

ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ 5(71)2020

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

GRAIN ECONOMY OF RUSSIA

THEORETICAL AND SCIENCE PRACTICAL JOURNAL

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

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

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Баталова Г. А. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого (Киров, Россия);
Беспалова Л. А. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко» (Краснодар, Россия);
Вислобокова Л. Н. – канд. с.-х. н., ФГБНУ «Тамбовский НИИСХ» (Тамбов, Россия);
Гончаренко А. А. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» (Одинцово, Россия);
Зезин Н. Н. – д-р с.-х. н., ФГБНУ 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);
Долженко В. И. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ «ВНИИБЗР» (Краснодар, Россия);
Волкова Г. В. – д-р биол. н., ФГБНУ «ВНИИБЗР» (Краснодар, Россия);

Подколзин А. И. – д-р биол. н., проф., ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ» (Ставрополь, Россия);
Назаренко О. Г. – д-р биол. н., проф., ФГБУ ГЦАС «Ростовский» (Рассвет, Россия);
Романенко А. А. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко» (Краснодар, Россия);
Сандухадзе Б. И. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» (Одинцово, Россия);
Сотченко В. С. – академик РАН, д-р с.-х. н., ФГБНУ «ВНИИ кукурузы» (Пятигорск, Россия);
Храмцов И. Ф. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ «Омский АНЦ» (Омск, Россия);
Шевченко С. Н. – академик РАН, д-р с.-х. н., Самарский НИИСХ (Самара, Россия);

Ле Зунь Хай – Агрогенетический институт (Ханой, Вьетнам);
Халил Сурек – д-р н., Тракийский аграрный НИИ (Эдирне, Турция);
Юсупов Г. Ю. – канд. с.-х. н., Министерство сельского и водного хозяйства Туркменистана (Ашхабад, Туркменистан);
Давлетов Ф. А. – д-р с.-х. н., Башкирский НИИСХ ФГБНУ УФИЦ РАН (Уфа, Россия).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

EDITORIAL COUNCIL:

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

EDITORIAL BOARD:

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

Свидетельство ПИ № ФС 77-38503 от 18 декабря 2009 г. Зарегистрировано в 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 – 0,464 (2018). Журнал входит в базу данных Russian Science Citation Index на платформе Web of Science (ядро РИНЦ). Журнал входит в международную базу данных DOAJ.

Перевод на английский язык – Скуйбеда О. Н.

Периодичность издания – 6 номеров. Подписано в печать 28.10.2020.

Дата выхода 30.10.2020. Формат 60x84/8. Тираж 300. Заказ № 2853-20.

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

ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ

Содержание

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

- Магомедов Н. Р., Казиметова Ф. М., Сулейманов Д. Ю., Абдуллаев А. А.** Рост и развитие растений риса в зависимости от условий возделывания в Терско-Сулакской подпровинции Дагестана 3
- Васильченко С. А., Метлина Г. В.** Продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от применения биопрепаратов и биоорганического удобрения Nagro 9
- Радченко Л. А., Радченко А. Ф., Ганоцкая Т. Л., Филиппов Е. Г., Донцова А. А.** Продуктивность и устойчивость к неблагоприятным факторам среды сортов-двуручек ячменя при посеве в осенний и весенний сроки 15
- Чернова В. Л., Подгорный С. В., Скрипка О. В.** Урожайность и параметры адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» в условиях южной зоны Ростовской области 21
- Евдокимов М. Г., Юсов В. С., Пахотина И. В.** Зависимость урожайности и качества зерна твердой яровой пшеницы от метеорологических факторов в южной лесостепи Западной Сибири 26
- Катюк А. И.** Формирование семенной продуктивности у коллекции гороха разных морфотипов в условиях Среднего Поволжья 32
- Ковтунов В. В., Барановский А. В.** Влияние густоты стояния растений на урожайность сорта сорго зернового Атаман в условиях Луганской области 39
- Женченко К. Г., Турин Е. Н., Гонгало А. А.** Результаты изучения системы земледелия прямого посева (no-till) при выращивании озимой пшеницы в Центральной степи Крыма 45

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

- Горюнов К. Н.** Влияние ряда количественных признаков на урожайность семян образцов люцерны 53
- Игнатьев А. С.** Характеристика новых самоопыленных линий восковидной кукурузы 59
- Боктаев М. В., Ковтуненко В. Я., Гольдварг Б. А., Панченко В. В., Калмыш А. П.** Новый сорт тритикале озимой Уралан для аридной зоны Республики Калмыкии 63
- Ашиев А. Р., Скулова М. В., Чегунова А. В.** Гомеостатичность коллекционных образцов сои по признаку «масса семян с одного растения» 68
- Мясникова М. Г., Мальчиков П. Н., Чакеева Т. В.** Значимость компонентов урожайности сортов яровой твердой пшеницы из России и Казахстана 73
- Скворцова Ю. Г., Фирсова Т. И., Черткова Н. Г., Филенко Г. А.** Особенности ведения первичного семеноводства озимой мягкой пшеницы 80

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

- Шишкин Н. В., Дерова Т. Г., Дорошенко Е. С., Кононенко О. С.** Выявление источников устойчивости ярового ячменя к листовым болезням и каменной головне 86

GRAIN ECONOMY OF RUSSIA

Contents

GENERAL AGRICULTURE AND PLANT-BREEDING

- Magomedov N. R., Kazimetova F. M., Suleymanov D. Yu., Abdullaev A. A.** Rice growth and development depending on cultivation conditions in the Tersko-Sulak sub-province of Dagestan 3
- Vasilchenko S. A., Metlina G. V.** Maize hybrids' productivity depending on the use of biological products and bioorganic fertilizers 'Nagro' 9
- Radchenko L. A., Radchenko A. F., Ganotskaya T. L., Filippov E. G., Dontsova A. A.** The productivity and resistance to unfavorable environmental factors of the facultative barley varieties sown in the autumn and spring 15
- Chernova V. L., Podgorny S. V., Skripka O. V.** Productivity and adaptability parameters of the winter bread wheat varieties developed at the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" in the southern part of the Rostov region 21
- Evdokimov M. G., Yusov V. S., Pakhotina I. V.** Correlation between productivity and grain quality of spring durum wheat and meteorological factors in the southern forest-steppe of the Western Siberia 26
- Katyuk A. I.** The formation of seed productivity of a peas collection of different morphotypes in the Middle Volga region (PoVolzhie) 32
- Kovtunov V. V., Baranovsky A. V.** The effect of plant density on productivity of the grain sorghum variety 'Ataman' in the Lugansk region 39
- Zhenchenko K. G., Turin E. N., Gongalo A. A.** The study results of the farming system of direct sowing (no-till) when growing winter wheat in the Central Steppe of the Crimea 45

PLANT-BREEDING AND SEED PRODUCTION OF AGRICULTURAL CROPS

- Goryunov K. N.** The effect of a number of quantitative traits on seed productivity of alfalfa samples 53
- Ignatiev A. S.** Characteristics of the new self-pollinated waxy maize lines 59
- Boktaev M. V., Kovtunen V. Ya., Gol'dvarg B. A., Panchenko V. V., Kalmysh A. P.** The new winter triticale variety 'Uralan' for the arid zone of the Republic of Kalmykia 63
- Ashiev A. R., Skulova M. V., Chegunova A. V.** Homeostaticity of the collection samples of soybeans according to the trait "seed weight per plant" 68
- Myasnikova M. G., Mal'chikov P. N., Chakheeva T. V.** The importance of the yield components of the spring durum wheat varieties from Russia and Kazakhstan 73
- Skvortsova Yu. G., Firsova T. I., Chertkova N. G., Filenko G. A.** The features of primary seed production of winter bread wheat 80

PLANT PROTECTION

- Shishkin N. V., Derova T. G., Doroshenko E. S., Kononenko O. S.** Identification of the sources of spring barley resistance to leaf diseases and smut 86

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 633.18:631.5:631.52(470.67)

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-3-8

**РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ РИСА
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
В ТЕРСКО-СУЛАКСКОЙ ПОДПРОВИНЦИИ ДАГЕСТАНА**

Н. Р. Магомедов, доктор сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией первичного семеноводства, ozemledeliya@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-4393-3321;
Ф. М. Казиметова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории технологии возделывания зерновых культур, ORCID ID: 0000-0003-0197-976X;
Д. Ю. Сулейманов, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. отделом агроландшафтного земледелия, ORCID ID: 0000-0002-8919-7510;
А. А. Абдуллаев, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела агроландшафтного земледелия, ORCID ID: 0000-0001-7653-7531
*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан»,
367014, Республика Дагестан, г. Махачкала, мкр. Научный городок, ул. А. Шахбанова, 30;
e-mail: niva1956@mail.ru*

Цель исследований – изучить биологические особенности роста и развития, а также продуктивность новых перспективных сортов риса в Терско-Сулакской подпровинции; установить оптимальные дозы минеральных удобрений и наилучшие предшественники при возделывании этих сортов безгербицидной технологии; рекомендовать выделившиеся по урожайности и качеству крупы сорта для районирования в республике. Новизна исследований состоит в том, что впервые в условиях РД изучаются биологические особенности роста и развития, а также продуктивность новых перспективных сортов риса Флагман и Кубояр по сравнению с районированным в республике сортом Регул. Повышению продуктивности засоленных земель и освоению почв солонцового комплекса способствует возделывание риса. Условия Терско-Сулакской подпровинции, наличие крупных рек (Терек, Сулак), благоприятный тепловой режим позволяют получать здесь, при соблюдении требований агротехники, высокие урожаи риса. Способность риса выдерживать засоленность почвы от 0,05 до 1,5%, в зависимости от характера засоления, дает возможность существенно повышать продуктивность засоленных земель, площадь которых превышает 50%. Изучали два предшественника (озимая пшеница, люцерна), четыре дозы минеральных удобрений ($N_{110}P_{50}K_{70}$, $N_{140}P_{80}K_{100}$, $N_{77}P_{35}K_{49}$, $N_{98}P_{56}K_{70}$) и три сорта риса (Регул, Флагман, Кубояр). По данным двух лет исследований, лучшие показатели по урожайности риса (6,79 т/га в 2018 г. и 6,85 т/га в 2019 г.) достигнуты по сорту Флагман по предшественнику люцерна при дозе минеральных удобрений $N_{98}P_{56}K_{70}$, что на 1,81 и 1,32 т/га выше, чем в варианте без удобрений. У сортов Регул и Кубояр при тех же дозах минеральных удобрений средняя урожайность за два года составила 5,76 и 6,20 т/га соответственно. Наибольшая эффективность минеральных удобрений наблюдается там, где почва хорошо обеспечена органическим веществом, т. е. в вариантах, где предшественником была люцерна.

Ключевые слова: сорта, рис, предшественники, минеральные удобрения, урожайность.

Для цитирования: Магомедов Н. Р., Казиметова Ф. М., Сулейманов Д. Ю., Абдуллаев А. А. Рост и развитие растений риса в зависимости от условий возделывания в Терско-Сулакской подпровинции Дагестана // Зерновое хозяйство России. 2020. № 5(71). С. 3–8. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-3-8.

**RICE GROWTH AND DEVELOPMENT DEPENDING
ON CULTIVATION CONDITIONS
IN THE TERSKO-SULAK SUB-PROVINCE OF DAGESTAN**

N. R. Magomedov, Doctor of Agricultural Sciences, head of the laboratory for primary seed production, ozemledeliya@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-4393-3321;
F. M. Kazimetova, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for grain crop cultivation technologies, ORCID ID: 0000-0003-0197-976X;
D. Yu. Suleymanov, Candidate of Agricultural Sciences, head of the department of agrolandscape agriculture, ORCID ID: 0000-0002-8919-7510;
A. A. Abdullaev, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the department of agrolandscape agriculture, ORCID ID: 0000-0001-7653-7531
*Federal Agricultural Research Center of the Republic of Dagestan,
367014, Republic of Dagestan, Makhachkala, Akushinsky Prosp., Nauchny Gorodok, Abdurazak Shakhbanov Str., 30;
e-mail: niva1956@mail.ru*

The purpose of the current research is to study of the biological characteristics of rice growth and development, as well as the productivity of the new promising varieties in the Tersko-Sulak sub-province; to identify the optimal doses of mineral fertilizers and the best forecrops for the cultivation of these varieties by herbicide-free technology; to recommend the varieties identified by grain productivity and quality for regionalization in the republic. The novelty

of the research is that for the first time in the RD conditions there have been studied the biological characteristics of growth and development, as well as the productivity of new promising rice varieties 'Flagman' and 'Kuboyar' in comparison with the standard variety 'Regul' spread in the republic. The rice cultivation contributes to productivity increase of saline lands and the development of soils in the solonetz complex. The conditions of the Tersko-Sulak sub-province, the presence of large rivers (Terek, Sulak), a favorable thermal regime make it possible to obtain here high yields of rice meeting the requirements of agricultural technology. The ability of rice to withstand soil salinity from 0.05 to 1.5%, depending on the nature of salinity, makes it possible to significantly increase the productivity of saline lands, the area of which is more than 50%. There have been studied two forecrops (winter wheat, alfalfa), four doses of mineral fertilizers ($N_{110}P_{50}K_{70}$, $N_{140}P_{80}K_{100}$, $N_{77}P_{35}K_{49}$, $N_{98}P_{56}K_{70}$) and three rice varieties 'Regul', 'Flagman', 'Kuboyar'. For two years of research, the variety 'Flagman' sown after alfalfa with a dose of mineral fertilizers $N_{98}P_{56}K_{70}$ produced the largest yields of 6.79 t/ha in 2018 and 6.85 t/ha in 2019, which was on 1.81 t/ha and 1.32 t/ha more than in the variant without fertilizing. The varieties 'Regul' and 'Kuboyar' with the same doses of mineral fertilizers produced the average yields of 5.76 and 6.20 t/ha, respectively. The highest efficiency of mineral fertilizers was established where the soil was well supplied with organic matter, i. e. when the varieties were sown after alfalfa.

Keywords: varieties, rice, forecrops, fertilizers, productivity.

Введение. Почвенно-климатические условия Терско-Сулакской подпровинции, в частности температурный режим, наличие крупных источников воды, весьма благоприятны для возделывания риса.

Более 50% почвенного покрова рисосеющих районов дельты Терека характеризуется засоленностью различной степени. Рис выращивают здесь в основном на почвах луговых солонцевато-солончаковых, луговых солончаковых в комплексе с солончаковыми. Ухудшение положения в рисоводстве было вызвано разрушением гидромелиоративной сети, нарушением системы семеноводства и посевом некондиционных семян. В настоящее время состояние рисоводства в Дагестане улучшается, увеличивается площадь, повышается урожайность риса.

Цель исследований – установить оптимальные дозы минеральных удобрений и наилучшие предшественники для перспективных сортов риса; рекомендовать выделившиеся по урожайности и качеству крупы сорта для возделывания в республике.

Материалы и методы исследований. Полевые опыты проводили в ООО «Сириус» Кизлярского района РД в 2018–2019 гг. в соответствии с методикой полевого опыта (Доспехов, 1985).

Почвы опытного участка – аллювиально-луговые, среднесолончаковые и тяжелосуглинистые. Формируются такие почвы под луговыми ассоциациями при неглубоком залегании (до 2 м) почвенно-грунтовых вод, имеют выпотной, периодически промывной тип водного режима (Керимханов, 1976). Легкогидролизующего азота в пахотном горизонте содержится в среднем 25–33 мг/кг почвы, подвижного фосфора – 22–24 мг/кг почвы, т. е. обеспеченность этими элементами низкая. Обеспеченность обменным калием по всему горизонту высокая – 30–40 мг/кг почвы. Почвы средне засолены с поверхности, по профилю засоленность не меняется. Мощность гумусовых слоев равна 43 см, при пахотном слое – 27 см.

Изучали два новых сорта риса – Флагман и Кубояр, контролем по сортам служил наиболее распространенный в Республике Дагестан сорт Регул.

Результаты и их обсуждение. В каждой фазе растения обладают неодинаковыми свой-

ствами из-за различного физиологического состояния. В связи с этим на температуру, удобрения и водный режим растения в разные фазы реагируют по-разному. В фазу всходов минеральный азот стимулирует образование придаточных корней, а в начале кущения – разрастание боковых побегов и рост конуса нарастания, в то же время в фазах цветения и созревания азот бесполезен, так как к этому времени растения накапливают достаточное количество азота для цветения и налива зерна (Просунко, 1985).

В наших опытах продолжительность прохождения фаз развития растений риса разных сортов в 2018 г. различались на 2–11 дней. Продолжительность вегетационного периода наибольшей была у сорта Кубояр – 120–124 дня по озимой пшенице и 121–125 дней по люцерне. Наиболее скороспелым в наших условиях оказался сорт Флагман – 114–118 и 116–120 дней соответственно. Повышение доз минеральных удобрений способствовало увеличению вегетационного периода на 2–3 дня, в основном это наблюдалось в фазах кущения и выхода в трубку (табл. 1) (Парашенко и Кузнецова, 2006).

Образование листьев у растений риса заканчивается в фазе кущения. Скороспелые сорта (вегетационный период – 90–100 дней) имеют около 10 листьев, у сортов с вегетационным периодом 110–120 дней количество листьев достигает пятнадцати и более, на главном побеге всегда больше листьев, чем на боковых (Ерыгин и Натальин, 1968). Определяющим фотосинтетическую деятельность растений показателем считается площадь листовой поверхности. Оптимальной структуре посева и высокой продуктивности фотосинтеза соответствует площадь листовой поверхности в фазе выметывания 35–40 тыс. м²/га. Рассчитан коэффициент корреляции между урожайностью риса и ассимиляционной поверхностью, в фазе выметывания он равен $0,67 \pm 0,04$ (Госпадинова и Коротенко, 2009). Наибольшие размеры площади листовой поверхности у изучаемых нами сортов были отмечены в удобренных вариантах, при этом чем выше дозы удобрений, тем выше и площадь листовой поверхности. Если судить в среднем по сортам, наибольшие значения площади листовой поверхности в фазе «выметывание – цветение» наблю-

дались у сорта Флагман – 36,9 и 38,1 тыс. м²/га в 2018 г. и 36,9–39,5 тыс. м²/га в 2019 г. против 35,4 и 36,9 тыс. м²/га и 36,2–37,5 тыс. м²/га соответственно на контроле (табл. 2).

1. Продолжительность прохождения основных фаз роста и развития растений риса (дней)
1. The longevity of the main growth and development stages of rice (days)

Предшественник	Сорт	Дозы минеральных удобрений	Фазы вегетации						Продолжительность вегетационного периода
			всходы	кущение	выход в трубку	выметывание – цветение	молодая восковая спелость	полная спелость	
Озимая пшеница	Регул	Без удобрений	15	23	21	19	18	20	116
		N ₁₁₀ P ₅₀ K ₇₀	15	23	21	19	20	20	118
		N ₁₄₀ P ₈₀ K ₁₀₀	15	23	21	19	22	20	120
	Флагман	Без удобрений	15	21	20	19	19	20	114
		N ₁₁₀ P ₅₀ K ₇₀	15	22	21	18	20	20	116
		N ₁₄₀ P ₈₀ K ₁₀₀	15	23	20	18	21	21	118
	Кубояр	Без удобрений	15	23	20	20	21	21	120
		N ₁₁₀ P ₅₀ K ₇₀	15	25	20	20	21	21	122
		N ₁₄₀ P ₈₀ K ₁₀₀	15	27	20	20	21	21	124
Люцерна	Регул	Без удобрений	15	22	21	19	19	21	117
		N ₇₇ P ₃₅ K ₄₉	15	23	22	19	19	21	119
		N ₉₈ P ₅₆ K ₇₀	15	24	23	20	19	21	122
	Флагман	Без удобрений	15	22	22	19	18	20	116
		N ₇₇ P ₃₅ K ₄₉	15	22	22	21	18	20	118
		N ₉₈ P ₅₆ K ₇₀	15	23	23	21	18	20	120
	Кубояр	Без удобрений	15	23	23	20	19	21	121
		N ₇₇ P ₃₅ K ₄₉	15	24	24	20	19	21	123
		N ₉₈ P ₅₆ K ₇₀	15	25	25	20	19	21	125

2. Площадь листовой поверхности сортов риса, тыс. м²/га (2018–2019 гг.)
2. Leaf surface area of the rice varieties, thousand m²/ha (2018–2019)

Предшественник	Сорт	Дозы минеральных удобрений	Годы	Фазы вегетации			
				кущение	выход в трубку	выметывание – цветение	восковая спелость
Озимая пшеница	Регул	Без удобрений	2018	9,8	26,4	35,4	30,2
			2019	10,1	26,8	35,7	31,7
		N ₁₁₀ P ₅₀ K ₇₀	2018	11,3	27,5	36,7	31,3
			2019	11,8	28,1	36,9	31,5
		N ₁₄₀ P ₈₀ K ₁₀₀	2018	11,2	28,6	36,9	31,6
			2019	12,2	28,9	36,9	31,7
	Флагман	Без удобрений	2018	11,2	28,6	36,9	31,6
			2019	12,5	29,5	37,1	32,3
		N ₁₁₀ P ₅₀ K ₇₀	2018	12,3	29,6	37,3	32,3
			2019	13,5	30,1	37,8	33,1
		N ₁₄₀ P ₈₀ K ₁₀₀	2018	12,9	30,1	37,9	32,7
			2019	13,9	32,1	38,0	33,5
	Кубояр	Без удобрений	2018	11,1	28,1	36,4	30,5
			2019	11,6	28,5	36,8	31,5
		N ₁₁₀ P ₅₀ K ₇₀	2018	12,1	28,9	37,5	32,1
			2019	12,7	20,1	37,3	32,8
		N ₁₄₀ P ₈₀ K ₁₀₀	2018	12,5	29,3	37,8	32,5
			2019	12,9	30,6	37,7	32,9
Люцерна	Регул	Без удобрений	2018	10,6	27,2	36,2	30,7
			2019	11,3	29,1	36,3	31,5
		N ₇₇ P ₃₅ K ₄₉	2018	11,5	27,9	36,3	31,4
			2019	11,7	30,2	37,1	31,7
		N ₉₈ P ₅₆ K ₇₀	2018	11,7	28,3	37,2	32,1
			2019	11,9	31,0	37,5	32,3
	Флагман	Без удобрений	2018	11,3	29,1	36,9	32,2
			2019	13,3	32,0	38,2	33,6
		N ₇₇ P ₃₅ K ₄₉	2018	12,6	29,6	37,6	32,7
			2019	13,7	32,5	38,4	33,8
		N ₉₈ P ₅₆ K ₇₀	2018	13,3	30,8	38,1	33,1
			2019	13,7	33,4	39,5	34,3
	Кубояр	Без удобрений	2018	11,9	28,8	36,6	30,9
			2019	11,7	29,5	37,5	32,3
		N ₇₇ P ₃₅ K ₄₉	2018	12,3	29,4	37,8	32,8
			2019	121,4	30,6	38,1	33,1
		N ₉₈ P ₅₆ K ₇₀	2018	12,6	29,5	38,1	33,0
			2019	13,0	30,9	38,1	31,0

От площади листовой поверхности посевов в прямой зависимости находится и фотосинтетический потенциал посевов. В вариантах с повышенными дозами минеральных удобрений наблюдались максимальные значения. У сорта Флагман фотосинтетический потенциал посева при дозах минеральных удобрений $N_{140}P_{80}K_{100}$ (предшественник – озимая пшеница) составил за вегетационный период в среднем за 2018–2019 гг. 1,738 млн м² день/га, а по предшественнику люцерны при дозе минеральных удобрений $N_{98}P_{56}K_{70}$ – 1,910 млн м² день/га.

