 13	<u>3.40</u> 12	<u>3.40</u> 10	<u>3.40</u> 11	<u>3.40</u> 10	<u>3.40</u> 9
Удобрения	<u>0</u> 0	<u>2.45</u> 9	<u>1.64</u> 6	<u>3.34</u> 12	<u>6.55</u> 20	<u>5.69</u> 19	<u>8.06</u> 24	<u>10.51</u> 29
Средства защиты растений	<u>6.88</u> 28	<u>6.88</u> 25	<u>6.88</u> 26	<u>6.88</u> 24	<u>6.88</u> 22	<u>6.88</u> 22	<u>6.88</u> 21	<u>6.88</u> 19
Горючее и смазочные материалы	<u>2.53</u> 10	<u>2.85</u> 10	<u>2.85</u> 11	<u>2.85</u> 10	<u>2.85</u> 9	<u>2.85</u> 9	<u>2.85</u> 9	<u>3.16</u> 9
Амортизация и ремонт техники	<u>3.97</u> 16	<u>4.02</u> 15	<u>4.02</u> 15	<u>4.02</u> 14	<u>4.02</u> 13	<u>4.02</u> 13	<u>4.02</u> 12	<u>4.07</u> 11
Прочие прямые затраты	<u>2.28</u> 10	<u>2.38</u> 8	<u>2.30</u> 8	<u>2.42</u> 8	<u>2.51</u> 8	<u>2.49</u> 8	<u>2.53</u> 7	<u>2.53</u> 7
Прямые затраты – всего	24,51	27,67	26,78	28,6	31,9	31,02	33,43	36,47

Над чертой – затраты в тыс. руб./га, под чертой – доля этого вида затрат во всей сумме прямых затрат в %.

Высокая стоимость удобрений существенно увеличила затраты на производство продукции пропорционально их дозе. Доля удобрений в сумме прямых затрат варьировала в пределах от 6 до 29%. Минимальная доля (6–9%) отмечена при внесении в рядки $N_{6}P_{26}$

и N_{52} , максимальная – разных доз полного минерального удобрения $N_{52}P_{52}K_{52}$ и $N_{104}P_{52}K_{52}$ (24–29%). При включении удобрений в статью прямых затрат доля других видов затрат соответственно уменьшилась: заработной платы на 1–6%, семян – на 1–5%, средств защиты рас-

тений – на 2–9%, амортизации и ремонта техники – на 1–5%. Вследствие высокой отзывчивости пшеницы на удобрения, экономическая эффективность затрат на их покупку и внесение оказалась также высокой. Таким образом, экономическая оценка технологии no-till напрямую связана с уровнем интенсификации производства, основным обобщающим показателем которого является себестоимость единицы продукции. В нашем опыте все изученные дозы минеральных удобрений, внесённые в рядки при посеве культуры, способствовали повышению уровня интенсификации возделывания озимой пшеницы, что проявилось в снижении себестоимости 1 тонны зерна на 1,8–19,8%.

Выводы

1. В условиях неустойчивого увлажнения Ставропольского края экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы по горюху в технологии no-till обуславливалась припосевным внесением минеральных удобрений. В сравнении с не удобренным контролем все изученные дозы удобрений увеличили затраты на 1 гектар посева в пределах 9,8–50,7%,

но при этом способствовали снижению себестоимости единицы продукции на 1,8–19,8%, повышению прибыли и уровня рентабельности на 24,8–177,1% и 2,5–43,1% соответственно.

2. Наиболее высокие экономические показатели возделывания озимой пшеницы отмечены при внесении при посеве $N_{104}P_{52}K_{52}$ и N_{52} . Прибавка урожайности зерна составила 2,96 и 1,55 т/га, что обеспечило минимальную себестоимость 1 т зерна и получение максимальной прибыли в размере 27 830 и 33 454 руб./га и наибольшего уровня рентабельности – 77,1 и 85,0% соответственно.

3. Вследствие низкой агрономической эффективности ранневесенняя подкормка озимой пшеницы азотом в дозе 52 кг/га на фоне припосевного внесения удобрений увеличила себестоимость единицы продукции на 0,5–23,4% и уменьшила рентабельность производства зерна на 0,8–35,0%.

4. Доля удобрений, внесённых при посеве культуры, в сумме прямых затрат варьировала в пределах от 6 до 29%, средств защиты растений – от 19 до 25%.