Средняя урожайность сортов в зависимости от предшественника колебалась от 4,76 до 5,93 т/га зерна. По люцерне все сорта показали большую урожайность, чем по озимой пшенице, что вполне закономерно. Так, по сорту Регул (предшественник – люцерна) по сравнению с озимой пшеницей прибавка урожайности составила 0,48; по сорту Кубояр – 0,27 т/га, наибольшая прибавка урожая получена по сорту Флагман – 0,50 т/га. Если сравнивать между собой сорта Флагман и Кубояр, то разница в урожайности по люцерне в пользу сорта Флагман была в среднем 0,51 т/га, по озимой пшенице она оказалась меньше – 0,28 т/га. Наибольшая эффективность минеральных удобрений (даже при малых дозах) достигается, как правило, там, где почва хорошо обеспечена органическим веществом, т. е. в вариантах, где предшественником была люцерна.

Оценивая фактор сорта при прочих равных условиях, можно утверждать, что по урожайности наилучшие показатели были достигнуты у сорта Флагман, прибавка урожайности зерна которого по сравнению с контролем (сорт

Регул) по озимой пшенице составила в среднем 0,68; по люцерне – 0,78 т/га. У сорта Кубояр прибавка урожайности по сравнению с контролем составила 0,40 т/га и 0,67 т/га соответственно по озимой пшенице и люцерне.

Минеральные удобрения оказали существенное положительное влияние на урожайность сортов. Так, по предшественнику озимая пшеница у сорта Регул с увеличением доз минеральных удобрений с $N_{110}P_{50}K_{70}$ до $N_{140}P_{80}K_{100}$ урожайность увеличилась на 0,98 т/га, а по сравнению с неудобренным вариантом – на 1,66 и 1,64 т/га соответственно. По люцерне увеличение доз минеральных удобрений дало прибавку урожайности 0,54 т/га, а по сравнению с контролем (без удобрений) в вариантах $N_{77}P_{35}K_{49}$ и $N_{98}P_{56}K_{70}$ прибавки составили 0,45 и 0,99 т/га. У сорта Флагман прибавки урожая от минеральных удобрений оказались более весомыми. Повышение урожайности в варианте $N_{140}P_{80}K_{100}$ по сравнению с $N_{110}P_{50}K_{70}$ по озимой пшенице составило 0,90 т/га, относительно контроля прибавки урожайности в удобренных вариантах составили 1,07 и 1,97 т/га, по люцерне эти показатели были в пределах 1,07; 0,49 и 1,56 т/га соответственно (табл. 3).

Урожайность сортов риса в среднем по люцерне была выше по сравнению с предшественником озимая пшеница на 0,27 т/га у сорта Кубояр, у сорта Регул – на 0,48 и у сорта Флагман – на 0,49 т/га. Максимальная урожайность риса получена по сорту Флагман в варианте $N_{98}P_{56}K_{70}$ (предшественник – люцерна) – 6,79 т/га в 2018 г. и 6,85 т/га в 2019 г. (табл. 3).

3. Урожайность сортов риса в зависимости от предшественников и доз минеральных удобрений, т/га (2018–2019 гг.)

3. Productivity of the rice varieties depending on forecrops and doses of fertilizers, t/ha (2018–2019)

Предшественник Фактор А	Сорт Фактор В	Дозы минеральных удобрений Фактор С	Годы		Средняя урожайность, т/га
			2018	2019	
Озимая пшеница	Регул	Без удобрений	3,86	4,12	3,99
		$N_{110}P_{50}K_{70}$	4,55	4,75	4,65
		$N_{140}P_{80}K_{100}$	5,43	5,83	5,63
	Флагман	Без удобрений	4,28	4,58	4,43
		$N_{110}P_{50}K_{70}$	5,25	5,74	5,50
		$N_{140}P_{80}K_{100}$	6,14	6,66	6,40
	Кубояр	Без удобрений	4,12	4,29	4,20
		$N_{110}P_{50}K_{70}$	5,21	5,48	5,34
		$N_{140}P_{80}K_{100}$	5,86	6,01	5,94
Люцерна	Регул	Без удобрений	4,11	4,49	4,74
		$N_{77}P_{35}K_{49}$	5,05	5,38	5,22
		$N_{98}P_{56}K_{70}$	5,66	5,85	5,76
	Флагман	Без удобрений	4,98	5,53	5,23
		$N_{77}P_{35}K_{49}$	5,56	5,94	5,75
		$N_{98}P_{56}K_{70}$	6,79	6,85	6,82
	Кубояр	Без удобрений	4,35	4,57	4,46
		$N_{77}P_{35}K_{49}$	5,50	5,78	5,64
		$N_{98}P_{56}K_{70}$	6,15	6,25	6,20
НСР ₀₅ , т/га		Фактор А	0,24	0,26	—
		Фактор В	0,25	0,14	—
		Фактор С	0,25	0,11	—

По сравнению с контролем (сорт Регул) в среднем за два года прибавки урожайности риса у сорта Флагман составили по озимой

пшенице 0,68, а по люцерне – 0,78 т/га. По сорту Кубояр эти значения были соответственно 0,40 и 0,67 т/га (рис. 1).

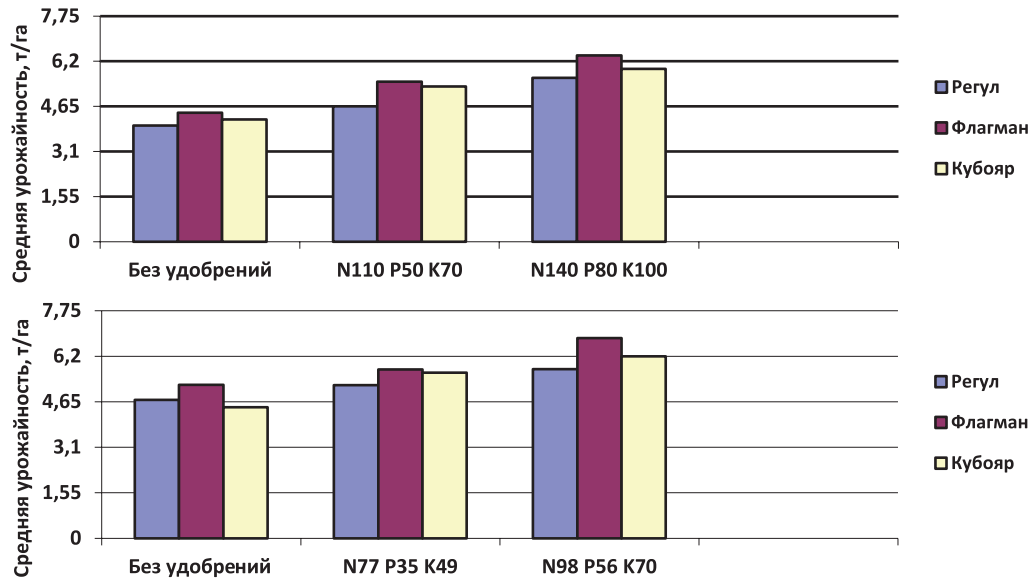


Рис. 1. Урожайность сортов риса в зависимости от предшественников и доз минеральных удобрений (средние за 2018–2019 гг.)

Fig. 1. Productivity of the rice varieties depending on forecrops and doses of fertilizers (average in 2018–2019)

Выводы. По данным двух лет исследований, наиболее продуктивным из изучаемых сортов риса по обоим предшественникам оказался сорт Флагман. Средняя урожайность его по озимой пшенице при дозах минеральных удобрений $N_{110}P_{50}K_{70}$ и $N_{140}P_{80}K_{120}$ составила 5,50 и 6,40 т/га; по люцерне при внесении $N_{77}P_{35}K_{49}$ и $N_{98}P_{56}K_{70}$ – 5,75 и 6,82 т/га соответственно. У сорта Кубояр эти показатели были на 10–14% ниже. По сравнению с контролем (Регул)

прибавки урожайности по сортам Флагман и Кубояр составили: при посеве после озимой пшеницы – 0,68 и 0,40 т/га; после люцерны – 0,78 и 0,27 т/га соответственно. Формирование таких уровней урожайности сортов риса обусловлено разнообразием факторов, повлиявших на рост и развитие растений, в частности предшественниками и дозами минеральных удобрений. Преимущество люцерны в качестве предшественника очевидно.

Библиографические ссылки

1. Величко Е. Б., Шумаков Б. Б. Технология получения высоких урожаев риса. М.: Колос, 1984. 83 с.
2. Госпадинова В. М., Коротенко Т. Л. Выработка рисовой крупы, ориентированной на потребителя // Рисоводство. 2009. № 4. С. 88–90.
3. Доспехов Б. Н. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 351 с.
4. Ерыгин П. С., Натальин Н. Б. Рис. М.: Колос, 1968. 328 с.
5. Жайлыбай К. Н., Таутенов И. А., Нурмаш М. К. Урожайность риса в зависимости от азотных удобрений и нормы высева // Зерновое хозяйство России. 2002. № 4. С. 21–23.
6. Зеленский Г. Л., Зеленский А. Г., Ромашенко Т. А., Цогоева В. В. Создание и перспективы использования эксклюзивных сортов риса // Достижения науки и техники АПК. 2017. № 5. С. 31–33.
7. Керимханов С. У. Почвы Дагестана. Махачкала: Догнигоиздат, 1976. 117 с.
8. Кинжаев Р. Р. Последствие агрохимических средств на плодородие почвы // Плодородие. 2004. № 2. С. 25–26.
9. Курсакова В. С. Биологический круговорот солей на засоленных почвах // Плодородие. 2005. № 2. С. 14–15.
10. Просунко В. М. Агроклиматические ресурсы и продуктивность риса. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 101 с.
11. Скаженник М. А., Воробьев Н. В., Ковалев В. С., Уджуху А. Ч., Балясный И. В. Уборочный индекс и его связь с формированием урожайности и элементам структуры урожая сортов риса // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31, № 2. С. 29–31.
12. Тулякова З. Ф. Рис на засоленных землях. М.: Колос, 1978. 239 с.
13. Шеуджен А. Х., Гуторова О. А., Бондарева Т. Н., Онищенко Л. М., Хурум Х. Д., Есипенко А. Д. Эколого-агрономическая оценка эффективности дефеката на посевах риса // Земледелие. 2018. № 6. С. 27–30.

References

1. Velichko E. B., Shumakov B. B. Tekhnologiya polucheniya vysokih urozhaev risa [Technology to obtain high rice yields]. M.: Kolos, 1984. 83 s.

2. Gospadinova V. M., Korotenko T. L. Vyrabotka risovoj krupy, orientirovannoj na potrebitelya [Production of consumer-oriented rice groats] // Risovodstvo. 2009. № 4. S. 88–90.
3. Dospekhov B. N. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Kolos, 1985. 351 s.
4. Erygin P. S., Natal'in N. B. Ris [Rice]. M.: Kolos. 1968. 328 s.
5. Zhajlybaj K. N., Tautenov I. A., Nurmash M. K. Urozhajnost' risa v zavisimosti ot azotnyh udobrenij i normy vyseva [Rice yield depending on nitrogen fertilizers and seeding rate] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2002. № 4. S. 21–23.
6. Zelenskij G. L., Zelenskij A. G., Romashchenko T. A., Cogoeva V. V. Sozdanie i perspektivy ispol'zovaniya eksklyuzivnyh sortov risa [Development and prospects of using elite rice varieties] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2017. № 5. S. 31–33.
7. Kerimhanov S. U. Pochvy Dagestana [Soils of Dagestan]. Mahachkala: Dogknigoizdat, 1976. 117 s.
8. Kinzhaev R. R. Posledejstvie agrohimicheskikh sredstv na plodorodie pochvy [The impact of agrochemicals on soil fertility] // Plodorodie. 2004. № 2. S. 25–26.
9. Kursakova V. S. Biologicheskij krugovorot solej na zasolennyh pochvah [Biological cycle of salts on saline soils] // Plodorodie. 2005. № 2. S. 14–15.
10. Prosunko V. M. Agroklimaticheskie resursy i produktivnost' risa [Agroclimatic resources and rice productivity]. L.: Gidrometeoizdat, 1985. 101 s.
11. Skazhennik M. A., Vorob'ev N. V., Kovalev V. S., Udzhuhu A. Ch., Balyasnyj I. V. Uborochnyj indeks i ego svyaz' s formirovaniem urozhajnosti i elementam struktury urozhaya sortov risa [Harvesting index and its relationship with the formation of yield and elements of yield structure of the rice varieties] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2017. T. 31, № 2. S. 29–31.
12. Tulyakova Z. F. Ris na zasolennyh zemlyah [Rice on saline soil]. M.: Kolos, 1978. 239 s.
13. Sheudzhen A. H., Gutorova O. A., Bondareva T. N., Onishchenko L. M., Hurum H. D., Esipenko A. D. Ekologo-agronomicheskaya ocenka effektivnosti defekata na posevah risa [Ecological and agronomic assessment of the efficiency of defecate on rice crops] // Zemledelie. 2018. № 6. S. 27–30.

Поступила: 26.03.20; принята к публикации: 21.07.20.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Магомедов Н. Р. – концептуализация исследования; Абдуллаев А. А. – подготовка опыта, сбор полевых и лабораторных данных; Сулейманов Д. Ю. – анализ данных; Казиметова Ф. М. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ПРОДУКТИВНОСТЬ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ И БИООРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ НАГРО

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

Г. В. Метлина, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания пропашных культур, metlina_gv@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Полевые опыты проводили в 2018–2019 гг. в лаборатории технологии возделывания пропашных культур ФГБНУ «АНЦ «Донской» (г. Зерноград). Опытное поле находится в южной сельскохозяйственной зоне Ростовской области (недостаточное и неустойчивое увлажнение). Почвой опытного участка является чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый на лессовидных суглинках с содержанием гумуса 3,2%; P_2O_5 – 18,5–20,0; K_2O – 342–360 мг/кг почвы. Величина гидротермического коэффициента в годы исследований находилась в пределах от 0,27 до 0,66, что характеризовало недостаточную влагообеспеченность вегетационного периода. Целью исследований научной работы являлось изучение влияния биопрепаратов и биоорганического удобрения Нагро на урожайность среднеспелого гибрида Зерноградский 354 МВ. Применяемые препараты оказали значительное влияние на сохранность растений к уборке, которая была на уровне 86,6–87,9%, и показатели структуры урожайности, где отмечалось заметное увеличение по сравнению с контрольным вариантом на 7,2–26,2 г массы початка, 6,0–19,75 г массы зерна с початка, 19,2–32,3 г массы 1000 семян. Прибавка урожайности за счет применения препаратов была достоверной и находилась в пределах 0,18–0,56 т/га. Наиболее энергетически эффективными вариантами опыта являлись применения биоорганического удобрения Нагро и биопрепарата Флавобактерин, где отмечались минимальные значения энергоемкости продукции – 4,55 ГДж/га (Нагро) и максимальные коэффициента энергетической эффективности – 2,39 (Флавобактерин). При применении биоорганического удобрения Нагро отмечался наибольший условно чистый доход 20 343 руб./га при наименьшей себестоимости продукции 3487 руб./га и наибольшем уровне рентабельности 158%.

Ключевые слова: кукуруза, урожайность, биопрепараты, полевая всхожесть, экономическая эффективность.

Для цитирования: Васильченко С. А., Метлина Г. В. Продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от применения биопрепаратов и биоорганического удобрения Нагро // Зерновое хозяйство России. 2020. № 5(71). С. 9–14. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-9-14.



MAIZE HYBRIDS' PRODUCTIVITY DEPENDING ON THE USE OF BIOLOGICAL PRODUCTS AND BIOORGANIC FERTILIZERS "NAGRO"

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

G. V. Metlina, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for cultivation technology of row crops, metlina_gv@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976
Agricultural Research Center "Donskoy",
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The field trials were carried out in 2018–2019 in the laboratory for cultivation technology of row crops of the FSBSI Agricultural Research Center "Donskoy" (Zernograd). The experimental plot was located in the southern agricultural zone of the Rostov region (with insufficient and unstable moisture). The soil of the experimental plot was ordinary heavy loamy blackearth (chernozem) on loess-like loam, with 3.2% of humus, 18.5–20.0 mg of P_2O_5 , 342–360 mg of K_2O per kg of soil. The value of the hydrothermal coefficient in the years of research ranged from 0.27 to 0.66, which characterized the insufficient moisture supply of the vegetation period. The purpose of the current work was to study the effect of biological products and bioorganic fertilizer "Nagro" on the productivity of the mid-ripening hybrid 'Zernogradsky 354 MB'. The applied bio products had a significant effect on the safety of plants for harvesting, which was at the level of 86.6–87.9% and indicators of the yield structure, where there was a significant improvement in comparison with the control variant on 7.2–26.2 g of a cob weight, 6.0–19.75 g of kernel weight per cob, 19.2–32.3 g of 1000-kernel weight. The productivity increase due to the use of bio products ranged in 0.18–0.56 t/ha. The most energetically efficient variants of the trial were the use of the bioorganic fertilizer "Nagro" and the biological product "Flavobacterin", where the minimum values of the energy intensity of the product were 4.55 GJ/ha ("Nagro") and the maximum energy efficiency coefficient was 2.39 GJ/ha ("Flavobacterin"). When using the bioorganic fertilizer "Nagro", there was the largest net income of 20 343 rubles/ha, with the smallest production cost of 3487 rubles/ha and the highest profitability level of 158%.

Keywords: maize, productivity, bio products, field germination, economic efficiency.

Введение. В 2019 г. в России, по данным Росстата, площадь посевов кукурузы составила 2594 тыс. га, что на 5,8% больше, чем в 2018 г. Стоит отметить положительную динамику

по увеличению посевных в России с начала 21 в. (прирост составил 290,5%, или 1929,6 тыс. га (Кукуруза: площадь, сборы и урожайность в 2001–2019 гг., АБ-Центр, 2019).

В Ростовской области посевы кукурузы на зерно занимают значительную площадь – 167,1 тыс. га (6,4% от общероссийских площадей).

Выведенные в ФГБНУ «АНЦ «Донской» сорта и гибриды зерновых и пропашных культур характеризуются экологической пластичностью и отзывчивостью на различные агротехнические условия (Рыбась и др., 2018; Ковтунов, 2018; Кривошеев и др., 2015).

В повышении урожайности зерна кукурузы в Ростовской области существенная роль отводится новым гибридам отечественной селекции.