Библиографические ссылки

1. Дридигер В.К., Кулинцев В.В., Измалков С.А., Дридигер В.В. Эффективность технологии No-till в засушливой зоне Ставропольского края // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 1. С. 34–39. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10110
2. Завалин А.А., Дридигер В.К., Белобров В.П., Юдин С.А. Азот в черноземах при традиционной технологии обработки и прямом посеве (Обзор) // Почвоведение. 2018. № 12. С. 1506–1516. DOI: 10.1134/S0032180X18120146.
3. Иванов А.Л., Кулинцев В.В., Дридигер В.К., Белобров В.П. О целесообразности освоения системы прямого посева на черноземах России // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 4. С. 8–16. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10401.
4. Соколов М.С., Глинушкин А.П., Спиридонов Ю.Я., Торопова Е.Ю., Филипчук О.Д. Технологические особенности почвозащитного ресурсосберегающего земледелия (в развитие концепции ФАО) // Агрохимия. 2019. № 5. С. 3–20. DOI: 10.1134/S000218811905003X.
5. Сычёв В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования. М.: РАН, 2019. 327 с.
6. Шаповалова Н.Н., Воропаева А.А., Менькина Е.А., Галушко Н.А., Ахмедшина Д.А. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы при применении удобрений и прямом посеве на черноземе обыкновенном в условиях Ставрополья // Таврический вестник аграрной науки. 2020. № 4(24). С. 183–194. DOI: 10.33952/2542-0720-2020-4-24-183-194.
7. Шпилько А.В., Драгайцев В.И., Тулапин П.Ф., Бутенко Т.Я. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. М.: Родник, ГП УСЗ Минсельхозпрода РФ, 1998. 294 с.
8. Belobrov V.P., Yudin S.S., Yaroslavtseva N.V., Yudina A.V., Dridiger V.K., Stukalov R.S., Kluev N.N., Zamotaev I.V., Ermolaev N.R., Ivanov A.L., Kholodov V.A. Changes in Physical Properties of Chernozems under the Impact of No-Till Technology // Eurasian Soil Science. 2020. Vol. 53. № 7. pp. 968–977. DOI: 10.1134/S10642293200790029.
9. Dridiger V.K., Ivanov A.L., Belobrov V.P., Kutovaya O.V. Rehabilitation of Soil Properties by Using Direct Seeding Technology // Eurasian Soil Science. 2020. Vol. 53. № 9. pp. 1293–1301. DOI: 10.1134/S1064229320090033.

References

1. Dridiger V.K., Kulincev V.V., Izmailkov S.A., Dridiger V.V. Effektivnost' tekhnologii No-till v zasushlivoj zone Stavropol'skogo kraja [Efficiency of no-till technology in the arid part of the Stavropol Territory] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2021. T.35. № 1. S. 34–39. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10110.
2. Zavalin A.A., Dridiger V.K., Belobrov V.P., Yudin S.A. Azot v chernozemah pri tradicionnoy tekhnologii obrabotki i pryamom poseve (Obzor) [Nitrogen in chernozems with traditional tillage and direct sowing (review)] // Pochvovedenie. 2018. № 12. S.1506–1516. DOI: 10.1134/S0032180H18120146.
3. Ivanov A.L., Kulincev V.V., Dridiger V.K., Belobrov V.P. O celsosobraznosti osvoeniya sistemy pryamogo poseva na chernozemah Rossii [On the feasibility of developing a direct sowing system on the chernozems of Russia] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2021. T.35. № 4. S. 8–16. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10401.
4. Sokolov M.S., Glinushkin A.P., Spiridonov YU.YA., Toropova E.YU., Filipchuk O.D. Tekhnologicheskie osobennosti pochvozashchitnogo resursosberegayushchego zemledeliya (v razvitie koncepcii FAO)

[Technological features of soil-protective and resource-saving agriculture (in the development of the FAR concept)] // Agrohimiya. 2019. № 5. S. 3–20. DOI: 10.1134/S000218811905003X.

5. Sychyov V.G. Sovremennoe sostoyanie plodorodiya pochv i osnovnye aspekty ego regulirovaniya [The current state of soil fertility and the main aspects of its regulation]. M.: RAN, 2019. 327 s.

6. SHapovalova N.N., Voropaeva A.A., Men'kina E.A., Galushko N.A., Ahmedshina D.A. Urozhajnost' i kachestvo zerna ozimoy pshenicy pri primenении udobrenij i pryamom poseve na chernozeme obyknovennom v usloviyah Stavropol'ya [Productivity and grain quality of winter wheat with the use of fertilizers and direct sowing on ordinary chernozem in the Stavropol Territory] // Tavricheskij vestnik agrarnoj nauki. 2020. № 4(24). S. 183–194. DOI: 10.33952/2542-0720-2020-4-24-183-194.

7. SHpil'ko A.V., Dragajcev V.I., Tulapin P.F., Butenko T.YA. Metodika opredeleniya ekonomicheskoy effektivnosti tekhnologij i sel'skohozyajstvennoj tekhniki [Methodology for identifying the economic efficiency of technologies and agricultural machinery]. M.: Rodnik, GP USZ Minsel'hozproda RF, 1998. 294 s.

8. Belobrov V.P., Yudin S.S., Yaroslavl'tseva N.V., Yudina A.V., Dridiger V.K., Stukalov R.S., Kluev N.N., Zamotaev I.V., Ermolaev N.R., Ivanov A.L., Kholodov V.A. Changes in Physical Properties of Chernozems under the Impact of No-Till Technology // Eurasian Soil Science. 2020. Vol. 53. № 7. pp. 968–977. DOI: 10.1134/S10642293200790029.

9. Dridiger V.K., Ivanov A.L., Belobrov V.P., Kutovaya O.V. Rehabilitation of Soil Properties by Using Direct Seeding Technology // Eurasian Soil Science. 2020. Vol. 53. № 9. pp. 1293–1301. DOI: 10.1134/S1064229320090033.

Поступила: 2.03.21; принята к публикации: 9.04.21.

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. Шаповалова Н.Н. – концептуализация исследования, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Оганян Л.Р. – анализ данных и их интерпретация; Воропаева А.А. – выполнение полевых опытов и сбор данных.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ФОРМ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЛЮПИНА БЕЛОГО

Г.Л. Яговенко, доктор сельскохозяйственных наук, директор, ORCID ID: 0000-0003-3205-230X;

Т.В. Яговенко, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник
направления физиологии растений, lupin.labphys@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7398-320X;

Т.Н. Слесарева, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

направления технологии возделывания люпина, lupin.technology@mail.ru,

ORCID ID: 0000-0003-0146-8986;

Н.М. Зайцева, старший научный сотрудник научного направления физиологии растений,

ORCID ID: 0000-0003-4952-529X;

Н.В. Мисникова, кандидат сельскохозяйственных наук, ученый секретарь,

lupin_nvmsnikova@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-5746-6539

Всероссийский научно-исследовательский институт люпина – филиал

ФГБНУ ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»,

241524, Россия, г. Брянск, п/о Мичуринский, ул. Березовая, д. 2, e-mail: lupin_mail@mail.ru

Обоснование и разработка элементов технологии получения устойчивой урожайности зерна люпина является важной и актуальной задачей для расширения площадей под этой культурой. Приведены результаты исследований по влиянию удобрений Аквамикс СТ, Метаборат калия, Тиатон на показатели урожайности и качества зерна люпина белого. Исследования проводили в 2018–2019 гг. во ВНИИ люпина – филиале ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», в почвенно-климатических условиях юго-западной части Нечерноземной зоны. Цель исследований – изучение эффективности действия указанных микро- и макроудобрений нового поколения и способов их применения на ряд показателей, способствующих повышению продуктивности и качества зерна люпина белого. Применение удобрений Аквамикс СТ и Метаборат калия способствовало повышению урожая зерна люпина белого в среднем на 37,5 и 35,4%. Установлено увеличение содержания белка от 5,0 до 5,8% в зерне люпина белого сорта Пилигрим во всех вариантах внесения Аквамикса СТ. Применение Аквамикса СТ и Метабората калия по вегетирующим растениям снижало алкалоидность зерна люпина на 24,7–34,6%. Обработки посевов люпина белого в фазу бутонизации Аквамиксом СТ и Метаборатом калия увеличивали содержание каротина в зерне на 34,3 и 25,0% соответственно. Анализ данных показал, что максимальным количеством лизина и каротина характеризовался вариант, включающий предпосевную обработку семян Аквамиксом СТ и последующую обработку вегетирующих растений в фазе бутонизации. Отмечено, что применение микро- и макроудобрений приводило к росту кормовых единиц и переваримого протеина. Применение Аквамикса СТ, включающее предпосевную обработку семян и две обработки по вегетации, обеспечивало наибольший сбор переваримого протеина – 1,26 т/га, кормовых единиц – 6,0 т/га, обменной энергии – 54,8 ГДж/га. Метаборат калия, используемый для обработки вегетирующих растений в фазу бутонизации, показал практически такие же результаты. Более ценными в кормовом отношении были варианты, совмещающие высокую урожайность с высоким качеством зерна.

Ключевые слова: микроудобрения, люпин белый, урожайность, алкалоидность, белок, переваримый протеин, обменная энергия.

Для цитирования: Яговенко Г.Л., Яговенко Т.В., Слесарева Т.Н., Зайцева Н.М., Мисникова Н.В. Использование новых форм удобрений для повышения урожайности и качества зерна люпина белого // Зерновое хозяйство России 2022. № 1(79). С. 89–94. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-89-94.