В современном земледелии применение биопрепаратов играет большую роль для повышения урожайности и качества продукции. Биопрепараты имеют высокую биологическую, фунгицидную, бактериальную активность против грибных и бактериальных заболеваний сельскохозяйственных культур, проявляют высокую росторегулирующую активность, действуют сразу после обработки семян и вегетирующих растений, повышают урожайность сельскохозяйственных культур, экологичны и безвредны для человека, животных, птиц и насекомых.

Поэтому целью исследований являлось изучение влияния биопрепаратов на продуктивность гибрида кукурузы Зерноградский 354 МВ в южной зоне Ростовской области.

Материалы и методы исследований.

Полевые опыты проводились на опытном поле лаборатории технологии возделывания пропашных культур ФГБНУ «АНЦ «Донской» (г. Зерноград) в 2018–2019 гг. По зональному делению (сельскохозяйственные зоны РО) Зерноградский район относится к южной зоне Ростовской области, характеризующейся полупустынным климатом с умеренно жарким летом и умеренно холодной зимой (Национальное аграрное агентство). ГТК составляет 0,80–0,85, годовое количество осадков – 450–500 мм. Среднемесячная сумма температур воздуха выше 10 °С составляет 3304 °С. Почвенный покров представлен черноземом обыкновенным карбонатным (предкавказским) на лессовидных суглинках. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы: рН – 7,1; гумус – 3,3%; P_2O_5 – 22–26, K_2O – 320–370 мг/кг почвы (Бельтюков, 1993).

Закладка полевого опыта, проведение сопутствующих наблюдений, анализов, счетов выполнялись в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989), а статистическая обработка полученных в опыте данных осуществлялась с использованием компьютерной программы Microsoft Excel 2016 по методике Б. А. Доспехова (2014).

Биоэнергетическую оценку проводили согласно методике А. И. Пупониной

и А. В. Захаренко (1998), а экономическую – по методике А. В. Алабушева (2009).

Агротехника в опыте была общепринятая для южной зоны Ростовской области, кроме изучаемых элементов технологии. Площадь делянки составляла 63 м². Повторность – четырехкратная. Предшественник – озимая пшеница.

Посев осуществлялся селекционной сеялкой Клен 4,2 в оптимальные агротехнические сроки с нормой высева 60 тыс. всхожих семян/га. Учет урожая проводили поделочно методом сплошной уборки на всех вариантах и повторностях с последующим пересчетом на зерно стандартной влажности.

Объектом исследований являлся среднеспелый гибрид кукурузы Зерноградский 354 МВ (ФАО 360, продолжительность вегетационного периода – 113–118 дней), оригинаторами которого являются ФГБНУ «АНЦ «Донской» и ФГБНУ ВНИИ кукурузы. Растения среднерослые (210–230 см), универсального использования – на зерно и силос. Средняя урожайность зерна – 5,5 т/га. Гибрид среднеустойчив к поражению пузырчатой головней, высокоустойчив к другим болезням. Высокоустойчив к полеганию и ломкости стебля, засухоустойчив.

Препараты, используемые в опыте:

Ризоагрин 204 (биопрепарат группы Фармат) – корневой инокулянт-азотфиксатор на основе бактерий *Agrobacterium radiobacter* для обработки семян зерновых культур.

Экстрасол – биопрепарат для предпосевной обработки семян и растений по вегетации на основе бактерий штамм ризосферных бактерий *Bacillus subtilis* Ч-13.

Флавобактерин – биопрепарат группы Фармат на основе бактерий *Flavobacterium* sp. L-30 для предпосевной обработки семян и растений по вегетации.

Мизорин 7 – биоудобрение группы Фармат на основе бактерий *Arthrobacter mysoarens* 7 для роста зерновых, технических и бобовых культур. Землеудобрительный препарат для повышения урожайности и качества продукции сельскохозяйственных культур.

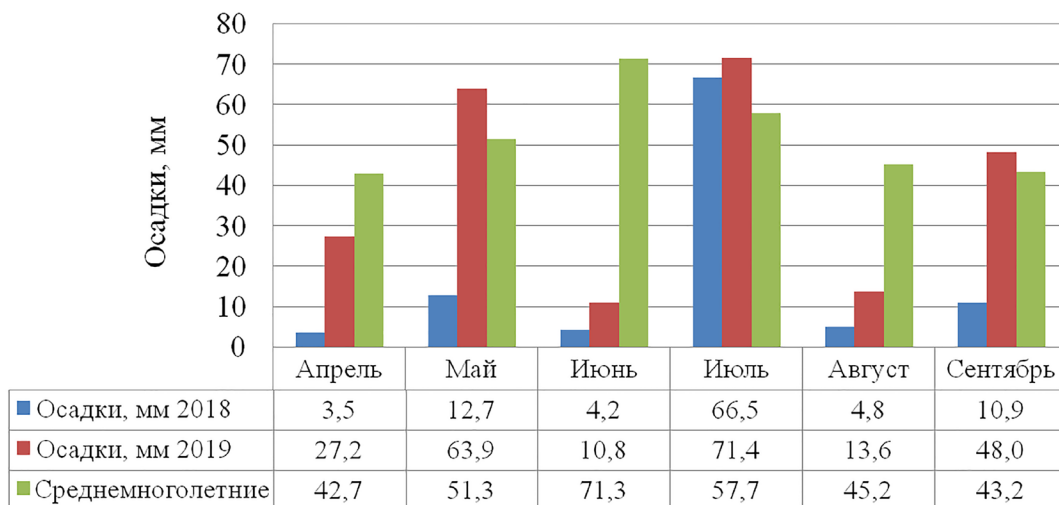
Нагро – биоорганическое удобрение, совмещающее функции инсектицида, фунгицида, гербицида, иммуностимулятора-адаптогена. Молекулы входящих в Нагро веществ легко усваиваются растениями, легко проникают через мембранные барьеры клетки.

Схема опыта предусматривала изучение действия препаратов при обработке семян и растений по вегетации. Обработка семян и растений изучаемыми препаратами осуществлялась согласно предоставленным инструкциям производителей.

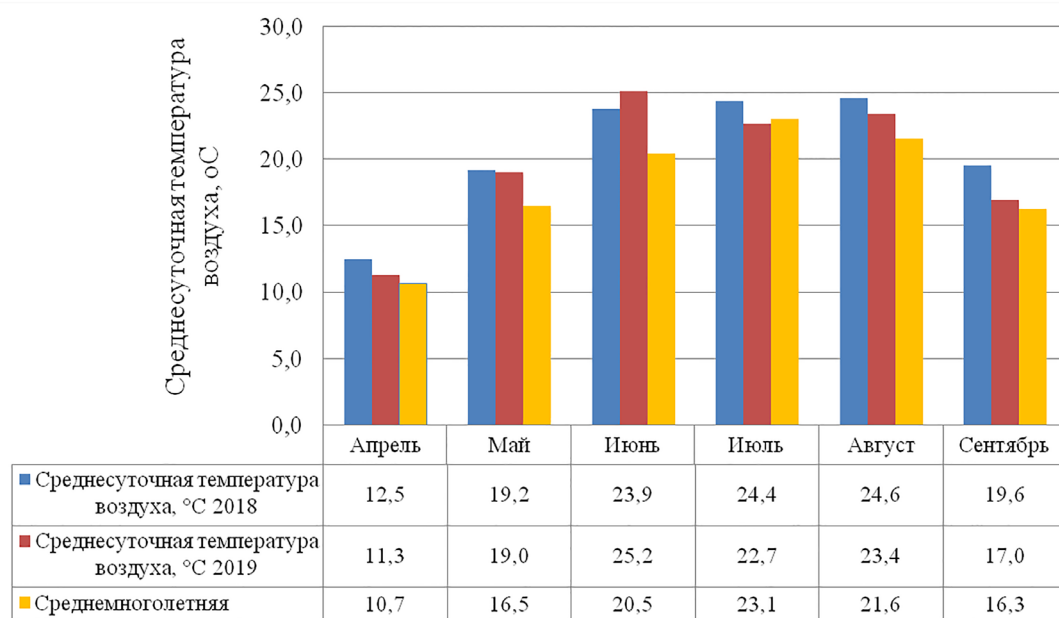
Метеорологические условия. Метеорологические данные получены на метеостанции «Зерноград». В годы проведения исследований метеорологические условия значительно различались, что позволило объективно оценить влияние изучаемых элементов технологии возделывания.

Так, 2018 г. отличался очень низкой влагообеспеченностью апреля, мая, июня и августа. Среднесуточная температура воздуха во все месяцы превышала среднемноголетнюю нор-

му на 1,3–3,4 °С, а также за период с апреля по август отмечался значительный недобор осадков (рис. 1).



а)



б)

Рис. 1. Метеорологические условия: а) влагообеспеченность вегетационного периода кукурузы в 2018 и 2019 гг. в сравнении со среднемноголетней нормой; б) температурный режим вегетационного периода кукурузы в 2018 и 2019 гг. в сравнении со среднемноголетней нормой, по данным метеостанции «Зерноград»

Fig. 1. Weather conditions: a) moisture supply of the maize vegetation period in 2018 and 2019 compared with the average multi-year rate; b) temperature regime of the maize vegetation period in 2018 and 2019 compared with the average multi-year rate, according to the "Zernograd" weather station

В 2019 г. в течение вегетационного периода можно отметить два месяца с превышением среднемноголетней нормы по влагообеспеченности – май и июль и три месяца с недостаточной влагообеспеченностью – апрель, июнь и август. Среднесуточная температура воздуха в июле была на уровне со среднемноголетними значениями, в остальные месяцы она превышала их.

Таким образом, метеорологические условия вегетационного периода кукурузы отличались недостаточной влагообеспеченностью (ГТК находился в пределах от 0,27 до 0,66).

Результаты и их обсуждение. Применяемые биопрепараты и биоорганическое удобрение Нагро способствовали повышению полевой всхожести семян кукурузы. Увеличение к контролю составило 1,8–3,3%. В течение ве-

гетационного периода отмечался пролонгированный эффект от применения агрохимикатов, работающих в ризосфере корневой системы и на листовой поверхности, что способство-

вало достоверному повышению сохранности растений к уборке на 4,4–5,7% по отношению к контрольному варианту (табл. 1).

1. Сохранность растений кукурузы в зависимости от применения биопрепаратов и биоорганического удобрения Нагро, шт./м² (2018–2019 гг.)

1. Safety of maize plants depending on the use of biological products and bioorganic fertilizer "Nagro", pcs/m² (2018–2019)

Вариант опыта	Полевая всхожесть, %	Густота стояния растений, шт./м ²		Сохранность к уборке, %
		всходы	перед уборкой	
Контроль	82,8	4,97	4,08	82,2
Ризоагрин 204	84,6	5,07	4,39	86,6
Экстрасол	85,7	5,14	4,47	86,9
Флавобактерин	86,1	5,16	4,54	87,9
Мизорин 7	85,3	5,12	4,44	86,8
Нагро	85,6	5,14	4,50	87,7
НСП ₀₅	–	0,22	0,19	–

В результате улучшения пищевого режима растений кукурузы за счет применения биопрепаратов и биоорганического удобрения Нагро произошло увеличение показателей структуры урожая. В среднем за годы исследований масса початка находилась на уровне 111,9 г на контроле и 119,1–138,1 г в опытных вариантах (прибавка – 6,4–23,4%). Выход зерна с початка составлял от 80,1 до 83,4%, в результате чего масса зерна с початка составляла 93,1–113,0 г. Выполненность зерна, определяемая показателем «масса 1000 зерен», увеличивалась под влиянием изучаемых препаратов на 19,2–32,3 г. Максимальное значение показателя отмечалось при применении биоорганического удобрения Нагро – 278,1 г. В большинстве вариантов опыта количество зерен

с растения превышало контроль. Варианты опыта по основным показателям зерновой продуктивности достоверно превышали контроль и имели сильную ($r = 0,93–0,99$) корреляционную связь с урожайностью.

Годы исследований отличались недостаточной влагообеспеченностью, поэтому растения кукурузы не смогли реализовать максимальную потенциальную урожайность гибрида. Прибавка урожайности к контрольному варианту находилась на уровне 0,18–0,56 т/га, или 5,6–17,9%. Максимальное значение урожайности отмечалось при обработке семян биоорганическим удобрением Нагро – 3,69 т/га. Во всех вариантах опыта прибавка урожайности от применения препаратов к контролю была достоверной (табл. 2).

2. Влияние биопрепаратов и биоорганического удобрения Нагро на урожайность кукурузы (2018–2019 гг.)

2. Influence of biological products and bioorganic fertilizer "Nagro" on maize productivity (2018–2019)

Вариант опыта	Масса, г			Количество зерен в початке, шт.	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю, т/га
	початка	зерна с одного початка	1000 зерен			
Контроль	111,9	93,1	245,8	378	3,13	–
Ризоагрин 204	119,1	99,3	265,2	374	3,31	0,18
Экстрасол	129,2	107,2	266,6	402	3,50	0,37
Флавобактерин	133,9	107,3	269,2	398	3,56	0,43
Мизорин 7	131,5	109,6	265,0	414	3,51	0,38
Нагро	138,1	113,0	278,1	406	3,69	0,56
НСП ₀₅	6,5	5,1	13,3	18	0,17	–

При применении различных агроприемов не малая роль отводится энергетической оценке, позволяющей определить, насколько применяемые препараты способствуют снижению энергоемкости при возделывании культуры. Расчет энергосодержания урожая и затрат совокупной энергии был произведен с использованием энергетических эквивалентов на основную продукцию и материальные средства, применяемые при производстве зерна кукурузы.

Энергетическая оценка эффективности применения биопрепаратов и биооргани-

ческого удобрения Нагро выявила, что наибольшее энергосодержание урожая и чистый энергетический доход отмечались в варианте с применением биоорганического удобрения Нагро – 55,87 и 39,40 Гдж/га соответственно. Также в этом варианте опыта отмечалась наименьшая энергоемкость получаемой продукции – 4,55 Гдж/т. Наибольший коэффициент энергетической эффективности отмечался в варианте применения биопрепарата Флавобактерин (табл. 3).

3. Биоэнергетическая эффективность применения биопрепаратов и биоорганического удобрения Нагро при возделывании кукурузы (2018–2019 гг.)

3. Bioenergetic efficiency of the use of biological products and bioorganic fertilizer "Nagro" for maize cultivation (2018–2019)

Вариант опыта	Энергосодержание урожая, ГДж/га	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Чистый энергетический доход, ГДж/га	Энергоемкость продукции, ГДж/т	Коэффициент энергетической эффективности
Контроль	47,31	16,02	31,29	5,18	2,95
Ризоагрин 204	50,04	16,26	33,78	4,98	3,07
Экстрасол	52,99	16,42	36,57	4,74	3,22
Флавобактерин	53,90	16,35	37,55	4,71	3,39
Мизорин 7	53,06	16,47	36,59	4,81	3,29
Нагро	55,87	16,47	39,40	4,55	3,22

Оценка экономической эффективности является важной при выборе препаратов для возделывания культуры. Преимуществом применения биопрепаратов является получение качественной продукции, в состав которой не входят остатки действующих веществ агрохимикатов, негативно влияющих на здоровье человека и животных. Цена за килограмм зерна кукурузы, используемая при расчете валовой продукции, составляла 9 руб. Производственные затраты определялись путем суммирования затрат на семена, горюче-смазочные материалы, ядохимикаты, зарплату и прочие расходы. Денежная стоимость полученной прибавки урожайности составляла от 1620 до 5040 руб. Наибольшая сто-

имость валовой продукции и условно чистый доход отмечались в варианте с применением удобрения Нагро – 33 210 и 20 343 руб./га соответственно. Вариант применения биоорганического удобрения был экономически выгоден за счет низкой себестоимости продукции (3487 руб./т) и высокой рентабельности производства (158%).

Варианты с применением биопрепаратов уступали по показателям экономической эффективности биоудобрению Нагро. Лучшим вариантом был вариант применения Флавобактерина, где отмечался условно чистый доход на уровне 19 328 руб./га при себестоимости 3664 руб./т и уровне рентабельности 152% (табл. 4).

4. Экономическая эффективность применения биопрепаратов и биоорганического удобрения Нагро при возделывании кукурузы (2018–2019 гг.)

4. Economic efficiency of the use of biological products and bioorganic fertilizer "Nagro" for maize cultivation (2018–2019)

Вариант опыта	Стоимость валовой продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Условно чистый доход, руб./га	Себестоимость, руб./т	Рентабельность, %
Контроль	28 170	12 456	15 715	4018	126
Ризоагрин 204	29 790	12 797	16 993	3906	133
Экстрасол	31 500	12 848	18 653	3698	145
Флавобактерин	32 040	12 767	19 328	3664	152
Мизорин 7	31 590	12 712	18 823	3745	147
Нагро	33 210	12 867	20 343	3487	158

Выводы

1. Применяемые биопрепараты и биоорганическое удобрение Нагро способствовало повышению полевой всхожести на 2,8–3,3% и выживаемости растений к уборке на 4,4–5,7%.

2. Отмечалось заметное увеличение показателей структуры урожая по сравнению с контрольным вариантом на 7,2–26,2 г массы початка; 6,0–19,75 г массы зерна с початка; 19,2–32,3 г массы 1000 семян, что способствовало повышению урожайности зерна на 0,18–0,56 т/га, или 5,6–17,9%.

3. В результате применения биопрепаратов и биоэнергетического удобрения Нагро отмечалось повышение энергетической эффективности возделывания кукурузы. Наиболее

энергетически эффективным вариантом опыта являлся вариант с применением Нагро, где энергоемкость продукции была минимальной и составляла 4,55 ГДж/т против 5,18 ГДж/т на контроле. Максимальное значение коэффициента энергетической эффективности отмечалось в варианте применения биопрепарата Флавобактерин – 2,39.

4. Экономически эффективным вариантом опыта являлось применение биоорганического удобрения Нагро, где отмечался наибольший условно чистый доход 20 343 руб./га при наименьшей себестоимости продукции 3487 руб./га и наибольшем уровне рентабельности 158%.

Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Гуреева А. В., Кириченко В. Е., Метлина Г. В., Овсянникова Г. В., Раева С. А., Смирнова Л. А., Шарова О. Д., Янковский Н. Г. Методические рекомендации по стимулированию

внедрения современных технологий, увеличению посевных площадей под зерновыми культурами. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. 108 с.

2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. М.: Альянс, 2014. 351 с.

3. Ковтунов В. В. Посевная площадь и урожайность сорго зернового // Зерновое хозяйство России. 2018. № 3(57). С. 47–49. DOI: 10.31367/2079-8725-57-3-47-49.

4. Кривошеев Г. Я., Игнатьев А. С., Шевченко Н. А. Среднеспелые гибриды кукурузы Зерноградский 354 МВ и Гефест МВ // Зерновое хозяйство России. 2015. № 6(42). С. 53–61.

5. Кукуруза: площади, сборы и урожайность в 2001–2019 гг. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/industries/corn/kukuruza-ploshchadi-sbory-i-urozhajnost-v-2001-2019-gg.html>.

6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1989. 250 с.

7. Посевная площадь кукурузы на зерно – Ростовская область [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://сельхозпортал.рф/analiz-posevnyh-ploshchadej/?region_id=2252&area=14.

8. Рыбась И. А., Марченко Д. М., Некрасов Е. И., Иванисов М. М., Гричаникова Т. А., Романюкина И. В. Оценка параметров адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4(58). С. 51–54. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-58-4-51-54.

References

1. Alabushev A. V., Gureeva A. V., Kirichenko V. E., Metlina G. V., Ovsyannikova G. V., Raeva S. A., Smirnova L. A., Sharova O. D., Yankovskij N. G. Metodicheskie rekomendacii po stimulirovaniyu vnedreniya sovremennyh tekhnologij, uvelicheniyu posevnyh ploshchadej pod zernovymi kul'turami [Methodical recommendations for stimulating the introduction of modern technologies and increasing the area under grain crops]. М.: FGNU "Rosinformagrotekh", 2009. 108 s.

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 research results)]: uchebnik dlya vysshih sel'skohozyajstvennyh uchebnyh zavedenij. М.: Al'yans, 2014. 351 s.

3. Kovtunov V. V. Posevnaya ploshchad' i urozhajnost' sorgo zernovogo [Sown area and grain sorghum productivity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 3(57). S. 47–49. DOI: 10.31367/2079-8725-57-3-47-49.

4. Krivosheev G. Ya., Ignat'ev A. S., Shevchenko N. A. Srednespelye gibridy kukuruzy Zernogradskij 354 MV i Gefest MV [Middle-ripening maize hybrids 'Zernogradsky 354 MV' and 'Gefest MV'] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2015. № 6(42). S. 53–61.

5. Kukuruza: ploshchadi, sbory i urozhajnost' v 2001–2019 gg. [Elektronnyj resurs] [Maize: areas, yields and productivity in 2001–2019]. Rezhim dostupa: <https://agrovesti.net/lib/industries/corn/kukuruza-ploshchadi-sbory-i-urozhajnost-v-2001-2019-gg.html>.

6. Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Methodology of the State Variety Testing of agricultural crops]. М.: Kolos, 1989. 250 s.

7. Posevnaya ploshchad' kukuruzy na zerno – Rostovskaya oblast' [Elektronnyj resurs] [Sown area of maize for grain in the Rostov region]. Rezhim dostupa: https://sel'hozportal.rf/analiz-posevnyh-ploshchadej/?region_id=2252&area=14.

8. Rybas' I. A., Marchenko D. M., Nekrasov E. I., Ivanisov M. M., Grichanikova T. A., Romanyukina I. V. Ocenka parametrov adaptivnosti sortov ozimoy myagkoj pshenicy [Estimation of adaptability parameters of winter bread wheat varieties] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). S. 51–54. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-58-4-51-54.

Поступила: 07.09.20; принята к публикации: 21.09.20.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ПРОДУКТИВНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ СОРТОВ-ДВУРУЧЕК ЯЧМЕНЯ ПРИ ПОСЕВЕ В ОСЕННИЙ И ВЕСЕННИЙ СРОКИ

Л. А. Радченко¹, кандидат сельскохозяйственных наук, зам. директора по научной работе, l-radchenko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-7410-1870;

А. Ф. Радченко¹, старший научный сотрудник лаборатории семеноводства и сортоизучения новых генотипов отдела интродукции и технологий в полеводстве и животноводстве, ORCID ID: 0000-0001-8407-7619;

Т. Л. Ганоцкая¹, младший научный сотрудник лаборатории семеноводства и сортоизучения новых генотипов отдела интродукции и технологий в полеводстве и животноводстве, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

Е. Г. Филиппов², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент по специальности, зав. отделом селекции и семеноводства ячменя, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

А. А. Донцова², кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства ячменя, doncova601@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6570-4303

¹ФГБУН Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, 295493, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: isg.krym@gmail.com

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

В статье представлены результаты изучения сортов-двуручек ячменя селекции ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» в условиях Республики Крым. Исследования проводили в 2017–2019 гг. на опытном поле отдела интродукции и технологий в полеводстве и животноводстве ФГБУН Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, расположенном в с. Клепинино Красногвардейского района, в центральной степной зоне полуострова. В опыте изучали продуктивность шести сортов-двуручек (селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской») в сравнении с сортом Достойный (Селекционно-генетический институт – Национальный центр семеноводения и сортоизучения Национальной академии аграрных наук Украины). Сорта высевали осенью и весной в оптимальный для озимых зерновых срок сева. Опыты закладывали по предшественникам черный пар и подсолнечник. В качестве контроля при весеннем посеве использовали сорт ярового ячменя Странник (ФГУП «Прикумская опытно-селекционная станция»). По предшественнику черный пар при посеве в осенний срок достоверно на уровне стандарта находились сорта Фокс 1 и Мастер, урожайность которых составила 6,37 и 6,32 т/га соответственно. При посеве в весенний срок лучшими являлись скороспелые сорта Мастер (2,92 т/га), Тигр (2,88 т/га) и Фокс 1 (2,70 т/га), которые в 2018 и 2019 гг. достоверно превысили стандарт Достойный. В 2018 г. при осеннем посеве по предшественнику подсолнечник сорта Виват и Тигр сформировали урожайность на уровне стандарта. В 2019 г. лучшие результаты отмечены у сортов Тимофей – 3,62 т/га (+0,17 т/га к стандарту) и Мастер (+0,10 т/га). В более благоприятных условиях 2019 г. при посеве весной сорта-двуручки Фокс 1 и Мастер сформировали урожайность 1,89 т/га, достоверно превысив стандарт Достойный на 0,64 т/га каждый. По предшественнику подсолнечник в среднем за годы проведения исследований выделились сорта Мастер – 1,2 т/га (+0,32 т/га к стандарту) и Фокс 1 (+0,15 т/га).

Ключевые слова: ячмень-двуручка, срок посева, урожайность, испытание.

Для цитирования: Радченко Л. А., Радченко А. Ф., Донцова А. А., Филиппов Е. Г., Ганоцкая Т. Л. Продуктивность и устойчивость к неблагоприятным факторам среды сортов-двуручек ячменя при посеве в осенний и весенний сроки // Зерновое хозяйство России. 2020. № 5(71). С. 15–20. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-15-20.



THE PRODUCTIVITY AND RESISTANCE TO UNFAVORABLE ENVIRONMENTAL FACTORS OF THE FACULTATIVE BARLEY VARIETIES SOWN IN THE AUTUMN AND SPRING

L. A. Radchenko¹, Candidate of Agricultural Sciences, deputy director on Science, l-radchenko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-7410-1870;

A. F. Radchenko¹, senior researcher of the laboratory for seed production and study of new variety genotypes of the department of introduction and technologies in field cultivation and animal husbandry, ORCID ID: 0000-0001-8407-7619;

T. L. Ganotskaya¹, junior researcher of the laboratory for seed production and study of new variety genotypes of the department of introduction and technologies in field cultivation and animal husbandry, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

E. G. Filippov², Candidate of Agricultural Sciences, docent, head of the department of barley breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

A. A. Dontsova², Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the department of barley breeding and seed production, dontsova601@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6570-4303

¹Research Institute of Agriculture of the Crimea, 295493, The Republic of Crimea, Simferopol, Kievskaya Str., 150; e-mail: isg.krym@gmail.com

²Agricultural 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 facultative barley varieties of the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" in the conditions of the Republic of Crimea. The study was carried out in 2017–2019 on the experimental plots of the department of introduction and technologies in field cultivation and animal husbandry of the FSBSI Research Institute of Agriculture of the Crimea, located in the village of Klepinino of Krasnogvardeisky district, in the central steppe zone of the peninsula. There has been studied the productivity of six facultative varieties (developed in the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy") in comparison with the variety 'Dostoyny' (developed in the Breeding and Genetic Institute of the National Center for Seed and Variety Study of the National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine). The varieties were sown in the autumn and spring, at the optimum sowing time for winter grain crops. The trials were conducted with the grain crops sown in weedfree fallow and after sunflower. The spring barley variety 'Strannik' (the Prikumskaya Experimental Breeding Station) was used as a control variety for spring sowing. When sowing in the autumn in weedfree fallow, the varieties 'Foks 1' and 'Master' were at the level of the standard variety with the productivity of 6.37 and 6.32 t/ha, respectively. When sowing in the spring, the early ripening varieties 'Master' (2.92 t/ha), 'Tigr' (2.88 t/ha) and 'Foks 1' (2.70 t/ha) were the best ones, which in 2018 and 2019 significantly exceeded the standard variety 'Dostoyny'. In 2018 the varieties 'Vivat' and 'Tigr' formed the productivity at the level of the standard variety when sown after sunflower in the autumn. In 2019 the best yields were produced by the variety 'Timofey' with 3.62 t/ha (+0.17 t/ha to the standard value) and 'Master' (+0.10 t/ha). Under more favorable conditions of 2019, when sowing in the spring the facultative varieties 'Foks 1' and 'Master' produced 1.89 t/ha, significantly exceeding the standard variety 'Dostoyny' on 0.64 t/ha each. When sown after sunflower the varieties 'Master' produced on average 1.2 t/ha (+0.32 t/ha to the standard value) and 'Foks 1' (+0.15 t/ha).

Keywords: facultative barley, sowing period, productivity, trial.

Введение. В условиях степного Крыма, где наибольшую опасность для урожая озимых культур представляют часто повторяющиеся осенние засухи, возникает необходимость в правильном подборе сортов альтернативного способа развития (двуручек), способных развиваться как по озимому, так и по яровому типу и формировать урожай как при осеннем, так и при весеннем посеве. В Крыму ячмени-двуручки ежегодно занимают около 30% от общей площади посева озимого ячменя. Использование ячменей-двуручек наряду с озимыми и яровыми формами позволит стабилизировать урожайность ячменя, так как они могут использоваться при поздних сроках сева в годы с сухой и теплой осенью, а также для подсева и пересева поврежденных и погибших в результате перезимовки посевов (Радченко и др., 2019; Филиппов и др., 2014).

Ранее наиболее распространенным сортом-двуручкой был Достойный (Селекционно-генетический институт – Национальный центр селекции и семеноводства Национальной академии наук Украины). На современном этапе создан ряд новых сортов озимого ячменя, в том числе и альтернативного способа развития, однако в условиях Крыма они не изучались.

Цель работы – провести сравнительную оценку сортов-двуручек ячменя селекции ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» по основным хозяйственно ценным признакам и свойствам в условиях Республики Крым.

Материалы и методы исследований. Исследования по изучению сортов-двуручек ячменя проводили в 10-польном севообороте отдела интродукции и технологий в полеводстве и животноводстве ФГБУН «НИИСХ Крыма», расположенном в с. Клепинино Красногвардейского района, в центральной

степной зоне полуострова Крым, по предшественникам черный пар и подсолнечник.

Климат района проведения исследований – континентальный, засушливый, с большой амплитудой годовых колебаний температуры воздуха и атмосферных осадков. Среднегодовая температура воздуха составляет 10,2 °С. Глубина промерзания почвы обычно не превышает 20–30 см. Наиболее холодный месяц – февраль с температурой воздуха от 2,3 до 0 °С, в отдельные годы она может снижаться до –20 °С.

В летний период температурный режим находится в пределах 20–24 °С, в отдельные годы максимальная температура воздуха может достигать 35–39 °С. Длительность периода со среднесуточной температурой 10 °С и выше колеблется от 6 до 6,5 месяцев, сумма активных температур – 3300–3600 °С. Безморозный период составляет в среднем 165 дней. Гидротермический коэффициент – 0,5–0,7 (Агроклиматический справочник по Крымской области, 1959). Среднее годовое количество осадков составляет 426 мм (Агроклиматический довідник по Автономній Республіці Крим, 2011; Гусев и др., 1955). Согласно многолетним данным каждый третий год является засушливым.

Почвы места исследования – черноземы южные, слабогумусированные, развитые на четвертичных желто-бурых лессовидных легких глинах. Мощность гумусового слоя (горизонт А) составляет 24–36 см, всего – 57–70 см. Содержание гумуса в пахотном горизонте колеблется в пределах от 2,4 до 2,7% (Агроклиматический довідник по Автономній Республіці Крим, 2011). В 100 г абсолютно сухой почвы пахотного слоя содержится 5,2 мг легко гидролизующегося азота, 1,0–2,5 мг фосфора, 42 мг калия. Механический состав почвы – сла-

боглинистый. Структура – комковатая, пылевато-порошистая. Объемная масса метрового слоя почвы – 1,24 г/см³. Максимальная гигроскопичность – 8,9%. Реакция почвенного раствора в верхнем горизонте – слабощелочная (рН – 7,7–7,9) (Гусев и др., 1955).

В опыте изучали продуктивность шести сортов-двуручек (селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской») в сравнении с сортом Достойный (Селекционно-генетический институт – НЦСС НААНУ). Сорта высевали осенью и весной в оптимальный для озимых зерновых срок сева с нормой высева 4 млн шт. всхожих семян на гектар. В качестве контроля в весеннем посеве использовали сорт ярового ячменя Странник (ФГУП «Прикумская опытно-селекционная станция»). Учетная площадь делянок составляла 25 м². Размещение делянок – систематическое в четырехкратной повторности. Подготовка предшественников и технология выращивания озимых и яровых зерновых общепринятые для региона: черный пар – октябрьская вспашка на глубину 27–30 см с последующими разноглубинными культивациями (5–7 за сезон), предпосевную культивацию проводили на глубину заделки семян; после уборки подсолнечника проводилось дискование и предпосевная культивация. Аммофос в количестве 60 кг д. в./га вносили под последнюю культивацию. Посев проводили селекционной сеялкой СКС 6-10. Весной в фазе кущения вносили гербицид Балерина в дозе 0,4 л/га.

Уборку урожая проводили комбайном Wintersteiger Classic в фазу полной спелости ячменя с последующим взвешиванием зерна. Проведение полевых опытов сопровождалось наблюдениями, учетами, измерениями и анализами согласно методике госсортоиспытания (2019). Статистическую обработку полученных экспериментальных данных проводили по методике Б. А. Доспехова (2012). Содержание белка в зерне ячменя определяли с помощью анализатора зерна «Инфраматик 9500».

Результаты и их обсуждение. Посев сортов ячменей-двуручек был проведен в оптимальные сроки: осенью – в начале третьей декады октября, весной – при первой возможности выхода в поле (в 2017 и 2018 гг. – 10 марта, в 2019 г. – 6 февраля) по черному пару и подсолнечнику. Всходы растений осенних сроков сева по черному пару были получены 3 и 13 ноября в 2016 и 2017 гг. и 28 октября в условиях 2018 г. За годы исследований условия перезимовки были благоприятными по температурному режиму, но зимний период 2017–2018 гг. не способствовал накоплению влаги в почве.

Особенностью весеннего периода вегетации 2017 г. была высокая контрастность между дневными и ночными температурами воздуха, которая в отдельные дни достигала 20 °С, что способствовало проявлению частичной гибели озимого ячменя от выпирания. Максимальная изреженность отмечалась на сортах Ерема и Тимофей – 40 и 37% соответственно. Весенний период 2018 г. был неблагопри-

ятным из-за длительного отсутствия осадков и высоких температур, что стало причиной угнетения растений вследствие недостатка влаги со второй декады апреля. Наиболее сильное угнетение отмечалось на растениях весеннего срока сева. Слабое развитие зародышевых и задержка в развитии узловых корней замедлили образование и развитие побегов кущения. Условия весеннего периода 2019 г. были удовлетворительными.

Колошение ячменей-двуручек осеннего срока сева отмечалось в условиях 2017 г. с 5 по 20 мая; в 2018 г. – с 23 апреля по 3 мая; в 2019 г. – с 30 апреля по 13 мая. Фаза колошения на растениях весеннего срока сева отмечалась с 17 мая по 2 июня в 2017 г. и с 17 по 20 мая в 2019 г. В условиях 2018 г. нам не удалось отметить наступление фазы колошения, так как щуплый колос находился в пазухе листа до конца вегетации.

Наиболее скороспелыми в опыте были сорта Фокс 1 и Тигр, на 1–2 дня позже отмечались основные фенофазы на сортах Мастер и Достойный, Виват и Ерема были наиболее позднеспелыми.

По предшественнику черный пар урожайность зерна сортов ячменя-двуручки зависела от погодных условий года исследований и была максимальной при озимом сроке сева в 2019 г. – в среднем 7,9 т/га. Наибольшую урожайность (8,48 т/га) обеспечил сорт Фокс 1, который достоверно превысил стандарт (табл. 1).

В условиях 2017 и 2018 гг. урожайность всех изучаемых сортов была на уровне стандарта. В среднем за три года исследований сорт-стандарт Достойный обеспечил максимальную урожайность в опыте (6,46 т/га), незначительно уступили ему сорта Фокс 1 и Мастер, урожайность которых составила 6,37 и 6,33 т/га соответственно.

Для посева в весенний срок наиболее благоприятными были условия 2017 г., когда урожайность почти всех сортов была на уровне стандарта Достойный и сорта ярового ячменя Странник и в среднем по сортам составила 3,90 т/га. Урожайность в условиях 2018 г. была наиболее низкой и варьировала от 0,76 на сорте Ерема до 2,20 т/га на сорте Мастер.

Значительное превышение продуктивности над стандартом Достойный (на 47%) отмечено на яровом ячмене Странник, урожайность которого составила 2,07 т/га. Аналогичная ситуация отмечалась и в 2019 г.: сорта Фокс 1, Тигр и Мастер обеспечили превышение над стандартом в среднем на 30%.

В среднем за три года исследований, преимущество по урожайности зерна при весеннем севе отмечено у сорта ярового ячменя Странник – 2,95 т/га. На других изучаемых сортах отмечена тенденция к снижению урожайности, но лучшими являлись скороспелые сорта Мастер (2,92 т/га), Тигр (2,88 т/га) и Фокс 1 (2,70 т/га), которые в 2018 и 2019 гг. достоверно превысили стандарт Достойный.

1. Урожайность сортов-двуручек ячменя при посеве в осенний и весенний сроки по предшественнику черный пар, т/га (2017–2019 гг.)

1. Productivity of the facultative barley varieties, sown in the autumn and spring in weedfree fallow, t/ha (2017–2019)

Сорт	Урожайность за годы испытания, т/га				
	2017	2018	2019	сумма	средняя
Озимый срок сева					
Виват	5,79	4,66	8,14	18,6	6,20
Фокс 1	6,26	4,38	8,48	19,1	6,37
Ерема	5,36	4,05	7,36	16,8	5,59
Тимофей	6,04	4,26	7,49	17,8	5,93
Тигр	6,00	4,37	7,88	18,3	6,08
Мастер	6,66	4,36	7,96	19,0	6,33
Достойный, ст.	6,48	5,01	7,88	19,4	6,46
Средняя	6,08	4,44	7,88	18,4	6,14
НСР ₀₅	0,39	0,52	0,43	—	—
Яровой срок сева					
Странник	3,99	2,07	2,78	8,8	2,95
Виват	3,84	0,85	1,61	6,3	2,10
Фокс 1	3,78	1,67	2,65	8,1	2,70
Ерема	3,52	0,76	1,81	6,1	2,03
Тимофей	3,88	1,55	1,96	7,4	2,46
Тигр	4,05	1,91	2,68	8,6	2,88
Мастер	3,98	2,20	2,59	8,8	2,92
Достойный, ст.	3,91	1,35	1,99	7,3	2,42
Средняя	3,87	1,55	2,26	7,7	2,56
НСР ₀₅	0,33	0,31	0,31	—	—

Изучение продуктивности ячменей-двуручек при выращивании по предшественнику подсолнечник проводили в 2018 и 2019 гг. Всходы осенних сроков сева были получены 7 декабря в 2018 г. и 30 октября в 2019 г., весеннего срока – 22 и 13 марта соответственно.

В 2018 г. колошение сортов ячменей-двуручек по предшественнику подсолнечник было отмечено на 2–3 дня раньше, чем по предшественнику черный пар, однако у 50% растений колос оставался в пазухе листа до самой уборки и только крайние ряды делянок имели частично открытые колосья. Начало колошения в условиях 2019 г. было отмечено с 30 апреля (сорт Фокс 1).

На растениях весеннего срока сева в 2018 г. нам не удалось отметить наступление фазы колошения, так как щуплый колос находился в пазухе листа до конца вегетации. Высота растений составляла 15–20 см, нижний ярус листьев был высохший, а флаговый и подфлаговый – скрученные в трубочку. В 2019 г. колошение сорта ярового ячменя Странник отмечено 17 мая, ячменей-двуручек – на 2–3 дня позже.

Урожайность сортов ячменя по предшественнику подсолнечник была значительно ниже, чем по черному пару, и при осеннем сроке сева в среднем составила 1,47 т/га в 2018 г. и 3,34 т/га в 2019 г.; при весеннем посеве – 0,31 и 1,62 т/га соответственно (табл. 2).

2. Урожайность сортов-двуручек ячменя при посеве в осенний и весенний сроки по предшественнику подсолнечник, т/га (2018–2019 гг.)

2. Productivity of the facultative barley varieties, sown in the autumn and spring after sunflower, t/ha (2017–2019)

№ п/п	Сорт	Урожайность по годам		Среднее
		2018	2019	
Озимый срок сева				
1.	Виват	1,55	3,39	2,47
2.	Фокс 1	1,43	3,32	2,37
3.	Ерема	1,15	2,86	2,00
4.	Тимофей	1,34	3,62	2,48
5.	Тигр	1,63	3,35	2,49
6.	Мастер	1,43	3,55	2,49
7.	Достойный, ст.	1,79	3,45	2,62
Среднее		1,47	3,34	2,41
НСР ₀₅		0,25	0,31	–
Яровой срок сева				
1.	Странник	0,79	2,52	1,66
2.	Виват	0,22	1,48	0,85
3.	Фокс 1	0,17	1,89	1,03
4.	Ерема	0,06	1,03	0,55
5.	Тимофей	0,22	1,71	0,97
6.	Тигр	0,35	1,39	0,87
7.	Мастер	0,50	1,89	1,20
8.	Достойный, ст.	0,51	1,25	0,88
Среднее		0,31	1,62	1,00
НСР ₀₅		0,13	0,26	–

При весеннем посеве 2018 г. была сформирована очень низкая урожайность, которая в среднем составила 0,31 т/га. В 2019 г. три сорта достоверно превысили стандарт: Фокс 1 (1,89 т/га) и Мастер (1,89 т/га) – на 0,64 т/га, а сорт Тимофей (1,71 т/га) – на 0,46 т/га. В среднем за два года исследований максимальной урожайностью отмечен сорт ярового ячменя Странник – 1,66 т/га. Лучшие результаты имели сорта Мастер – 1,20 т/га (+0,32 т/га к стандарту) и Фокс 1 – 1,03 т/га (+0,15 т/га).