APPLICATION OF NEW FORMS OF FERTILIZERS TO IMPROVE PRODUCTIVITY AND GRAIN QUALITY OF WHITE LUPINE

G.L. Yagovenko, Doctor of Agricultural Sciences, director, ORCID ID: 0000-0003-3205-230X;

T.V. Yagovenko, Candidate of Biological Sciences, leading researcher
of the direction for plant physiology, lupin.labphys@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7398-320X;

T.N. Slesareva, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher
of the direction for lupine cultivation technologies, lupin.technology@mail.ru,

ORCID ID: 0000-0003-0146-8986;

N.M. Zaitseva, senior researcher of the direction for plant physiology,

ORCID ID: 0000-0003-4952-529X;

N.V. Misnikova, Candidate of Agricultural Sciences, scientific secretary,

lupin_nvmsnikova@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-5746-6539

All-Russian Research Institute of Lupine – a branch of the FWRC FPA,

241524, Russia, Bryansk, v. of Michurinsky, Beresovaya Str., 2; e-mail: lupin_mail@mail.ru

Substantiation and development of technology elements for obtaining a sustainable productivity of lupine grain is an important and urgent task for expanding the area under this grain crop. There have been considered the study results of the effect of fertilizers 'Aquamix ST', 'Metaborat Kaliya', 'Tiaton' on productivity and grain quality of white lupine. The study was carried out at the All-Russian Research Institute of Lupine – a branch of the FWRC FPA, in the

soil and climatic conditions of the southwestern part of the Non-Chernozem zone in 2018-2019. The purpose of the current study was to estimate the efficiency of these innovative micro- and macrofertilizers and the methods of their application on a number of indicators that improve productivity and grain quality of white lupine. The application of fertilizers 'Aquamix ST' and 'Metaborat Kaliya' contributed to an increase of white lupine grain productivity on 37.5 and 35.4%. There has been determined protein increase from 5.0 to 5.8% in grain of the white lupine variety 'Pilgrim' in all application variants of 'Aquamix ST'. The use of 'Aquamix ST' and 'Metaborat Kaliya' in the vegetation period of plants reduced alkaloid content of lupine grain on 24.7-34.6%. Application of 'Aquamix ST' and 'Metaborat Kaliya' in white lupine budding stage increased carotene content in grain on 34.3 and 25.0%, respectively. The analysis of the data showed that the variant including pre-seeding treatment with 'Aquamix ST' and subsequent treatment in the budding stage of plants was characterized by the maximum amount of lysine and carotene. There was noted that the application of micro- and macrofertilizers resulted in an increase in feed units and digestible protein. Application of 'Aquamix ST', including pre-seeding treatment and two treatments in the vegetation period of plants provided the largest yield of digestible protein (1.26 t/ha), 6.0 t/h of feed units, and 54.8 GJ/ha of exchangeable energy. 'Metaborat Kaliya', used in the treatment of plants in their budding phase, showed almost the same results. The options that combined high productivity with high grain quality were more valuable according their feed value.

Keywords: microfertilizers, white lupine, productivity, alkaloid content, protein, digestible protein, exchangeable energy.

Введение. В последнее десятилетие повышается актуальность экологических, ресурсосберегающих подходов в производстве продукции растениеводства. Большое значение приобретает использование многокомпонентных микроудобрений и регуляторов роста для внекорневых подкормок сельскохозяйственных культур (El-Saeid et al., 2011) Дефицит белка в мире в настоящее время оценивается в 20–25% от общей потребности. Одним из путей решения проблемы является возделывание люпина белого (*Lupinus albus* L.), будет обеспечивать потребности как в кормовом, так и в пищевом белке. Современные сорта люпина белого содержат в семенах до 40,0%, а в зеленой массе – до 23,0% белка. Урожайность этой культуры достаточно высока – 4,0–6,0 т/га, но не всегда стабильна по годам выращивания, поэтому использование новых форм микроудобрений, позволяющих при минимальных дозах, стабилизировать этот признак, является актуальным.

Реализация генетического потенциала зернобобовых культур возможна лишь в условиях полного удовлетворения биологических потребностей, что может быть осуществлено благоприятным сочетанием почвенно-климатических и технологических факторов (Радкевич, 2020). Лимитирующим фактором урожайности часто становится недостаточное обеспечение растений элементами питания на протяжении периода вегетации. В настоящее время оптимизация питания растений микроэлементами особенно актуальна. Отмечается, что применение в посевах люпина узколистного бора, молибдена, кобальта способствует формированию активных клубеньков, а марганца, меди и цинка – более активному совместному взаимодействию микро- и макросимбионтов (Вильдфлуш и др., 2015). В связи с этим необходимо находить новые препараты и приемы, обеспечивающие решение проблемы оптимизации питания люпина. В настоящее время появились новые микроудобрения в хелатной и органоминеральной форме, а также комплексные препараты на основе микроэлементов и регуляторов роста. По данным ВНИИ люпина (Слесарева и Вавуленкова, 2018), вне-

сение водорастворимого удобрения Акварина марки 13 в фазы стеблевания или бутонизации позволяет получать 4,01–4,24 т/га семян люпина белого. Достоверные прибавки по отношению к контрольному варианту находились на уровне 0,53–0,76 т/га. Внесение Акварина марок 13 и 15 во все изучаемые фазы увеличивает фиксацию атмосферного азота на 42,2–67,6 кг/га. Коэффициент азотфиксации после применения препарата возрастал до 80,8–82,3%. Совместное использование препаратов Аквамикс Т и регулятора роста Циркон усиливало «стартовое» развитие растений люпина узколистного, что в конечном итоге отразилось на росте урожайности семян. Оптимизация системы питания растений люпина за счет применения микроудобрений и регуляторов роста оказывает положительное влияние практически на все стороны продукционного процесса этой культуры (Яговенко и Пигарева, 2019). Научнообоснованная обработка семян и вегетирующих растений удобрениями нового поколения позволит существенно улучшить рост и развитие растений, а также стабилизировать урожайность зернобобовых культур, в частности люпина белого. Одним из этапов в решении этой задачи является поиск для сортов люпина белого перспективных препаратов и методов их применения. В связи с чем, целью данных исследований стало изучение эффективности микро- и макроудобрений нового поколения – Аквамикс СТ, Тиатона, Метабората калия – и способов их применения в посевах люпина белого.

Материалы и методы исследований.

Исследования выполняли в 2018, 2019 гг. в условиях опытного поля ВНИИ люпина – филиала ФГБНУ ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». Закладку, проведение полевых опытов и статистическую обработку данных проводили по методике Б.А. Доспехова (1985). Объектом исследований служил сорт люпина белого Пилигрим. Изучали препараты Аквамикс СТ (Cu – 0,53%, Zn – 0,53%, Mn – 2,57%, Ca – 2,57%, Fe (ЭДТА) – 2,1%, Fe (ДТПА) – 1,74%, Mo – 0,13%, B – 0,52%), Тиатон (5% коллоидная сера), Метаборат калия (K₂O – 44,0%; B – 10,1%) в дозах согласно схеме опыта (табл. 1).

1. Схема опыта 1. Scheme of the field trial

Вариант	Норма применения	Примечание
Контроль	–	–
Аквамикс СТ	150 г/т	Обработка семян
Аквамикс СТ	150 г/т + 500 г/л	Обработка семян + опрыскивание в фазу бутонизации
Аквамикс СТ	150 г/т + 500 г/л + 500 г/л	Обработка семян + опрыскивание в фазу 2–4 листьев + опрыскивание в фазу бутонизации
Тиатон	5 л/га	Опрыскивание в фазу 2–4 листьев
Тиатон	5 л/га + 5 л/га	Опрыскивание в фазу 2–4 листьев + опрыскивание в фазу бутонизации
Метаборат калия	500 г/га	Опрыскивание в фазу 2–4 листьев
Метаборат калия	500 г/га	Опрыскивание в фазу бутонизации

Почва опытного участка серая лесная легкосуглинистая. Пахотный слой мощностью 22–24 см.

Агрохимическая характеристика пахотного слоя: pH солевой вытяжки – 5,5; подвижного фосфора (по Кирсанову) – 12,5 и обменного калия (по Масловой) – 14,8 мг/100 г почвы, содержание гумуса – 2,53%. Норма высева семян люпина – 1,0 млн. всхожих семян на га, площадь деланки – 25 м², повторность 4-кратная, размещение деланок систематическое.

Метеорологические условия в годы проведения исследований (2018, 2019 гг.) отличались от среднемноголетних показателей как по температурному режиму, так и по количеству осадков. Сумма активных температур за период вегетации люпина белого превышала среднемноголетнюю: в 2018 году – на 353,1 °C, в 2019 г. – на 189,9 °C. Количество осадков в 2018 году было меньше нормы на 75,9% (ГТК – 1,00), в 2019 году – на 29,3% от нормы (ГТК – 1,21). Периоды с обильными осадками (ГТК – 3,90; 5,95) чередовались с периодами с минимальным количеством осадков (ГТК – 0,06; 0,08; 0,10). Оценка метеоусловий по периодам развития люпина белого дает основание считать, что они не в полной мере отвечали требованиям благоприятного развития растений исследуемой культуры и прежде всего из-за недостаточного увлажнения в отдельные фазы развития.

Семена были протравлены препаратом Витарос – 2 л/т, полусухим способом с расходом воды 10 л/т семян. Химические анализы зерна – по общепринятым методикам биохимического исследования (Косолапов и др., 2019), алкалоидность – по методике, изложенной в Методических рекомендациях по количественному определению алкалоидов в люпине (Артюхов и др., 2012). Элементы структуры урожая – по методике Г.Ф. Никитенко (1982).

Результаты и их обсуждение. В результате проведенных исследований установлено, что применение микро- и макроудобрений способствовало росту урожайности зерна люпина белого сорта Пилигрим. Плодообразующий потенциал люпина белого в среднем за годы исследований в контрольном варианте составил 47,8%. Применение микроудобрения Аквамикс СТ повышало этот показатель. Его наибольшее значение (58,6%) наблюдалось в варианте с предпосевной обработкой и опрыскиванием вегетирующих растений в фазы 2-4 листьев и бутонизации. Это способствовало формированию максимального урожая зерна в этом варианте, урожайность превышала контроль на 37,5%. При внесении Метабората калия в фазу бутонизации урожайность увеличивалась на 35,4% (табл. 2).