Анализ качества зерна сортов ячменя показал содержание белка при осеннем сроке сева по черному пару несколько выше (от 10,1 до 11,6%), чем по подсолнечнику (от 7,9 до 9,0%). При весеннем сроке сева содержание протеина во всех сортах было выше в среднем на 5% и более, что позволяет использовать его на кормовые цели. Наиболее высокобелковыми являются сорта ячменя Ерема, Виват, Фокс 1 при весеннем сроке посева (табл. 3).

3. Содержание протеина в зерне сортов ячменей-двуручек в зависимости от сроков сева по предшественникам черный пар и подсолнечник, % (2019 г.)

3. Protein percentage in the facultative barley varieties, sown in weedfree fallow and after sunflower depending on sowing periods, % (2019)

№ п/п	Сорт	Предшественник			
		черный пар		подсолнечник	
		осенний срок	весенний срок	осенний срок	весенний срок
1.	Виват	10,9	15,3	9,0	14,1
2.	Фокс 1	10,4	15,7	8,5	13,3
3.	Ерема	10,1	15,3	8,9	15,2
4.	Тимофей	10,8	15,1	8,7	13,3
5.	Тигр	10,9	14,4	8,6	13,2
6.	Мастер	10,4	13,8	7,9	12,5
7.	Маруся	10,3	14,8	8,4	13,7
8.	Достойный	10,5	14,0	8,3	12,9
9.	Странник	–	15,9	–	12,8

Выводы. В среднем за три года исследований при посеве в осенний срок по черному пару стандартный сорт-двуручка ячменя Достойный обеспечил максимальную урожайность в опыте (6,46 т/га), достоверно на уровне стандарта находились сорта Фокс 1 и Мастер, урожайность которых составила 6,37 и 6,32 т/га соответственно.

При посеве в весенний срок преимущество по урожайности зерна отмечено на сорте ярового ячменя Странник – 2,95 т/га. На других изучаемых сортах отмечена тенденция к снижению урожайности, но лучшими являлись скороспелые сорта Мастер (2,92 т/га), Тигр (2,88 т/га) и Фокс 1 (2,70 т/га), которые в 2018 и 2019 гг. достоверно превысили стандарт Достойный.

В 2018 г. при осеннем посеве по предшественнику подсолнечник сорта Виват и Тигр сформировали урожайность на уровне стандарта – 1,55 и 1,63 т/га соответственно. В 2019 г. лучшие результаты отмечены у сортов Тимофей – 3,62 т/га (+0,17 т/га к стандарту) и Мастер (+0,10 т/га).

При посеве весной в более благоприятных условиях 2019 г. сорта-двуручки Фокс 1 и Мастер сформировали урожайность 1,89 т/га, достоверно (на 0,64 т/га) превысив стандарт Достойный. По предшественнику подсолнечник в среднем за годы проведения исследований выделились сорта Мастер – 1,2 т/га (+0,32 т/га к стандарту) и Фокс 1 – 1,03 т/га (+0,15 т/га).

Библиографические ссылки

1. Агроклиматический справочник по Крымской области. Л.: Гидрометеиздат, 1959. 135 с.
2. Гусев В. П., Колесниченко В. Т. Почвы сельскохозяйственной опытной станции и прилегающих районов Крымских степей // Труды Крымской Государственной сельскохозяйственной опытной станции. 1955. Т. 1. С. 21–49.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: ООО «Группа Компаний Море», 2019. Вып. 1. 384 с.
5. Половицкий И. Я., Гусев П. Г. Почвы Крыма и повышение их плодородия. Симферополь: Таврия, 1987. 151 с.
6. Радченко Л. А., Радченко А. Ф., Ганоцкая Т. Л. Продуктивность и качество зерна сортов-двуручек при возделывании в условиях Крыма // Таврический вестник аграрной науки. 2019. № 2(18). С. 78–85.
7. Филиппов Е. Г., Донцова А. А. Селекция озимого ячменя. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2014. 208 с.
8. Агрокліматичний довідник по Автономній Республіці Крим (1986–2005 pp.): довідкове видання. Симферополь: ЦГМ в АРК, 2011. 344 с.

References

1. Agroklimaticheskij spravocnik po Krymskoj oblasti [Agroclimatic reference book for the Crimean region]. L.: Gidrometeoizdat, 1959. 135 s.
2. Gusev V. P., Kolesnichenko V. T. Pochvy sel'skohozyajstvennoj opytnoj stancii i prilegayushchih rajonov Krymskih stepej [Soils of the agricultural experimental station and adjacent areas of the Crimean steppes] // Trudy Krymskoj Gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj opytnoj stancii. 1955. T. 1. S. 21–49.
3. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of research results)]. M.: Kniga po trebovaniyu, 2012. 352 s.
4. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Methodology of the State Variety Testing of agricultural crops]. M.: ООО "Gruppa Kompanij More", 2019. Vyp. 1. 384 s.
5. Polovickij I. Ya., Gusev P. G. Pochvy Kryma i povyshenie ih plodorodiya [Crimea soils and their fertility improvement]. Simferopol': Tavriya, 1987. 151 s.
6. Radchenko L. A., Radchenko A. F., Ganockaya T. L. Produktivnost' i kachestvo zerna sortov-dvuruchek pri vozdeleyvanii v usloviyah Kryma [Productivity and quality of the facultative grain varieties cultivated in the Crimea] // Tavricheskij vestnik agrarnoj nauki. 2019. № 2(18). S. 78–85.
7. Filippov E. G., Doncova A. A. Selekcija ozimogo yachmenya [Winter barley breeding]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2014. 208 s.
8. Агрокліматичний довідник по Автономній Республіці Крим (1986–2005 рр.): довідкове видання. Сімферополь: ЦГМ в АРК, 2011. 344 с.

Поступила: 19.03.20; принята к публикации: 16.09.20.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Радченко Л. А., Радченко А. Ф., Ганоцкая Т. Л. – закладка опыта, проведение фенологических наблюдений, анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи; Филиппов Е. Г., Донцова А. А. – анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

УРОЖАЙНОСТЬ И ПАРАМЕТРЫ АДАПТИВНОСТИ СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ СЕЛЕКЦИИ ФГБНУ «АНЦ «ДОНСКОЙ» В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЗОНЫ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В. Л. Чернова, агроном лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, Chernova26111999@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-0451-2711;

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

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

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

В статье представлены результаты трехлетнего (2017–2019 гг.) изучения 11 сортов озимой мягкой пшеницы в конкурсном сортоиспытании по урожайности, экологической стабильности и пластичности. Цель исследования – дать оценку экологической пластичности и стабильности сортов озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» в условиях южной зоны Ростовской области. По результатам данных урожайности установлено, что в среднем урожайность за 2017–2019 гг. составила 9,72 т/га. Наибольшая урожайность отмечена у сортов Раздолье, Донская степь и Универ. В наших исследованиях высокой пластичностью, то есть широкой экологической адаптивностью, отличались сорта Раздолье (1,26), Универ (1,09) и стандартный сорт Ермак (1,06) – эти сорта положительно отзывались на улучшение условий выращивания и относятся к сортам интенсивного типа. Два сорта – Юбилей Дона и Рубин Дона с коэффициентом регрессии 1,00 являются самыми пластичными, их изменение урожайности точно соответствует изменению условий выращивания. Максимальную стабильность по годам показал сорт Этюд (0,00). На основании проведенных исследований установлено, что самая высокая устойчивость к стрессу была у сорта Этюд (–4,14), остальные сорта имели среднее значение этого показателя. Максимальное значение признака «генетическая гибкость» наблюдалось у следующих сортов: Раздолье (10,09), Универ (9,58) и Донская степь (9,53). Наибольшие показатели гомеостатичности отмечены у сортов Шеф ($H_{om} = 10,09$), Этюд ($H_{om} = 9,58$), Донская степь ($H_{om} = 9,53$). Учитывая комплекс таких показателей, как пластичность, стабильность и гомеостатичность, сорта Донская степь и Универ можно отнести к наиболее адаптивным из всех изученных в данной работе сортов.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, урожайность, экологическая пластичность, коэффициент вариации, стрессоустойчивость, гомеостатичность, пластичность, стабильность, селекционная ценность, корреляция.

Для цитирования: Чернова В. Л., Подгорный С. В., Скрипка О. В. Урожайность и параметры адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» в условиях южной зоны Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2020. № 5(71). С. 21–25. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-21-25.



PRODUCTIVITY AND ADAPTABILITY PARAMETERS OF THE WINTER BREAD WHEAT VARIETIES DEVELOPED AT THE AGRICULTURAL RESEARCH CENTER “DONSKOY” IN THE SOUTHERN PART OF THE ROSTOV REGION

V. L. Chernova, agronomist of the laboratory for breeding and seed production of winter common wheat of intensive type, Chernova26111999@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-0451-2711;

S. V. Podgorny, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for breeding and seed production of winter common wheat of intensive type, ORCID ID: 0000-0002-8438-1327;

O. V. Skripka, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for breeding and seed production of winter common wheat of intensive type, ORCID ID: 0000-0002-6183-8312
Agricultural Research Center “Donskoy”,

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

The current paper has presented the three year study results (2017–2019) of the 11 winter bread wheat varieties in a competitive variety testing for productivity, environmental stability and adaptability. The purpose of the current study was to assess the ecological adaptability and stability of the winter bread wheat varieties developed at the FSBSI “Agricultural Research Center “Donskoy” in the southern part of the Rostov region. According to the data, it was found that the average productivity for 2017–2019 was 9.72 t/ha. The highest productivity was obtained in the varieties ‘Razdolye’, ‘Donskaya Stepp’ and ‘Univer’. In the current study the varieties ‘Razdolye’ (1.26), ‘Univer’ (1.09) and the standard variety ‘Ermak’ (1.06) were characterized with great ecological adaptability, these varieties positively responded to the improvement of growing conditions and belonged to the varieties of intensive type. The two varieties ‘Yubiley Dona’ and ‘Rubin Dona’ with a regression coefficient of 1.00 were the most adaptable ones, their productivity change precisely corresponded to the changes in growing conditions. The maximum stability over the years was shown by the variety ‘Etude’ (0.00). The study has proved that the highest stress resistance was demon-

strated by the variety 'Etude' (–4.14), the other varieties have shown middle values of the trait. The maximum value of genetic flexibility was identified in the varieties 'Razdolye' (10.09), 'Univer' (9.58) and 'Donskaya Stepp' (9.53). The highest homeostatic indices were identified in the varieties 'Shef' ($H_{om} = 10.09$), 'Etude' ($H_{om} = 9.58$), 'Donskaya Stepp' ($H_{om} = 9.53$). Taking into consideration the complex of such indicators as adaptability, stability and homeostaticity, the varieties 'Donskaya Stepp' and 'Univer' can be charged as the most adaptive varieties among all studied.

Keywords: winter wheat, variety, productivity, ecological adaptability, coefficient of variation, stress resistance, homeostaticity, adaptability, breeding value, corelation.

Введение. Изменение климата и широко-масштабное загрязнение окружающей среды выдвигают дополнительные требования к созданию новых сортов озимой пшеницы, которые будут способны давать стабильную урожайность в любых условиях (Ионова и Газе, 2013).

Следует отметить, что формирование уровня урожайности во многом зависит от взаимодействия генотипа с условиями среды, которое не всегда позволяет реализовать потенциальные возможности сорта. При этом только высокая адаптивность сортов позволяет им быть стабильными при изменяющихся условиях возделывания. Существует мнение, что они наиболее адаптированы к тем условиям, в которых они создавались (Неттевич, 2001).

В связи с глобальными изменениями климатических условий выращивания сельскохозяйственных культур существует настоятельная потребность внедрения в селекционный процесс принципов и методов адаптивной селекции. Оценку реакции генотипов на изменение условий окружающей среды следует проводить как на уровне исходного материала, так и на завершающих фазах селекционного процесса. Для высокоэффективной селекции на адаптивность и стабильность первостепенное значение имеет определение направления и тесноты связи важных признаков урожайности к параметрам пластичности в местных условиях, где будут внедрять создаваемые сорта. В селекции очень важно, наряду с оценкой уровня урожайности, знать характер реакции на условия среды. Показатели реакции генотипов на изменение условий среды характеризуют свойства сорта – его пластичность и стабильность (Клыков и др., 2014; Ашиев и др., 2019).

Экологические исследования позволяют выявить действие биотических и абиотических факторов среды и установить степень их влияния на рост, развитие и урожайность культуры. Высокая чувствительность сортов к неблагоприятным условиям заметно сужает ареал их распространения в другие экологические зоны. Именно поэтому расширение нормы реакции сортов на условия внешней среды является основной задачей селекционеров и технологов, особенно для регионов со стрессовыми условиями гидротермичности. Для возделывания в сельскохозяйственном производстве необходимы агроэкологические специализированные сорта, способные обеспечить стабильный уровень урожайности в изменяющихся условиях среды (Самофалов и Подгорный, 2014; Ашиев и др., 2017).

Материалы и методы исследований. Полевые исследования проводили на базе ФГБНУ «АНЦ «Донской» в лаборатории селек-

ции озимой мягкой пшеницы интенсивного типа в течение трех лет (2017–2019 гг.).

Материалом послужили 11 перспективных и коммерческих сортов озимой мягкой пшеницы интенсивного типа в конкурсном сортоиспытании. Исследования проводили согласно методике государственного сортоиспытания (1989) и методике полевого опыта (2014).

В качестве стандарта был использован сорт мягкой озимой пшеницы Ермак. Предшественник – сидеральный пар. Посев проводили навесной сеялкой Wintersteiger Plotseed S обычным рядовым способом. Норма высева – 4,5 млн всхожих зерен на 1 га, глубина заделки – 5–6 см. Площадь делянки – 10 м²; повторность – шестикратная; расположение – систематическое в 6 ярусов в шахматном порядке. Уборку урожая проводили малогабаритным комбайном Wintersteiger Classic однофазным способом при полной спелости зерна.

Статистическую обработку результатов исследований выполняли с использованием программы Microsoft Office 2010 и Statistica 10. Адаптивные свойства новых сортов определяли по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell в изложении В. А. Зыкина (1984). Гомеостатичность урожайности сортов пшеницы определяли по методике В. В. Хангильдина (1981) с учетом следующих параметров: стрессоустойчивость, генетическая гибкость, коэффициент вариации, селекционная ценность.

Обилие осадков и не очень жаркий температурный режим 2016/2017 с.-х. г. способствовали росту и развитию озимой пшеницы, а также формированию хорошей урожайности.

Условия 2017/2018 с.-х. г. характеризовались повышенным температурным режимом в весенне-летний период и неравномерным распределением осадков в течение года. Однако растения озимой пшеницы не испытывали недостатка во влаге в весенне-летний период, что способствовало формированию высокой урожайности.

2018/2019 с.-х. г. характеризовался повышенным температурным режимом и неравномерным распределением осадков в течение года. Негативное воздействие атмосферной и почвенной засухи привело к образованию щуплого зерна и, как следствие, более низкой урожайности, чем в предыдущие годы.

Результаты и их обсуждение. За 3 года исследований изучаемые сорта озимой пшеницы по-разному реализовали свой генетический потенциал продуктивности.

По результатам оценки сортов озимой мягкой пшеницы установлено, что в среднем урожайность за 2017–2019 гг. составила 9,72 т/га. (табл. 1).

1. Урожайность сортов озимой мягкой пшеницы, т/га (2017–2019 гг.)
1. Productivity of the winter bread wheat varieties, t/ha (2017–2019)

Сорта	Годы			Средняя	± к стандарту
	2017	2018	2019		
Ермак, ст.	10,59	11,02	5,98	9,20	–
Аксинья	10,38	10,74	6,28	9,13	–0,07
Находка	10,63	10,94	6,56	9,38	0,18
Этюд	10,70	10,74	6,60	9,35	0,15
Шеф	10,70	10,99	6,74	9,48	0,28
Донская степь	11,83	11,32	7,22	10,12	0,92
Юбилей Дона	11,51	11,14	6,78	9,81	0,61
Универ	12,36	11,14	6,80	10,10	0,90
Зодиак	10,93	11,13	6,76	9,61	0,41
Раздолье	13,06	12,64	7,13	10,94	1,74
Рубин Дона	11,05	11,61	6,77	9,81	0,61
Среднее	11,25	11,22	6,69	9,72	0,52
НСР ₀₅ = 0,71	–	–	–	–	–

Варьирование урожайности по годам находится в пределах от 5,98 т/га у сорта Ермак до 13,06 т/га у сорта Раздолье.

Наибольшую урожайность в среднем за годы исследований сформировали сорта Раздолье (10,94 т/га), Донская степь (10,12 т/га) и Универ (10,10 т/га), при одновременно высокой ее изменчивости по годам превышение над стандартом составило 1,74, 0,92 т/га и 0,90 т/га соответственно.

Такие колебания урожайности позволяют утверждать, что сорт как генетическая система специфически реагирует на внешние факторы среды.

После дисперсионного анализа урожайности и установления факта взаимодействия «генотип – среда» для исследуемых сортов

провели оценку параметров экологической пластичности и стабильности.

В наших исследованиях высокой пластичностью, то есть широкой экологической адаптивностью, обладали сорта Раздолье (1,26), Универ (1,09) и стандартный сорт Ермак (1,06) – они положительно отзывались на улучшение условий выращивания и относятся к сортам интенсивного типа. Два сорта – Юбилей Дона и Рубин Дона с коэффициентом регрессии 1,00 являются самыми пластичными, их изменение урожайности соответствует изменению условий выращивания. Остальные сорта – Аксинья, Находка, Этюд, Шеф и Зодиак не снижают значительно урожайности при ухудшении условий выращивания (табл. 2).

2. Параметры экологической пластичности, стабильности и гомеостатичности сортов озимой пшеницы (2017–2019 гг.)

2. Parameters of ecological adaptability, stability and homeostaticity of the winter wheat varieties (2017–2019)

Сорта	$Y_2 \min$	$Y_1 \max$	X_i	CV, %	$Y_2 \min - Y_1 \max$	$(Y_2 \min + Y_1 \max)/2$	H_{om}	bi	$S^2 di$	Sc
Ермак, ст.	5,98	11,02	9,20	30,4	–5,04	8,50	6,01	1,06	0,11	4,99
Аксинья	6,28	10,74	9,13	27,1	–4,46	8,51	7,56	0,94	0,09	5,35
Находка	6,56	10,94	9,38	26,1	–4,38	8,75	8,21	0,93	0,06	5,62
Этюд	6,60	10,74	9,35	25,4	–4,14	8,67	8,88	0,91	0,00	5,74
Шеф	6,74	10,99	9,48	25,1	–4,25	8,87	8,91	0,90	0,05	5,81
Донская степь	7,22	11,83	10,12	25,0	–4,61	9,53	8,80	0,96	0,11	6,18
Юбилей Дона	6,78	11,51	9,81	26,8	–4,73	9,14	7,73	1,00	0,06	5,78
Универ	6,80	12,36	10,10	28,9	–5,56	9,58	6,27	1,09	0,70	5,55
Зодиак	6,76	11,13	9,61	25,7	–4,37	8,95	8,58	0,94	0,02	5,84
Раздолье	7,13	13,06	10,94	30,3	–5,93	10,09	6,09	1,26	0,07	5,97
Рубин Дона	6,77	11,61	9,81	26,9	–4,84	9,19	7,53	1,00	0,18	5,73

$Y_1 \max$ – максимальное значение признака; $Y_2 \min$ – минимальное значение признака; CV – коэффициент вариации; $(Y_2 \min - Y_1 \max)$ – стрессоустойчивость; $(Y_2 \min + Y_1 \max)/2$ – генетическая гибкость; H_{om} – гомеостатичность; bi – пластичность; $S^2 di$ – стабильность; (Sc) – селекционная ценность.

Самым нестабильным за годы исследования был сорт Универ (0,70), также меньшей стабильностью обладали сорта Рубин Дона (0,18), Донская степь (0,11) и Ермак (0,11). У всех остальных сортов стабильность находилась на высоком уровне – от 0,02 (Зодиак) до 0,09 (Аксинья). Максимальную стабильность по годам показал сорт Этюд (0,00).

Важным показателем адаптивности сортов является их устойчивость к стрессу, уровень которой определяется как разница между минимальной и максимальной урожайностью ($Y_2 - Y_1$). Этот параметр имеет отрицательный знак, поэтому чем он меньше, тем выше стрессоустойчивость сорта.

На основании проведенных исследований установлено, что самая высокая устойчивость к стрессу была у сорта Эюд (–4,14), остальные сорта имели среднее значение этого показателя.

Средняя урожайность сортов в контрастных (стрессовых и нестрессовых) условиях $(Y_1 + Y_2)/2$ характеризует их генетическую гибкость. Высокие значения этого показателя указывают на большую степень соответствия между генотипом сорта и факторами окружающей среды. В ходе анализа максимальное значение этого признака отмечено у сортов Раздолье (10,09), Универ (9,58) и Донская степь (9,53).

Для оценки стабильности сортов в наших исследованиях определен показатель гомеостатичности (H_{om}), который характеризует ценность генотипа сорта. Чем выше его значение, тем выше оценивается сорт пригодностью к условиям выращивания. Наибольшее значение этого показателя у следующих сортов: Шеф ($H_{om} = 10,09$), Эюд ($H_{om} = 9,58$), Донская степь ($H_{om} = 9,53$).