2. Влияние макро- и микроудобрений на урожайность и качество зерна люпина белого сорта Пилигрим (среднее за 2018–2019 гг.) 2. The effect of macro- and microfertilizers on productivity and grain quality of the white lupine variety 'Pilgrim' (average in 2018–2019)

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю, т/га	Содержание, % на абсолютно сухое вещество			Каротин, мг/кг
			сырой протеин	алкалоиды	лизин	
Контроль	2,88	–	34,2	0,081	1,92	3,20
Аквамикс СТ, обработка семян	3,50	+ 0,62	36,2	0,076	2,00	3,35
Аквамикс СТ, обработка семян + опрыскивание в фазу бутонизации	3,68	+ 0,80	35,9	0,057	2,10	4,30
Аквамикс СТ, обработка семян + опрыскивание в фазу 2–4 листа + опрыскивание в фазу бутонизации	3,96	+ 1,08	36,1	0,053	2,06	3,66
Тиатон, опрыскивание в фазу стеблевания	3,12	+ 0,24	34,5	0,088	1,96	3,58
Тиатон, опрыскивание в фазу 2–4 листьев + опрыскивание в фазу бутонизации	3,23	+ 0,35	34,9	0,085	1,96	3,66
Метаборат калия, опрыскивание в фазу 2–4 листьев	3,52	+ 0,64	35,2	0,061	2,04	3,45
Метаборат калия, опрыскивание в фазу бутонизации	3,90	+ 1,02	35,6	0,053	2,07	4,00
НСР ₀₅	1,06	–	–	–	–	–

Оценка эффективности действия препаратов включала анализ их влияния на качество получаемой продукции. Для люпина основными показателями кормовой ценности являются содержание в зерне белка и алкалоидов (Vishnyakova et al., 2020). Во всех вариантах внесения Аквамикса СТ установлено увеличение содержания белка в зерне. Превышение над контролем варьировало от 5,0 до 5,8%. Поскольку содержание алкалоидов в семенах является важным показателем его кормовой безопасности и зависит от генотипа, почвенно-климатических условий, агротехники выращивания, то качество кормового зерна в большей мере определяется уровнем его содержания. В среднем за годы исследований применение Аквамикса СТ и Метабората калия по вегетирующим растениям снижало алкалоидность зерна люпина белого сорта Пилигрим. В этих вариантах снижение этого признака находилось в пределах 24,7–34,6%.

Современное протеиновое питание невозможно представить без рассмотрения роли отдельных аминокислот. Даже при общем положительном протеиновом балансе организм животного может испытывать недостаток протеина. Это связано с тем, что усвоение отдельных аминокислот взаимосвязано друг с другом, недостаток или избыток одной аминокислоты может приводить к недостатку другой. Результаты исследований показали, что в зерне люпина белого сорта Пилигрим содержание незаменимой аминокислоты – лизина – варьировало в вариантах опыта от 1,92 до 2,10%. Во всех вариантах опыта его содержание было

выше, чем в контрольном. Наибольший эффект от применения этого препарата наблюдался в вариантах с применением Аквамикса СТ в качестве внекорневой подкормки в фазу бутонизации. При таком способе внесения количество лизина возрастало на 9,3%.

По количеству каротина в зерне люпин значительно превосходит другие зернобобовые культуры. В зерне сорта Пилигрим его содержалось от 3,20 до 4,30 мг/кг. Обработка посевов люпина белого в фазу бутонизации Аквамиксом СТ и Метаборатом калия увеличивало содержание каротина в зерне на 34,3–25,0% соответственно. Анализ данных показал, что максимальным количеством лизина и каротина характеризовался вариант, включающий предпосевную обработку семян Аквамиксом СТ и последующую обработку вегетирующих растений в фазе бутонизации.

Применение микро- и макроудобрений в изучаемых дозах оказывало положительное влияние на элементы структуры урожая, прежде всего, на линейный рост растений, обработанных Метаборатом калия (табл. 3). Высота этих растений увеличилась на 24,8–20,6%. Этот показатель по сравнению с контрольным вариантом повышался на 19,1%. Менее других влиял на высоту растений Аквамикс СТ, при всех изучаемых способах превышение над контролем составляло 6,8–10,3%.

При применении Аквамикса СТ в варианте с тремя обработками отмечено увеличение завязываемости и сохранности бобов на растении на 19,1%.

3. Действие удобрений на хозяйственно-ценные признаки люпина белого сорта Пилигрим (среднее за 2018–2019 гг.)