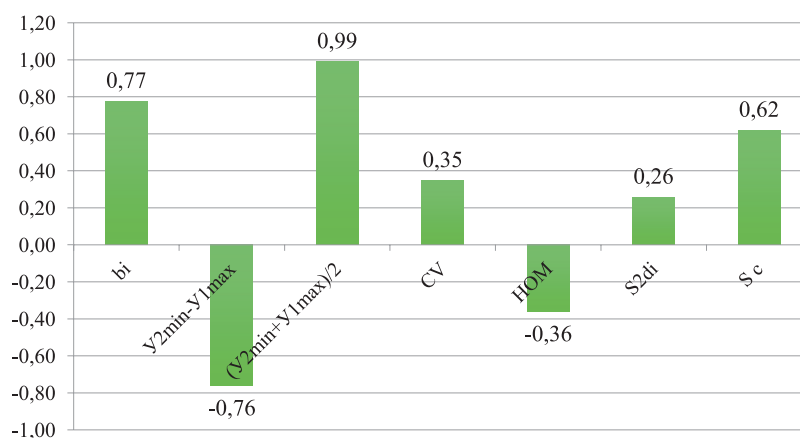
Экологический коэффициент вариации (V , %) показывает степень изменчивости средней арифметической: до 10% – низкая пестрота, 10–20% – средняя и более 20% – высокая. В наших исследованиях коэффициенты вариации высокие и практически не отличаются (от 25,0 до 30,4%).

Для практической селекции существенное значение приобретает величина показателя селекционной ценности (S_c). Чем выше значение этого показателя, тем более ценным в селекционном плане является сорт. Самый высокий показатель селекционной ценности был у сорта Донская степь (6,18).

При оценке приспособленности озимой пшеницы к различным условиям выращивания особое значение приобретает вопрос о знании детерминированной взаимосвязи между урожайностью и параметрами адаптивности. Важно знать взаимосвязи между параметрами, наиболее широко применяющимися для оценки адаптивных свойств сельскохозяйственных культур. Это позволит селекционерам целенаправленнее вести поиск ценных адаптивных форм с целью повышения урожайности зерна.

В результате проведенного корреляционного анализа между урожайностью и параметрами адаптивности наблюдались сильные положительные связи с генетической гибкостью ($r = 0,99$), экологической пластичностью ($r = 0,77$), селекционной ценностью ($r = 0,62$), а также высокая отрицательная связь между стрессоустойчивостью ($r = -0,76$).

Между коэффициентом вариации ($r = 0,35$), гомеостатичностью ($r = -0,36$) и стабильностью ($r = 0,26$) коэффициенты корреляции незначимы (рис. 1).



*значимо на 5% уровне.

Рис. 1. Корреляционные связи между урожайностью и параметрами адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы

Fig. 1. Correlation between productivity and adaptability parameters of the winter wheat varieties

Анализируя полученные взаимосвязи между урожайностью и параметрами адаптивности, можно сделать вывод, что на высокую урожайность изучаемых сортов в большей мере повлияли экологическая пластичность и генетическая гибкость к условиям окружающей среды, но высокий отрицательный коэффициент стрессоустойчивости говорит о том, что при неблагоприятных условиях года урожайность значительно снижается.

Выводы. На основании проведенных трехлетних исследований были выделены следующие сорта: Донская степь, обладающий высокой генетической гибкостью (9,53), стабильностью (0,11), гомеостатичностью (8,88) и селекционной ценностью (6,18); Эюд – со значительной стрессоустойчивостью (–4,14) и гомеостатичностью (8,88), а также Универ – с генетической гибкостью (9,58), экологической пластичностью (1,05)

и стабильностью (0,70) в условиях южной зоны Ростовской области.

Выделившиеся сорта показали себя как наиболее адаптивные к условиям возделывания в данном регионе, они могут быть использова-

ны в селекционных программах на повышение адаптивности, гомеостатичности и стрессоустойчивости в сочетании с высоким потенциалом урожайности озимой пшеницы.

Библиографические ссылки

1. Ашиев А. Р., Хабибулин К. Н., Скулова М. В. Агроэкологическая оценка новых линий сои селекции «Аграрного научного центра «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 7–11.
2. Ашиев А. Р., Хабибулин К. Н., Скулова М. В. Оценка урожайности перспективных линий сои селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2017. № 6(54). С. 27–29.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е., перераб. и дополн. М.: Альянс, 2014. 351 с.
4. Зыкин В. А. Экологическая пластичность сельскохозяйственных растений. Уфа, 2011. 97 с.
5. Ионова Е. В., Газе В. Л. Перспективы использования адаптивного районирования и адаптивной селекции сельскохозяйственных культур (обзор) // Зерновое хозяйство России. 2013. № 3(27). С. 19–21.
6. Клыков А. Г., Моисеенко Л. М., Муругова Г. А., Ростовская М. Ф., Боярова М. Д. Влияние абиотических факторов на урожайность и качество зерна ярового ячменя в степной зоне Приморского края // Вестник Россельхозакадемии. 2014. № 3. С. 43–45.
7. Неттевич Э. Д. Влияние условий возделывания и продолжительности изучения на результаты оценки сорта по урожайности // Вестник РАСХН. 2001. № 3. С. 34–38.
8. Самофалов А. П., Подгорный С. В. Исходный материал в селекции озимой пшеницы на продуктивность // Аграрный вестник Урала. 2014. № 5(123). С. 13–16.
9. Хангильдин В. В., Литвиненко Н. А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы // Науч.-техн. бюл. ВСГИ. 1981. Вып. 39. С. 8–14.
10. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science. 1966. Vol. 6, no. 1. Pp. 36–40.

References

1. Ashiev A. R., Habibulin K. N., Skulova M. V. Agroekologicheskaya ocenka novykh linij soi selekcii "Agrarnogo nauchnogo centra "Donskoj" [Agroecological estimation of the new soybean lines developed in the Agricultural Research Center "Donskoy"] // Zernovoe hozayajstvo Rossii. 2019. № 6(66). S. 7–11.
2. Ashiev A. R., Habibulin K. N., Skulova M. V. Ocenka urozhajnosti perspektivnykh linij soi selekcii FGBNU "ANC "Donskoj" [Estimation of the productivity of promising soybean lines developed in the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"] // Zernovoe hozayajstvo Rossii. 2017. № 6(54). S. 27–29.
3. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of research results)]. Izd. 5-e., pererab. i dopoln. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
4. Zykin V. A. Ekologicheskaya plastichnost' sel'skohozyajstvennykh rastenij [Ecological adaptability of agricultural plants]. Ufa, 2011. 97 s.
5. Ionova E. V., Gaze V. L. Perspektivy ispol'zovaniya adaptivnogo rajonirovaniya i adaptivnoj selekcii sel'skohozyajstvennykh kul'tur (obzor) [Prospects for the use of adaptive zoning and adaptive breeding of agricultural crops (review)] // Zernovoe hozayajstvo Rossii. 2013. № 3(27). S. 19–21.
6. Klykov A. G., Moiseenko L. M., Murugova G. A., Rostovskaya M. F., Boyarova M. D. Vliyanie abioticheskikh faktorov na urozhajnost' i kachestvo zerna yarovogo yachmenya v stepnoj zone Primorskogo kraja [Influence of abiotic factors on spring barley productivity and grain quality in the steppe zone of Primorsky Krai] // Vestnik Rossel'hozokademii. 2014. № 3. S. 43–45.
7. Nettevich E. D. Vliyanie uslovij vozdeleyvaniya i prodolzhitel'nosti izucheniya na rezul'taty ocenki sorta po urozhajnosti [Influence of cultivation conditions and duration of study on the estimation of the variety productivity] // Vestnik RASKHN. 2001. № 3. S. 34–38.
8. Samofalov A. P., Podgorniy S. V. Iskhodnyj material v selekcii ozimoy pshenicy na produktivnost' [Initial material in the winter wheat breeding for productivity] // Agrarnyj vestnik Urala. 2014. № 5(123). S. 13–16.
9. Hangil'din V. V., Litvinenko N. A. Gomeostatichnost' i adaptivnost' sortov ozimoy pshenicy [Homeostaticity and adaptability of winter wheat varieties] // Nauch.-tekhn. byul. VSGL. 1981. Vyp. 39. S. 8–14.
10. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science. 1966. Vol. 6, no. 1. Pp. 36–40.

Поступила: 27.07.20; принята к публикации: 18.09.20.

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. Чернова В. Л. – сбор данных, подготовка рукописи, финальная доработка текста; Подгорный С. В. – анализ данных и их интерпретация; Скрипка О. В. – общее научное руководство, концептуализация исследований.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ТВЕРДОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

М. Г. Евдокимов, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории селекции твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0001-9919-2329;

В. С. Юсов, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией селекции твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-4159-3872;

И. В. Пахотина, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией качества зерна, ORCID ID: 0000-0002-9709-1951

ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»,
644012, Омск, пр. Королева, 26; e-mail: misha-emg@rambler.ru

Цель исследований заключалась в выявлении влияния метеорологических факторов на урожайность и показатели качества зерна твердой яровой пшеницы в условиях Западной Сибири. Исследования проводились в ФГБНУ «Омский АНЦ» в 1981–2019 гг. Объектом исследований являлся сорт твердой яровой пшеницы Алмаз, который испытывали в питомниках конкурсного сортоиспытания по следующим признакам: урожайность, натура, стекловидность зерна, содержание белка и клейковины, ИДК, цвет макарон. Средняя урожайность в годы исследований составила 2,51 т/га, различия между показателями в неблагоприятные (1,54 т/га) и благоприятные (3,48 т/га) годы достигали 1,94 т/га. Натура зерна в более увлажненные годы была на 22 г/л выше, чем в экстремальные; стекловидность зерна – на 5%. Содержание белка и клейковины, цветовая оценка макарон были выше в неблагоприятные годы (соответственно на 1,60%, 4,3%, 0,2 балла) по сравнению с благоприятными. Установлено, что урожайность положительно связана с осадками мая и 1-й декады июля, относительной влажностью мая, июня; отрицательная связь отмечена с температурой воздуха в июне. Натура зерна имеет отрицательную зависимость от осадков (в 1-й и 2-й декадах) и относительной влажности воздуха в августе по всем декадам. На стекловидность зерна положительное влияние оказывают температура в мае и осадки в июле (1-й декады). Содержание белка в зерне отрицательно связано с осадками и относительной влажностью воздуха в мае, июне и июле (в 1-й и 3-й декадах). Среднесуточная температура мая и июля положительно влияет на содержание белка в зерне. Содержание клейковины имеет положительную связь с температурой в мае и в 3-й декаде июля. Отрицательная зависимость этого показателя наблюдается с осадками мая, июня и 3-й декады июля, с относительной влажностью воздуха в мае, июне, июле (в 1-й и 3-й декадах), августе (3-я декада). Цвет макарон отрицательно связан с осадками и относительной влажностью воздуха июля (3-я декада) и августа (1–2-я декады).

Ключевые слова: твердая яровая пшеница, урожайность, температура, осадки, относительная влажность воздуха, гидротермический коэффициент, корреляция.

Для цитирования: Евдокимов М. Г., Юсов В. С., Пахотина И. В. Зависимость урожайности и качества зерна твердой яровой пшеницы от метеорологических факторов в южной лесостепи Западной Сибири // Зерновое хозяйство России. 2020. № 5(71). С. 26–31. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-26-31.



CORRELATION BETWEEN PRODUCTIVITY AND GRAIN QUALITY OF SPRING DURUM WHEAT AND METEOROLOGICAL FACTORS IN THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF THE WESTERN SIBERIA

M. G. Evdokimov, Doctor of Agricultural Sciences, main researcher of the laboratory for durum wheat breeding, 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;

I. V. Pakhotina, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory for grain quality, ORCID ID: 0000-0002-9709-1951

Omsk Agricultural Research Center,
644012, Omsk, Pr. Koroleva, 26; e-mail: misha-emg@rambler.ru

The purpose of the current study was to identify the effect of meteorological factors on productivity and grain quality indicators of spring durum wheat in the conditions of Western Siberia. The research was carried out in the FSBSI "Omsk Agricultural Research Center" in 1981–2019. The object of the study was the durum spring wheat variety 'Almaz', which was tested in the nurseries of the Competitive Variety Testing according to such traits as productivity, nature weight, hardness of grain, protein and gluten percentage, IDK, pasta color. The average productivity through the years of study was 2.51 t/ha, the differences between indicators in the unfavorable (1.54 t/ha) and favorable (3.48 t/ha) years were 1.94 t/ha. The grain nature weight in the years with good humidity was on 22g/l larger than in the arid years, the hardness of grain was on 5% larger. The protein and gluten percentage, the pasta color value was larger in the unfavorable climatic years (on 1.60%, 4.3%, 0.2 points, respectively), compared with favorable ones. There has been found that the productivity was positively associated with the precipitation in May and the 1st decade of July, relative humidity in May and June; there was established a negative correlation with air temperature in June. The nature weight of grain had a negative dependence on precipitation (1st and 2nd decades) and relative humidity in August for all decades. The hardness of grain was positively affected by temperature in May and precipitation in

July (1st decade). The protein percentage in grain was negatively affected with precipitation and relative air humidity in May, June and July (1st and 3rd decades). Average daily temperatures in May and July had a positive effect on the protein percentage in grain. The gluten percentage had a positive correlation with the temperature in May and in the third decade of July. A negative dependence of this indicator was established with precipitation in May, June and the 3rd decade of July, with the relative humidity in May, June, July (1st and 3rd decades), August (3rd decade). The pasta color was negatively dependent on precipitation and relative humidity in July (3rd decade) and August (1–2nd decades).

Keywords: *spring durum wheat, productivity, temperature, precipitation, relative air humidity, hydrothermal coefficient, correlation.*

Введение. Западная Сибирь по климатическим ресурсам относится к региону рискованного земледелия с резко континентальным климатом, суммой температур более 10 °C 1800–2200 °C и суммой осадков за год 300–450 мм. Продолжительность вегетационного периода составляет 110–130 суток (Агроклиматические ресурсы Омской области, 1971). Уровень урожайности зерновых культур и качество продукции во многом зависят от гидротермических условий в период вегетации. Исследования по сопряженности урожайности твердой яровой пшеницы с осадками и температурой воздуха в отдельные периоды развития показали неоднозначность их роли в условиях Западной Сибири (Евдокимов и Юсов, 2008; Розова и др., 2010), Южного Урала (Сандакова, 2014). В то же время твердая пшеница предъявляет повышенные требования к температурному режиму в период формирования и налива зерна. В условиях Западной Сибири, при ограниченном периоде вегетации, процесс образования зерновки, являющийся одним из основных этапов онтогенеза растений, у твердой пшеницы в отдельные годы происходит при недоборе тепла. Поэтому период налива затягивается, что ведет к снижению качества зерна и посевных свойств. Кроме того, этому способствует и посев в поздние сроки, поскольку ставит растения также в неблагоприятный режим теплообеспеченности и формирование зерна сдвигается на сентябрь месяц.

В связи с этим изучение влияния отдельных метеофакторов на формирование качественного зерна является актуальным, поскольку по твердой пшенице в условиях Западной Сибири подобных работ было проведено очень мало. Цель исследований – выявить влияние метеорологических факторов на урожайность и показатели качества зерна твердой яровой пшеницы в условиях Западной Сибири.

Материалы и методы исследований.

Исследования проведены в ФГБНУ «Омский АНЦ» в 1981–2019 гг. Объектом исследований являлся сорт твердой яровой пшеницы Алмаз, который испытывали в питомниках конкурсного сортоиспытания. Опытные делянки площадью 25 м² в 1981–1996 гг., 15 м² в 1997–2004 гг., 10 м² в 2005–2019 гг. размещали в 4 повторениях. Посев проводили сеялкой ССФК-7 с нормой высева 4,5 млн всхожих зерен на 1 га. Срок посева – 14–16 мая. Предшественник – чистый пар. Почва опытного участка – чернозем слабывщелоченный среднегумусный (6,2%) тяжелосуглинистый.

Проведены лабораторные исследования по определению натуры и стекловидности зерна, содержанию белка, клейковины и ее качества, цветовой оценки макарон (Базавлук, 1968; Синицын и др., 1977). Анализ метеоданных проведен по данным Омского гидрометеоцентра (Агрометеорологический бюллетень, 1981–2019). При этом использованы следующие метеофакторы:

- температура воздуха по декадам в период вегетации и налива зерна;
- осадки по декадам в период вегетации и налива зерна;
- относительная влажность воздуха в период вегетации и налива зерна.

Показатель ГТК Г. Т. Селянинова (1928) рассчитан по формуле $K = R \cdot 10 / \sum t$, где K – коэффициент; R – сумма осадков за месяц, мм; $\sum t$ – сумма температур за этот же период, °C. Статистическая обработка полученных данных проведена методами дисперсионного, корреляционного анализа по Б. А. Доспехову (1985). Кластерный анализ проведен с помощью пакета STATISTICA 10, интерпретация результатов (Дюран и Оделл, 1977; Юсов и Евдокимов, 2015).

Результаты и их обсуждение. Метеорологические условия в годы проведения исследований были контрастными. Данные по ГТК за вегетационный период и урожайность были проанализированы с помощью кластерного анализа. В результате было сформировано 3 кластера. Первый кластер – неблагоприятные годы с урожайностью от 0,4 до 1,7 т/га. Второй кластер – умеренные годы с урожайностью от 1,8 до 2,7 т/га. И третий кластер – благоприятные высокоурожайные годы с урожайностью от 2,8 до 4,4 т/га (рис. 1).

Следует отметить, что показатель ГТК за вегетационный период май – август и в летний период июнь – август не всегда объективно характеризует условия формирования продуктивности. Поэтому в группу неблагоприятных лет отнесены 1991, 1992, 1994 гг., несмотря на то, что ГТК в эти годы составлял 1,20–1,44. Урожайность в эти годы была самой низкой (0,41–1,16 т/га) вследствие сильных кратковременных воздушных засух. Ранее было установлено, что урожайность во многом зависит от количества засушливых дней с относительной влажностью менее 30% (Евдокимов и Юсов, 2005). И наоборот, 2004 и 1999 гг. с ГТК в летний период 0,73–0,74 отнесены к группе благоприятных, поскольку в критические периоды развития твердой пшеницы (последняя декада июня – 1 декада июля) в эти годы выпали хорошие осадки (табл. 1).

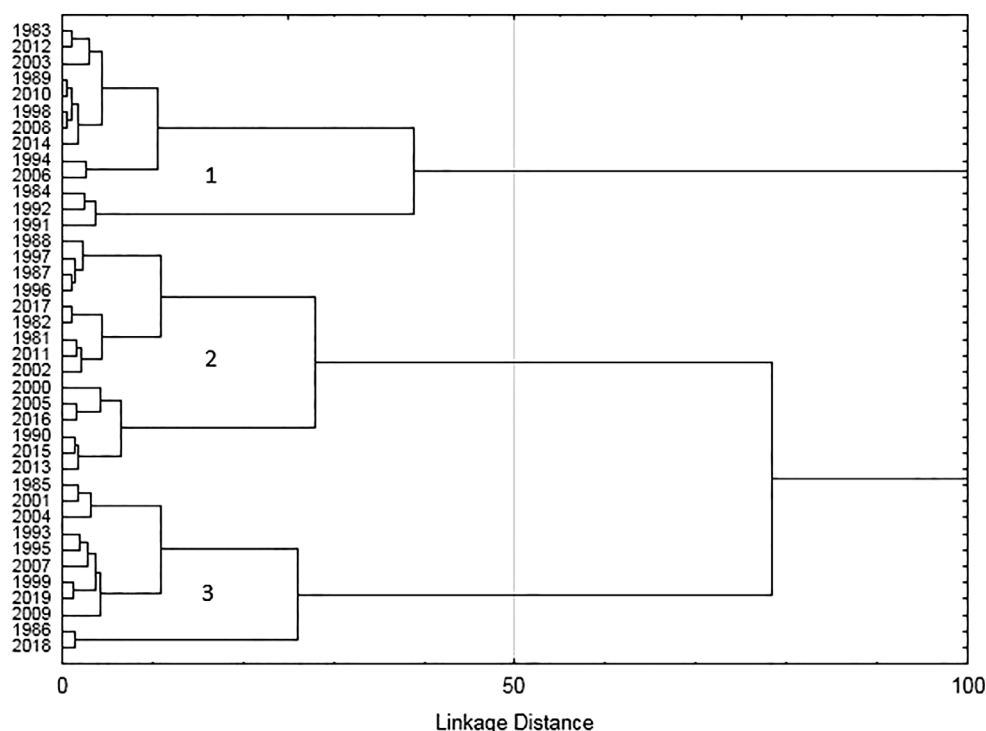


Рис. 1. Дендрограмма показателя ГТК и урожайности в годы проведения исследований
Fig. 1. Dendrogram of the hydrothermal coefficient and productivity in the years of study

1. Урожайность и показатели качества зерна твердой яровой пшеницы в различные по условиям годы
1. Productivity and quality indicators of spring durum wheat in the years with different weather conditions

Показатель	Ед. измерения	Среднее за 1981–2019 гг.	Неблагоприятные годы	Умеренные годы	Благоприятные годы	НСР ₀₅
Урожайность	т/га	2,51	1,54	2,49	3,48	0,26
Натура	г/л	746	735	747	757	12,0
Стекловидность	%	77	74	78	79	4,3
Белок	%	17,01	17,91	16,57	16,31	0,93
Клейковина	%	32,5	34,3	33,0	30,0	2,3
ИДК	ед.	80	80	79	81	5,8
Цвет макарон	балл	3,2	3,3	3,3	3,1	0,2

Средняя урожайность в годы исследований составила 2,51 т/га, различия между показателями в неблагоприятные (1,54 т/га) и благоприятные (3,48 т/га) годы достигали 1,94 т/га. Натура зерна в более увлажненные годы была на 22 г/л выше, чем в экстремальные (при среднем значении 746 г/л), стекловидность зерна – на 5% выше. Содержание белка и клейковины было больше в неблагоприятные годы (соответственно на 1,60 и 4,3%) по сравнению с благоприятными. Существенных различий по показателю ИДК не проявилось, а цветовая оценка макарон на 0,2 балла была выше в экстремальные годы, чем в увлажненные.

Коэффициенты корреляции урожайности и качества зерна с метеоусловиями вегетационного периода представлены в таблице 2.

Положительная корреляция с осадками в мае проявляется по урожайности во второй декаде ($r = 0,28$), в целом за май $r = 0,34$, а отри-

цательная – по содержанию белка в 1-й декаде мая ($r = -0,31$) и клейковины в 1-й и 2-й декадах ($r = -0,33$; $-0,43$). При этом коэффициенты корреляции со среднемесечным количеством осадков также были значимы ($r = -0,30$; $-0,42$). На стекловидность и содержание клейковины положительное воздействие оказывает среднесуточная температура в мае ($r = 0,32$ – $0,44$); она проявляется в 1-й декаде ($r = 0,31$ – $0,32$).

По данным Г. Н. Сандаковой (2012), в условиях Оренбургской области в мае увеличение максимальной температуры воздуха приводит к увеличению стекловидности зерна.

Относительная влажность воздуха второй декады мая положительно влияет на урожайность ($r = 0,28$) и отрицательно – на содержание белка во второй и третьей декадах ($r = -0,28$; $-0,37$) и во всех декадах на содержание клейковины ($r = -0,39$... $-0,46$).

2. Коэффициенты корреляции (r) урожайности и показателей качества зерна с метеозементами (1981–2019 гг.)
2. Coefficients of correlation (r) between productivity, grain quality and the meteorological elements (1981–2019)

Признак	май			июнь			июль			август						
	1	2	3	месяц	1	2	3	месяц	1	2	3	месяц				
Осадки																
Урожайность	0,26	0,28	0,14	0,34	0,17	0,05	0,08	0,15	0,30	-0,04	0,04	0,10	0,03	-0,17	0,20	0,03
Натура	0,12	-0,06	0,12	0,11	0,27	-0,24	0,07	0,06	-0,01	-0,20	-0,10	-0,19	-0,40	-0,34	-0,09	-0,53
Стекловидность	0,02	0,02	-0,10	-0,03	0,30	0,09	-0,14	0,04	0,20	0,18	0,11	0,29	-0,12	0,08	0,12	-0,02
Белок	-0,31	-0,09	-0,16	-0,30	0,13	-0,10	-0,29	-0,22	-0,19	-0,01	-0,18	-0,19	0,01	0,12	-0,10	0,03
Клейковина	-0,33	-0,43	-0,10	-0,42	0,13	-0,31	-0,28	-0,33	-0,32	-0,08	-0,28	-0,31	-0,09	0,03	-0,05	-0,02
ИДК	-0,07	-0,27	0,06	-0,10	0,11	-0,08	0,26	0,26	0,09	-0,01	-0,27	-0,12	0,07	-0,11	0,04	0,03
Цвет макарон	-0,11	0,05	0,09	0,02	0,29	-0,30	-0,16	-0,13	-0,19	-0,12	-0,27	-0,32	-0,26	-0,38	0,07	-0,36
Среднесуточная температура воздуха																
Урожайность	-0,14	-0,17	0,01	-0,23	-0,21	-0,28	-0,20	-0,33	-0,08	-0,02	-0,07	-0,08	-0,10	-0,04	-0,02	-0,08
Натура	-0,07	-0,01	-0,12	-0,14	-0,23	-0,01	-0,02	-0,14	0,05	0,04	0,00	0,04	0,04	0,25	0,39	0,33
Стекловидность	0,31	0,23	0,06	0,32	-0,20	-0,27	0,16	-0,18	0,09	-0,20	-0,03	-0,07	-0,18	-0,19	-0,21	-0,28
Белок	0,10	0,31	0,04	0,25	-0,10	-0,18	-0,02	-0,15	0,26	0,07	0,43	0,34	-0,06	0,00	-0,17	-0,09
Клейковина	0,32	0,21	0,23	0,44	0,09	-0,03	-0,16	-0,03	0,27	0,04	0,29	0,26	0,10	0,15	-0,07	0,10
ИДК	0,00	0,27	0,25	0,25	0,16	0,00	-0,13	0,04	0,00	0,18	0,18	0,17	-0,15	0,09	0,02	-0,04
Цвет макарон	0,09	-0,08	0,14	0,01	-0,13	0,15	0,07	0,04	0,09	-0,06	0,36	0,17	0,13	0,31	-0,07	0,16
Относительная влажность воздуха																
Урожайность	0,17	0,28	0,19	0,33	0,28	0,25	0,17	0,33	0,17	0,29	0,02	0,08	-0,04	-0,21	0,19	0,00
Натура	0,05	0,00	0,24	0,22	0,30	0,02	0,02	0,22	-0,02	-0,15	-0,17	-0,27	-0,44	-0,41	-0,16	-0,53
Стекловидность	-0,04	-0,01	-0,10	-0,09	0,02	0,09	-0,09	-0,09	-0,08	0,28	0,21	0,19	0,14	0,10	0,04	0,16
Белок	-0,25	-0,37	-0,28	-0,56	-0,07	-0,04	-0,21	-0,56	-0,45	-0,02	-0,29	-0,30	-0,03	-0,05	-0,34	-0,11
Клейковина	-0,43	-0,46	-0,39	-0,62	-0,12	-0,09	-0,20	-0,62	-0,51	-0,26	-0,44	-0,48	-0,25	-0,21	-0,42	-0,34
ИДК	-0,10	-0,13	0,01	-0,13	0,13	0,10	0,17	-0,13	0,05	0,06	-0,15	0,00	0,10	0,03	0,07	0,05
Цвет макарон	-0,13	-0,11	-0,13	-0,18	0,06	-0,14	-0,19	-0,18	-0,29	-0,18	-0,43	-0,42	-0,34	-0,52	-0,33	-0,36

На 5%-м уровне значимости $\gamma > 0,28$; на 1%-м – $\gamma > 0,37$.

В июне отмечено отрицательное влияние температуры на урожайность ($r = -0,33$) и положительное – относительной влажности воздуха. С содержанием белка отрицательная связь проявилась с относительной влажностью ($r = 0,56$), а с содержанием клейковины – отрицательная корреляция с осадками ($r = -0,33$) и с относительной влажностью ($r = -0,62$). По декадам месяца картина следующая: проявилась положительная корреляция натуры с осадками 1-й декады ($r = 0,30$) и отрицательная – белка с осадками 3-й декады ($r = -0,29$), а также клейковины с осадками 2-й и 3-й декад ($r = 0,28-0,31$). Влияние температуры воздуха (отрицательное) на урожайность отмечено в 1-й декаде ($r = -0,28$). Относительная влажность 1-й декады положительно воздействует на урожайность и натуру зерна ($r = 0,28-0,30$).

Коэффициенты корреляции месячных осадков июля были достоверными только с клейковиной ($r = -0,31$) и цветом макарон ($r = -0,32$). Расчеты по декадам выявили положительное влияние осадков на урожайность в первой декаде ($r = 0,30$), отрицательное – на содержание клейковины в 1-й и 3-й декадах ($r = -0,32; -0,28$). По цвету макарон по декадам существенных связей не выявлено. Среднесуточная температура за июль оказала положительное воздействие только на содержание белка ($r = 0,34$), но по декадам выявлена положительная связь в третьей декаде с белком ($r = 0,43$), с клейковиной ($r = 0,29$) и цветом макарон ($r = 0,36$). Относительная влажность воздуха отрицательно влияет на содержание белка ($r = -0,30$) и клейковины ($r = -0,48$), а также на цвет макарон ($r = -0,42$). Эти связи ко всем признакам проявляются в 1-й и 3-й декадах. Коэффициенты корреляции – от $-0,29$ до $-0,51$. Кроме того, во второй декаде положительная связь отмечена с урожайностью ($r = 0,29$) и стекловидностью зерна ($r = 0,28$).

В августе проявляется положительная связь натуры зерна с температурой воздуха ($r = 0,33$) и отрицательная – с осадками и относительной влажностью ($r = -0,53$). Отрицательная зависимость от осадков отмечается по цвету макарон ($r = -0,36$), а от относительной влажности – по клейковине и цвету макарон ($r = -0,34-0,36$). По декадам эти связи выглядят следующим образом: в 1–2-й декадах августа отрицательная связь прослеживается с осадками и натурой зерна ($r = -0,40; -0,34$), относительной влажности с натурой ($r = -0,44; -0,41$). Во второй де-

каде с осадками и цветом макарон связь отрицательная ($r = -0,38$), температурой и цветом макарон – положительная ($r = 0,31$). В третьей декаде положительная корреляция получена натуры с температурой воздуха ($r = 0,39$) и отрицательная – белка и клейковины с относительной влажностью ($r = -0,34; -0,42$) и цвета макарон во всех декадах ($r = -0,33...-0,52$) с относительной влажностью воздуха.

Доминирующий вклад в формирование урожайности твердой яровой пшеницы в условиях Западной Сибири вносят осадки и относительная влажность воздуха. В этом заключается существенное отличие от озимой твердой пшеницы, возделываемой на юге европейской части России. Н. Е. Самофаловой с коллегами (2019) выявлено, что основную роль в формировании урожайности озимой твердой пшеницы играет температурный режим, а влияние осадков проявляется через характер их распределения.

Выводы. Установлено, что урожайность твердой яровой пшеницы положительно связана с осадками мая и 1-й декады июля, относительной влажностью мая, июня; отрицательная связь отмечена с температурой воздуха в июне. Натура зерна имеет положительную зависимость от относительной влажности воздуха 1-й декады июня, отрицательную – от осадков и относительной влажности 1-й и 2-й декад августа. На стекловидность зерна положительное влияние оказывают температура в мае и осадки в июне (1-е декады), а также относительная влажность 2-й декады июля. Содержание белка в зерне отрицательно связано с осадками мая и июня (в 1-й и 3-й декадах), относительной влажностью воздуха в мае (во 2-й и 3-й декадах), июне и июле (в 1-й и 3-й декадах), третьей декаде августа. Среднесуточная температура мая и июля положительно влияет на содержание белка в зерне. Содержание клейковины имеет положительную связь с температурой в мае и в 3-й декаде июля. Отрицательная зависимость этого показателя наблюдается с осадками мая (в 1-й и 2-й декадах), июня (во 2-й и 3-й декадах), июля (в 1-й и 3-й декадах), с относительной влажностью воздуха в мае (во всех декадах), июне, июле (в 1-й и 3-й декадах), августе (3-я декада). Цвет макарон отрицательно связан с осадками июля и августа (2-я декада), относительной влажностью воздуха июля (в 1-й и 3-й декадах) и всех декад августа.

Библиографические ссылки

1. Агроклиматические ресурсы Омской области. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 188 с.
2. Агрометеорологический бюллетень. Омск: Омский ЦГМС, 1981–2019.
3. Базавлук И. М. Ускоренный метод полумикро Къельдаля для определения азота в растительном материале при генетических и селекционных исследованиях // Цитология и генетика. 1968. Т. 2, № 3. 249 с.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
5. Дюран Б., Оделл П. М. Кластерный анализ. М.: Статистика, 1977. 128 с.
6. Евдокимов М. Г., Юсов В. С. Зависимость урожайности яровой пшеницы и ее компонентов от метеофакторов в условиях лесостепной зоны Западной Сибири // Доклады РАХН. 2005. № 1. С. 10–13.
7. Евдокимов М. Г., Юсов В. С. Яровая твердая пшеница в Сибирском Прииртышье. Омск: Сфера, 2008. 160 с.

8. Розова М. А., Янченко В. И., Мельник В. М. Экологическая пластичность яровой твердой пшеницы в условиях Алтая. Барнаул: Азбука, 2010. 149 с.
9. Самофалова Н. Е., Дубинина О. А., Самофалов А. П., Иличкина Н. П. Роль метеофакторов в формировании продуктивности озимой твердой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2019. № 5(65). С. 18–23. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-65-5-18-23.
10. Сандакова Г. Н. Модели погодных условий и агротехнических приемов возделывания для формирования высококачественного зерна яровой твердой пшеницы в центральной зоне Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного университета. 2014. № 5. С. 21–24.
11. Сандакова Г. Н. Научно обоснованные параметры модели погодных условий для формирования высококачественного зерна твердой пшеницы в центральной зоне Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного университета. 2012. № 5. С. 33–37.
12. Селянинов Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата: труды по сельхоз. метеорологии. 1928. Вып. 20. С. 169–178.
13. Синицын С. С., Колмаков Ю. В., Юферова А. И. Новая методика массового определения макаронных свойств пшеницы // Селекция и семеноводство. 1977. № 2. С. 30–34.
14. Юсов В. С., Евдокимов М. Г. Использование кластерного анализа для группировки образцов твердой пшеницы по сходным признакам на примере питомников КАСИБ // Материалы совещания Казахстанско-Сибирской сети по улучшению яровой пшеницы (КАСИБ) в СибНИИРС. Новосибирск, 2015. С. 115–120.

References

1. Agroklimaticheskie resursy Omskoj oblasti [Agroclimatic resources of the Omsk region]. L.: Gidrometeoizdat, 1971. 188 s.
2. Agrometeorologicheskij byulleten' [Agrometeorological bulletin]. Omsk: Omskij CGMS, 1981–2019.
3. Bazavluk I. M. Uskorennyj metod polumikro K¹⁵N dlya opredeleniya azota v rastitel'nom materiale pri geneticheskikh i selekcionnykh issledovaniyakh [Accelerated semi-micro Kjeldahl method for the identification of nitrogen in plant material in genetic and breeding study] // Citologiya i genetika. 1968. T. 2, № 3. 249 s.
4. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
5. Dyuran B., Odell P. M. Klasternyj analiz [Cluster analysis]. M.: Statistika, 1977. 128 s.
6. Evdokimov M. G., Yusov V. S. Zavisimost' urozhajnosti yarovoj tvrdoj pshenicy i ee komponentov ot meteofaktorov v usloviyakh lesostepnoj zony Zapadnoj Sibiri [Dependence of spring durum wheat productivity and its elements on meteorological factors in the forest-steppe zone of Western Siberia] // Doklady RASKHN. 2005. № 1. S. 10–13.
7. Evdokimov M. G., Yusov V. S. Yarovaya tverdaya pshenica v Sibirskom Priirtysh'e [Spring durum wheat in the Siberian Irtysh region]. Omsk: Sfera, 2008. 160 s.
8. Rozova M. A., Yanchenko V. I., Mel'nik V. M. Ekologicheskaya plastichnost' yarovoj tvrdoj pshenicy v usloviyakh Altaya [Ecological adaptability of spring durum wheat in the Altay]. Barnaul: Azbuka, 2010. 149 s.
9. Samofalova N. E., Dubinina O. A., Samofalov A. P., Ilichkina N. P. Rol' meteofaktorov v formirovanii produktivnosti ozimoy tvrdoj pshenicy [The role of meteorological factors in the formation of winter durum wheat productivity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 5(65). С. 18–23. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-65-5-18-23.
10. Sandakova G. N. Modeli pogodnyh uslovij i agrotekhnicheskikh priemov vozdeleyvaniya dlya formirovaniya vysokonaturного зерна yarovoj tvrdoj pshenicy v central'noj zone Orenburgskoj oblasti [Models of weather conditions and agrotechnical methods of cultivation for the formation of high-quality grain of spring durum wheat in the central zone of the Orenburg region] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2014. № 5. S. 21–24.
11. Sandakova G. N. Nauchno obosnovannye parametry modeli pogodnyh uslovij dlya formirovaniya vysokosteklovидного зерна tvrdoj pshenicy v central'noj zone Orenburgskoj oblasti [Scientifically substantiated parameters of the weather model to grow hard grain of durum wheat in the central zone of the Orenburg region] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2012. № 5. S. 33–37.
12. Selyaninov G. T. O sel'skohozyajstvennoj ocenke klimata: trudy po sel'hoz-meteorologii [About agricultural climate assessment: works on agricultural meteorology]. 1928. Vyp. 20. S. 169–178.
13. Sinicyn S. S., Kolmakov Yu. V., Yuferova A. I. Novaya metodika massovogo opredeleniya makaronnyh svojstv pshenicy [New methodology of mass determination of wheat pasta properties] // Selekcija i semenovodstvo. 1977. № 2. S. 30–34.
14. Yusov V. S., Evdokimov M. G. Ispolzovanie klasternogo analiza dlya gruppirovki obrazcov tvrdoj pshenicy po skhodnym priznakam na primere pitomnikov KASIB [The use of cluster analysis for grouping durum wheat samples according to similar characteristics on the example of KASIB plots] // Materialy soveshchaniya Kazahstansko-Sibirskoj seti po uluchsheniyu yarovoj pshenicy (KASIB) v SibNIIRS. Novosibirsk, 2015. С. 115–120.

Поступила: 04.02.20; принята к публикации: 14.09.20.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Евдокимов М. Г. – концептуализация исследования, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Юсов В. С. – выполнение полевых опытов, статистическая обработка данных; Пахотина И. В. – анализ качества зерна в лабораторных условиях.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ФОРМИРОВАНИЕ СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ У КОЛЛЕКЦИИ ГОРОХА РАЗНЫХ МОРФОТИПОВ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

А. И. Катюк, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории зернобобовых культур, kai.bez@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2630-8981
ФГБУН Самарский научный центр РАН,
446054, Самарская обл., п. г. т. Безенчук, ул. К. Маркса, 41; e-mail: samniish@mail.ru

Цель исследования – изучение особенностей формирования компонентов продуктивности и их взаимосвязей у сортов гороха различных морфотипов для создания нового селекционного материала с высокой продуктивностью. Работу выполняли в условиях Среднего Поволжья в 2005, 2008–2011 и 2018–2019 гг. по общепринятым методикам. Объект исследований – сорта гороха различного эколого-географического происхождения отечественной и зарубежной селекции. В разные годы изучали от 50 до 194 сортов. Высокая семенная продуктивность выявлена у усатой детерминантной группы (3,5 г) и группы хамелеон (4,0 г). Масса семян у сортов гороха, относящихся к этим группам, была соответственно на 0,5 и 1,0 г с растения, или на 16–30%, выше, чем у традиционной листочковой индетерминантной группы сортов. Установлена положительная корреляция между массой семян с растения и количеством семян с растения ($r = 0,742–0,887$), количеством бобов с растения ($r = 0,736–0,814$) и массой семян с плодущего узла ($r = 0,716–0,851$). Показано, что вариабельность продуктивности сортов гороха в высокой степени была обусловлена количеством семян с растения в благоприятные по климатическим условиям годы, массой семян с плодущего узла в засушливые годы. В различных морфологических группах выявлены источники высокой семенной продуктивности, максимально адаптированные к условиям региона. Лучшие из них (Рас тип, Аз26, Аз96637, Флагман 9, Аз931776, Детерминантный ВСХИ, Харвус, Фараон, Флагман 7, Орел, Куйбышевский, Воронежский, БЗ390/11) будут включены в селекционный процесс.

Ключевые слова: горох, продуктивность, морфотип, корреляция, признак, источник, сорт, коллекция.

Для цитирования: Катюк А. И. Формирование семенной продуктивности у коллекции гороха разных морфотипов в условиях Среднего Поволжья // Зерновое хозяйство России. 2020. № 5(71). С. 32–38. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-32-38.