3. The effect of fertilizers on economically valuable traits of the white lupine variety 'Pilgrim' (average in 2018–2019)

Вариант	Высота растений, см	Продуктивность, г/растение	Количество бобов, шт.	Количество семян, шт.	Масса 1000 семян, г
Контроль	45,5	5,56	6,8	23,0	241,7
Аквамикс СТ, обработка семян	48,6	6,28	7,2	26,2	239,7
Аквамикс СТ, обработка семян + опрыскивание в фазу бутонизации	49,3	5,87	7,9	26,8	241,6
Аквамикс СТ, обработка семян + опрыскивание в фазу 2–4 листьев + опрыскивание в фазу бутонизации	50,2	6,31	8,1	24,3	259,4
Тиатон, опрыскивание в фазу стеблевания	52,5	7,30	5,7	23,4	309,6
Тиатон, опрыскивание в фазу 2–4 листьев + опрыскивание в фазу бутонизации	51,2	6,50	6,6	21,7	300,9
Метаборат калия, опрыскивание в фазу 2–4 листьев	54,9	5,30	4,6	16,8	314,9
Метаборат калия, опрыскивание в фазу бутонизации	56,8	7,00	5,4	19,8	352,6
НСР ₀₅	3,08	0,28	–	–	–

В вариантах с использованием Тиатона и Метабората калия наблюдалось увеличение массы 1000 семян, что свидетельствует о лучшей выполненности зерна в этих вариантах (Bing et al., 2010).

Анализируя влияние разных препаратов и способов их применения на формиро-

вание урожайности зерна люпина белого, следует, что сохранность растений к уборке зависела от многих факторов, главным из которых являлось физиологическое состояние растений в течение всего периода вегетации. Выживаемость растений в среднем за годы исследований находилась в пределах 71,8–85,9%

на фоне естественного плодородия (контроль). Использование изучаемого набора удобрений на ранних этапах развития способствовало повышению этого показателя на 0,75–9,3%.

В среднем за годы исследований применении микро- и макроудобрений приводило к росту кормовых единиц и переваримого протеина с урожаем зерна люпина. Более ценными в кормовом отношении были варианты, совмещающие высокую урожайность с высоким качеством зерна. Установлено, что с увеличением кратности обработок препаратом Аквамикс СТ отмечен рост выхода переваримого про-

теина, кормовых единиц, обменной энергии с 1 га. Наибольший сбор переваримого протеина 1,26 т/га (на 60,0% по отношению к контролю), кормовых единиц 6,06 т/га (на 44,9% по отношению к контролю) и обменной энергии 54,8 ГДж/га (на 41,2% по отношению к контролю) обеспечивал этот препарат в варианте с предпосевной обработкой семян и двумя обработками по вегетации (табл. 4). Метаборат калия, используемый для обработки вегетирующих растений в фазу бутонизации, показал практически такие же результаты.

4. Кормовая ценность зерна люпина белого сорта Пилигрим (среднее за 2018–2019 гг.) 4. Feed nutrition 4. Feed grain value of the white lupine variety 'Pilgrim' (average in 2018–2019)

Вариант	Выход		
	переваримого протеина, т/га	кормовых единиц, т/га	обменной энергии, ГДж/га
Контроль	0,79	4,18	38,8
Аквамикс СТ, обработка семян	1,02	5,36	48,3
Аквамикс СТ, обработка семян + опрыскивание в фазу бутонизации	1,06	5,37	50,0
Аквамикс СТ, обработка семян + опрыскивание в фазу 2–4 листа + опрыскивание в фазу бутонизации	1,26	6,06	54,8
Тиатон, опрыскивание в фазу стеблевания	0,86	4,84	43,4
Тиатон, опрыскивание в фазу 2–4 листьев + опрыскивание в фазу бутонизации	0,91	4,91	44,5
Метаборат калия, опрыскивание в фазу 2–4 листьев	0,99	5,32	48,3
Метаборат калия, опрыскивание в фазу бутонизации	1,11	6,08	54,4

Выводы. Проведенные исследования позволили установить, что микро- и макроэлементы, используемые в различные фазы развития люпина белого сорта Пилигрим, увеличивали урожайность в среднем на 37,5 и 35,4%. При этом повышалось качество получаемого зерна, а именно: увеличивалось содержание сырого протеина в среднем на 5,0–5,8 и 24,7–34,6% снижалась алкалоидность зерна. Увеличение выхода переваримого протеина, кормовых единиц и обменной энер-

гии в вариантах опыта находилось в пределах от 9,0 до 60,0%; от 15,8 до 45,4%; от 11,8 до 41,2% соответственно, что особенно важно в условиях дефицита белка в кормлении. Наиболее высокие показатели отмечались при комплексном применении препарата Аквамикс СТ, содержащего микроэлементы в хелатной форме (Cu, Zn, Mn, Ca, Fe, Mo, B) и Метабората калия (K_2O , B) для внекорневой обработки в фазу бутонизации.

Библиографические ссылки

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
2. Косолапов В.М., Чуйков В.А., Худякова Х.К., Косолапова В.Б. Минеральные элементы в кормах и методы их анализа: монография. М.: ООО «Угрешская типография», 2019. 272 с. DOI 10.33814/monography_1654.
3. Никитенко Г.Ф. Опытное дело в полеводстве. М.: Изд-во «Россельхозиздат», 1982. 190 с.
4. Радкевич М.Л. Агрономическая, энергетическая и экономическая оценка условий питания при возделывании люпина узколистного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве // Вестник Белорусской ГСХА. 2020. № 2. С. 96–100.
5. Слесарева Т.Н., Вавуленкова С.Ю. Влияние внекорневой подкормки комплексными удобрениями марки Акварин на азотфиксирующую способность белого люпина // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы научно-практической конференции. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. Вып. 15. С. 681–685.
6. Яговенко Т.В., Пигарева С.А. Оценка эффективности действия Циркона и Аквамикса в посевах люпина узколистного // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы научно-практической конференции. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. Вып. 16. С. 364–370.
7. Bing L., Xiao-bing L., Cheng W., Jian J., Herbert S.J. Endogenous hormones in seed, leaf, and pod wall and their relationship to seed filling in soybeans // Crop Pasture Sci. 2010. V. 61(2). pp. 103–110.
8. El-Saeid H., Abouziena H., AbdAlla M. Effect of some bioregulators on white lupine (*Lupinus termis*) seed yield and its components and on endogenous hormones content in seeds // EJPau. 2011. V. 14(4), #02. Available Online: <http://www.ejpau.media.pl/volume14/issue4/art-02.html/>
9. Vishnyakova M.A., Kushnareva A.V., Shelenga T.V., Egorova G.P. Alkaloids of narrow-leaved lupine as a factor determining alternative ways of the crop's utilization and breeding // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2020. V. 24(6). pp. 625–635. DOI 10.18699/VJ20.656/

References

1. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
2. Kosolapov V.M., CHujkov V.A., Hudyakova H.K., Kosolapova V.B. Mineral'nye elementy v kormah i metody ih analiza [Mineral elements in feed and methods for their analysis]: monografiya. M.: OOO «Ugreshskaya tipografiya», 2019. 272 s. DOI 10.33814/monography_1654.
3. Nikitenko G.F. Opytnoe delo v polevodstve [Trials in the field work]. M.: Izd-vo «Rossel'hozizdat», 1982. 190 s.
4. Radkevich M.L. Agronomicheskaya, energeticheskaya i ekonomicheskaya ocenka uslovij pitaniya pri vzdelyvanii lyupina uzkolistnogo na derno-podzolistoj legkosuglinistoj pochve [Agronomic, energy and economic estimation of nutritional conditions in the cultivation of narrow-leaved lupine on soddy-podzolic light loamy soil] // Vestnik Belorusskoj GSKHA. 2020. № 2. S. 96–100.
5. Slesareva T.N., Vavulenkova S.YU. Vliyaniye vnekornevoj podkormki kompleksnymi udobreniyami marki Akvarin na azotfiksiruyushchuyu sposobnost' belogo lyupina [The effect of foliar top dressing with complex fertilizers 'Aquarin' on the nitrogen-fixing ability of white lupine] // Agroekologicheskie aspekty ustojchivogo razvitiya APK: materialy nauchno-prakticheskoy konferencii. Bryansk: Izd-vo Bryanskij GAU, 2018. Vyp. 15. S. 681–685.
6. YAgovenko T.V., Pigareva S.A. Ocenka effektivnosti dejstviya Cirkona i Akvamiksa v posevah lyupina uzkolistnogo [Estimation of the efficiency of 'Zircon' and 'Aquamix' in the narrow-leaved lupine sowings] // Agroekologicheskie aspekty ustojchivogo razvitiya APK: materialy nauchno-prakticheskoy konferencii. Bryansk: Izd-vo Bryanskij GAU, 2019. Vyp. 16. S. 364–370.
7. Bing L., Xiao-bing L., Cheng W., Jian J., Herbert S.J. Endogenous hormones in seed, leaf, and pod wall and their relationship to seed filling in soybeans // Crop Pasture Sci. 2010. V. 61(2). pp. 103–110.
8. El-Saeid H., Abouziena H., AbdAlla M. Effect of some bioregulators on white lupine (*Lupinus termis*) seed yield and its components and on endogenous hormones content in seeds // EJPAU. 2011. V. 14(4), #02. Available Online: <http://www.ejpau.media.pl/volume14/issue4/art-02.html/>
9. Vishnyakova M.A., Kushnareva A.V., Shelenga T.V., Egorova G.P. Alkaloids of narrow-leaved lupine as a factor determining alternative ways of the crop's utilization and breeding // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2020. V. 24(6). pp. 625–635. DOI 10.18699/VJ20.656/

Поступила: 23.03.21; принята к публикации: 12.05.21.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Яговенко Г.Л., Яговенко Т.В., Слесарева Т.В. – концептуализация исследований; Яговенко Т.В., Слесарева Т.В. – подготовка и выполнение полевых опытов, интерпретация полученных данных, подготовка рукописи; Зайцева Н.М. – выполнение биохимических анализов, выполнение полевых опытов; Мисникова Н.В. – выполнение статистической обработки данных, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.