THE FORMATION OF SEED PRODUCTIVITY OF A PEAS COLLECTION OF DIFFERENT MORPHOTYPES IN THE MIDDLE VOLGA REGION (POVOLZHIIE)

A. I. Katyuk, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for legumes, kai.bez@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2630-8981
Samara Research Center RAS,
446054, Samara region, Bezenchuksky dist., v. of Bezenchuk, K. Marks Str., 41; e-mail: samniish@mail.ru

The purpose of the current paper was to study the features of the formation of productivity components and their correlation in the peas varieties of different morphotypes to develop new breeding material with high productivity. The study was carried out in the conditions of the Middle Volga region (PoVolzhie) in 2005, 2008–2011 and 2018–2019 according to generally accepted methods. The objects of the study were the pea varieties of various ecological and geographical origin of domestic and foreign selection. There were studied from 50 to 194 varieties in different years. High seed productivity was identified in the mustachioed determinant group (3.5 g) and the chameleon group (4.0 g). The seed weight in the peas varieties belonging to these groups was 0.5 and 1.0 g per plant or on 16–30% higher than that of the traditional leafy indeterminate group of varieties, respectively. There has been established a positive correlation between seed weight per plant and number of seeds per plant ($r = 0.742–0.887$), number of beans per plant ($r = 0.736–0.814$) and seed weight per fertile node ($r = 0.716–0.851$). There has been shown that the variability of pea productivity was largely stipulated by number of seeds per plant in the favorable climatic years and by seed weight per fertile node in the arid years. In various morphological groups there have been identified the sources of high seed productivity, maximally adapted to the conditions of the region. The best sources 'Ras tip', 'Az26', 'Az96637', 'Flagman 9', 'Az931776', the determinant 'VSKhI', 'Harvus', 'Faraon', 'Flagman 7', 'Orel', 'Kuibyshevsky', 'Voronezhsky', 'B3390/11') will be included in the breeding process.

Keywords: peas, productivity, morphotype, correlation, trait, source, variety, collection.

Введение. За последние 50 лет селекции гороха на смену традиционным листочковым сортам в сельскохозяйственное производство пришли сорта с усатым листом и ограниченным ростом стебля. Они обеспечили высокую технологичность к механизированному возделыванию и среднюю урожайность зерна в производстве на уровне 2–3 т/га. Однако

потенциал урожайности культуры во многих природно-климатических зонах РФ может достигать уровня 8–9 т/га (Амелин и др., 2018; Кожухова, 2019). Расхождение потенциальной и реальной урожайности зерна сортов связано с сильным дестабилизирующим влиянием условий среды выращивания культуры (Dacko et al., 2016). При этом параметры признаков се-

менной продуктивности у современных усатых сортов гороха в основных горохосеющих зонах РФ оптимизированы (Кожухова и Чураков, 2017). Поэтому важнейшим резервом повышения семенной продуктивности и стабилизации урожайности зерна культуры является использование в селекции новых форм гороха с нетрадиционной морфоструктурой растения (Амелин и др., 2018).

Отечественными селекционерами методами гибридизации и индуцированного мутагенеза получены генотипы гороха с новым типом роста стебля (детерминантность), формой листа (рассеченный, хамелеон), сочетающие неосыпаемость семян, беспергаментный тип боба, прицветник цветка. Эти признаки способствуют улучшению технологичности культуры к механизированному возделыванию и позволяют реализовать генетический потенциал продуктивности в агроценозе.

Успешная селекция невозможна без характеристики признаков, составляющих структуру урожая. Изучение признаков семенной продуктивности в определенных агроэкологических условиях позволит выявить положительные и отрицательные стороны сортов для увеличения эффективности подбора родительских пар при гибридизации, чтобы иметь вполне определенное представление, какие признаки сорта нуждаются в улучшении и ради каких признаков можно использовать его в качестве родительской формы (Курлович и др., 1995).

Цель исследования – оценка коллекционных образцов гороха разных морфотипов по характеру формирования признаков семенной продуктивности в условиях Среднего Поволжья для создания исходного селекционного материала.

Материалы и методы исследований.

Исследования проводили в полевом опыте Самарского НИИСХ в 2005, 2008–2011 и 2018–2019 гг. Материалом исследований были сорта гороха коллекции ВИР разного эколого-географического происхождения, а также сорта и линии собственной селекции. Ежегодно изучалось от 50 до 194 сортов. Все сорта были разделены на 5 групп по форме листа и росту стебля: 1-я группа – листовая индетерминантная; 2-я группа – листовая детерминантная; 3-я группа – усатая индетерминантная; 4-я группа – усатая детерминантная; 5-я группа – хамелеон. В группы 2 и 4 входили сорта с детерминантным ростом стебля.

В группу 5 входили сорта с детерминантным и индетерминантным типом роста стебля, но все имели гетерофильный характер формирования листа. У таких сортов в вегетативной части стебля формируется усатый лист, а в генеративной – часть усиков трансформируется в листовые пластинки. Авторами такой морфотип был назван хамелеон (Задорин и др., 2014). В эту группу был включен сорт селекции ВНИИЗБК с новым типом листа, названный авторами по форме листа – Рас тип.

Посев проводили сеялкой СН-10Ц. Площадь делянок – 3,6 м²; повторность – однократная. Предшественник – овес. Агротехника гороха в опыте была общепринятая для Самарской области. В период вегетации культуры проводили учеты, наблюдения по общепринятым методикам. Для определения структуры урожая с каждой делянки отбирали по 30 растений. Семенную продуктивность оценивали по следующим признакам: число плодущих узлов на растении (ЧПУ), число бобов на растении (ЧБР), число семян на растении (ЧСР), масса семян на растении (МСР), число семян в бобе (ЧСБ), масса 1000 семян (М1000с), число бобов на плодущий узел (ЧБПУ), число семян на плодущий узел (ЧСПУ), масса семян на плодущий узел (МСПУ). Результаты биометрии растений подвергали статистическому анализу по Б. А. Доспехову (1985), А. И. Седловскому и др. (1982) с использованием пакета программ AGROS.

Климатические условия вегетации гороха за годы испытаний различались по температурному режиму воздуха и осадкам. В целом 2009 и 2010 гг. можно охарактеризовать как засушливые. В эти годы за вегетацию гороха наблюдался острый дефицит осадков, который составил 60 и 80 мм по сравнению с многолетними значениями, а ГТК – 0,4 и 0,2 соответственно. Семенная продуктивность в засушливые годы была минимальной и составила в среднем 1,7 г с растения. Умеренными по климатическим условиям для гороха оказались 2005, 2008, 2018 и 2019 гг. В эти годы критические для формирования урожайности зерна периоды были благоприятными по осадкам и температурному режиму, что способствовало формированию семенной продуктивности в среднем 3,4 г с растения, несмотря на то, что в 2018 и 2019 гг. в целом наблюдался острый дефицит осадков на уровне 68,5 мм. Благоприятным для формирования высокой семенной продуктивности на уровне 4,6 г с растения для гороха был 2011 г. За вегетацию выпало осадков на 28 мм больше многолетнего значения, среднесуточная температура воздуха была на 1 °С ниже многолетней и составила 19 °С, а продуктивная влажность корнеобитаемого слоя почвы в генеративный и репродуктивный периоды культуры была оптимальной (70–75% НВ).

Результаты и их обсуждение. Главным признаком семенной продуктивности является масса семян с растения. По значимости влияния на урожайность зерна этот признак В. В. Хангильдин ставит на первую ступень в иерархии остальных признаков структуры урожая (Хангильдин, 1981). В свою очередь, масса семян с растения зависит от количества бобов на растении, их озерненности и крупности семян (Кожухова и Чураков, 2017).

В среднем по годам изучения и по группам морфотипов большая масса семян с растения была у сортов морфотипа хамелеон (4,0 г) и морфотипа усатая детерминантная (3,5 г). Прибавка массы семян у этих групп по сравнению с тра-

диционной для гороха по морфотипу растения группой сортов листовая индетерминантная составила 1,0 и 0,5 г с растения, или 33 и 16% соответственно. Группа сортов морфо-

типа листовая детерминантная в среднем формировала 3,2 г семян с растения, а усатая индетерминантная – 3,0 г (табл. 1).

1. Семенная продуктивность сортов гороха разных групп морфотипов, г/растения 1. Seed productivity of the peas varieties of different groups of morphotypes, g/plant

Группы морфотипов	Годы испытаний							Средняя	Стандартное отклонение по морфотипам
	2005	2008	2009	2010	2011	2018	2019		
Листовая индетерминантная	3,6	3,9	1,4	1,5	4,3	3,4	2,8	3,0	1,1
Листовая детерминантная	3,4	3,2	1,6	1,9	5,6	3,5	3,0	3,2	1,1
Усатая индетерминантная	3,5	3,1	1,4	1,7	4,3	3,7	2,9	3,0	1,1
Усатая детерминантная	5,3	4,5	1,5	2,1	4,5	3,9	2,9	3,5	1,4
Хамелеон	3,9	5,6	2,3	1,5	8,6	3,0	2,6	4,0	2,4
Стандартное отклонение по годам	1,1	1,1	0,5	0,5	1,4	0,7	0,7	–	–

В отдельно взятые годы максимальное значение массы семян с растения было отмечено у группы хамелеон (в засушливом 2009 г. – 2,3 г, в умеренном 2008 г. – 5,6 г, в благоприятном 2011 г. – 8,6 г) и группы усатая детерминантная (в засушливом 2010 г. – 2,1 г, в умеренные 2018 г. – 3,9 и в 2005 г. – 5,3 г).

Потенциал продуктивности на уровне отдельных признаков структуры урожая у групп сортов хамелеон и усатая детерминантная был выше, чем у остальных групп. Группа хамеле-

он формировала на 10% больше бобов и семян на растении, на 12% больше количества семян и на 30% больше массы семян с плодущего узла по сравнению с группой листовая индетерминантная. Группа усатая детерминантная характеризовалась высокой крупностью семян – 256 г 1000 шт. и превышала традиционную группу сортов по количеству бобов и массе семян с плодущего узла на 18% и 23% соответственно (табл. 2).

2. Элементы структуры урожая и их изменчивость у сортов гороха разных групп морфотипов (средняя за 2005–2019 гг.) 2. Yield structure elements and their variability in the pea varieties of different groups of morphotypes (average in 2005–2019)

Группы морфотипов	ЧПУ	ЧБР	ЧСР	ЧБПУ	ЧСПУ	ЧСБ	МСПУ	М1000с
Листовая индетерминантная	<u>2,4</u> 38,0	<u>3,3</u> 41,0	<u>13,6</u> 45,3	<u>1,6</u> 6,6	<u>5,7</u> 21,7	<u>3,5</u> 18,5	<u>1,3</u> 31,4	<u>226</u> 16,7
Листовая детерминантная	<u>2,1</u> 22,2	<u>3,7</u> 33,5	<u>13,0</u> 43,0	<u>1,7</u> 8,7	<u>6,0</u> 20,3	<u>3,4</u> 15,2	<u>1,4</u> 24,6	<u>242</u> 11,0
Усатая индетерминантная	<u>2,2</u> 31,9	<u>3,9</u> 42,5	<u>13,1</u> 39,7	<u>1,7</u> 9,7	<u>6,0</u> 21,7	<u>3,5</u> 20,2	<u>1,4</u> 28,3	<u>230</u> 12,5
Усатая детерминантная	<u>2,2</u> 10,6	<u>4,1</u> 20,0	<u>13,6</u> 35,6	<u>1,9</u> 13,9	<u>6,1</u> 28,6	<u>3,3</u> 23,3	<u>1,6</u> 32,4	<u>256</u> 11,5
Хамелеон	<u>2,4</u> 32,3	<u>4,3</u> 38,2	<u>15,0</u> 47,2	<u>1,8</u> 7,2	<u>6,0</u> 23,8	<u>3,4</u> 19,3	<u>1,7</u> 60,8	<u>235</u> 14,2

Числитель – среднее значение признака за годы изучения; знаменатель – коэффициент вариации признака.

Средняя и значительная изменчивость за годы испытаний у всех морфотипов отмечена по следующим признакам: ЧБР, ЧСР, ЧСПУ, МСПУ, М1000с, ЧСБ (коэффициент вариации – от 10,6 до 60,8%). Это связано с различным уровнем семенной продуктивности и реакцией сортов изучаемых морфотипов на меняющиеся условия среды. Незначительная изменчивость у всех морфотипов отмечена по ЧБПУ (коэффициент вариации – от 6,6 до 9,7%), за исключением усатого детерминантного морфотипа. Коэффициент вариации признака ЧБПУ в этой группе составил 13,9%, так как усатая детерминантная группа представлена сортами с разным типом детерминантного роста стебля (Луганская, Самарская, Орловская), на плодущих узлах которых в зависимости

от типа детерминантности формируется от одного (Самарская, Луганская детерминантность) до четырех бобов (Орловская детерминантность).

Для выявления основных признаков семенной продуктивности, по которым можно вести эффективный отбор высокопродуктивных генотипов в разные по климатическим условиям годы, были вычислены парные коэффициенты корреляции между семенной продуктивностью и ее структурными элементами.

По большинству лет испытаний признак «масса семян с растения» имел положительную корреляцию с признаками «число семян с растения» ($r = 0,742-0,887$, 6 из 7 лет), «число бобов с растения» ($r = 0,736-0,814$, 4 из 7 лет) и «масса семян с плодущего узла» ($r = 0,716-0,851$,

4 из 7 лет). В остальные годы корреляция массы семян с растения с перечисленными признаками по тесноте связи была средней. С признаками «масса 1000 семян», «число семян в бобе»,

«число семян плодущего узла», «число бобов плодущего узла» признак «масса семян с растения» коррелировал в средней и слабой степени (табл. 3).

3. Коэффициенты корреляции массы семян с растения с составляющими ее элементами структуры урожая

3. Coefficients of correlation of the seed weight per plant with its constituent yield structure elements

Признак	Год						
	2005	2008	2009	2010	2011	2018	2019
ЧСР	0,781	0,887	0,860	0,748	0,818	0,639	0,742
	0,069	0,064	0,060	0,092	0,073	0,053	0,078
ЧБР	0,738	0,814	0,595	0,731	0,601	0,575	0,740
	0,075	0,081	0,095	0,095	0,101	0,057	0,078
МСПУ	0,716	0,777	0,851	0,840	0,500	0,674	0,484
	0,078	0,088	0,062	0,076	0,109	0,051	0,102
ЧПУ	0,687	0,749	0,516	0,452	0,373	0,525	0,589
	0,081	0,092	0,102	0,124	0,117	0,059	0,094
ЧСПУ	0,414	0,463	0,570	0,455	0,381	0,351	0,340
	0,101	0,124	0,097	0,124	0,117	0,065	0,110
М1000с	0,299	0,593	0,536	0,518	0,442	0,338	0,422
	0,106	0,112	0,100	0,119	0,113	0,065	0,106
ЧБПУ	0,249	0,394	0,332	0,497	-0,098	0,270	0,229
	0,108	0,128	0,111	0,121	0,126	0,067	0,113
ЧСБ	0,442	0,269	0,504	0,179	0,383	0,207	0,235
	0,100	0,134	0,102	0,137	0,117	0,068	0,113

Числитель – коэффициент корреляции; знаменатель – ошибка коэффициента корреляции.

Были также выявлены высокие коэффициенты корреляции между признаками «число плодущих узлов» и «число бобов с растения» (от 0,770 до 0,957, 5 из 7 лет), «число бобов с растения» и «число семян с растения» (от 0,718 до 0,823, 4 из 7 лет), «число семян с растения» и «число семян с плодущего узла» (от 0,709 до 0,815, 4 из 7 лет), «число плодущих узлов» и «число семян с растения» (от 0,732 до 0,793, 2 из 7 лет).

Для выявления прямого и косвенного вкладов в семенную продуктивность ее структурных элементов были вычислены путевые коэффициенты Райта. Установлен прямой вклад в семенную продуктивность признаков «число семян с растения» и «масса семян плодущего узла» (табл. 4). Коэффициенты пути этих признаков были наибольшими (от 0,758 до 0,905) и повторялись чаще за годы испытаний по сравнению с другими признаками.

4. Путевые коэффициенты семенной продуктивности с ее структурными признаками

4. Track coefficients of seed productivity with its structural traits

Год	Вклад признака в семенную продуктивность	Признак	Коэффициент пути
2005	прямой	ЧСР	0,712
	косвенный	ЧПУ	0,681
2008	прямой	ЧСР	0,782
	косвенный	ЧБР	0,643
		ЧПУ	0,620
2009	прямой	ЧСР	0,869
	косвенный	ЧСПУ	0,674
		ЧСБ	0,620
		МСПУ	0,649
	прямой	МСПУ	0,872
	косвенный	ЧБПУ	0,709
2010	прямой	МСПУ	0,825
	косвенный	ЧСПУ	0,526
		ЧСР	0,557
2011	прямой	ЧСР	0,758
	косвенный	ЧБР	0,544
2018	прямой	МСПУ	0,863
	косвенный	ЧСПУ	0,431
		М1000с	0,421
2019	прямой	ЧСР	0,905
	косвенный	ЧБР	0,700

Например, наибольший прямой вклад признака «число семян с растения» в семенную продуктивность был отмечен в 2008, 2009, 2011 и 2019 гг., при этом наибольший косвенный вклад выражался через признаки «число бобов с растения», «число плодущих узлов», «число семян плодущего узла», «число семян в бобе», «масса семян плодущего узла». Наибольший прямой вклад признака «масса семян плодущего узла» в семенную продуктивность был отмечен в 2010, 2009 и 2018 гг., а косвенный вклад выражался через признаки «число семян плодущего узла», «число семян с растения», «число бобов плодущего узла», «число семян в бобе». В 2005 г. прямой вклад в семенную продуктивность был отмечен у признака «число бобов с растения» (коэффициент пути – 0,712), а косвенный – «число плодущих узлов».

Непостоянство прямых и косвенных вкладов элементов структуры урожая в семенную продуктивность по годам связано с механизмами адаптации изучаемых сортов к меняющимся условиям среды. Замечено, что в основном в засушливые годы больший вклад в семенную продуктивность был от признака «масса семян плодущего узла», а в умеренные и благоприятные годы – от признаков «число семян» и «число бобов с растения».

В процессе изучения коллекции гороха были выявлены источники высокой семенной продуктивности. По комплексу признаков структуры урожая (ЧБР, ЧСР, ЧСБ, МСР) в засушливые 2009 и 2010 гг. выделились сорта, принадлежащие ко всем изучаемым группам морфотипов: Новокуйбышевский (листочковая индетерминантная группа), Флагман, Детерминантный ВСХИ (листочковая детерминантная группа), Б3094, Фокор, Губернатор, Казанец, Фараон, Харвус, Демос, Джеппот, Ямальский (усатая индетерминантная группа), Флагман 8, Флагман 9, Усатый люпиноид, Б2860/19, (усатая детерминантная группа), Спартак, Рас тип, Аз26, Аз96637, Аз931776 (хамелеон). Перечисленные высокопродуктивные сорта формировали в среднем: 2,1 шт. плодущих узлов; 3,6 шт. боба; 10 шт. семян с растения; 3,2 шт. семян в бобе, а семенная продуктивность у них составила в среднем 2,2 г с растения.

В умеренные годы лучшими по комплексу признаков структуры урожая были сорта всех морфогрупп: Воронежский, Новокуйбышевский, Куйбышевский, Свияжский 2, Гусеничный, Порто, Рамонский 85, Рамонский 95, Львовский, Таловец 50, Интенсивный 92, Темп, Венец, Труженик, Ортюм (листочковая индетерминантная группа), Люпиноид 287, Детерминантный ВСХИ (листочковая детерминантная группа), Самариус, Мультик, Фокор, Мадонна, Шустрик, Мультик, Флагман 10, Торнадо, Билома, Фараон, Харвус, Модус, Царевич, Лавр, Самарец, Кулон, Рустик и др. (усатая индетерминантная группа), Флагман 12, Флагман 5, Флагман 8, Усач детерминантный, Флагман 9, Б2860, Б3508/4 (усатая детерминантная группа), Аз26, Аз96637,

Аз931776, Рас тип, Орел (хамелеон). В среднем за умеренные по климатическим условиям годы перечисленные сорта формировали: 2,5 шт. плодущих узлов; 4,4 шт. боба; 17,7 шт. и 3,8 г семян с растения; 4,4 шт. семян в бобе.

В благоприятном 2011 г. лучшими по комплексу признаков были следующие сорта: Куйбышевский, Воронежский, Таловец (листочковая индетерминантная группа), Б1818, Флагман, Орловчанин 2 (листочковая детерминантная группа), Б3094, Демос, Мадонна, Вельвет, Мультик, Шустрик, Ватан, Святозар, ЛЗ3, Б3390 (усатая индетерминантная группа), Флагман 9, Флагман 7, Б3508/4 (усатая детерминантная группа), Орел, Аз26, Аз96637, Рас тип (хамелеон). Продуктивность этих сортов в среднем составила: 4,3 шт. плодущих узлов; 7,6 шт. боба; 29,4 шт. и 6,2 г семян с растения, а семян в бобе – 4,4 шт.

Интерес для селекции представляют сорта с высокой адаптивностью к различным условиям среды. Так, сорта Рас тип, Аз26, Аз96637 и Флагман 9 выделялись высокими значениями признаков продуктивности растения в засушливые, умеренные и благоприятные годы. Масса семян с растения у этих сортов в засушливые годы составила 2,4 г, в умеренные годы – 4,9 г и в благоприятном году – 7,3 г, что выше средних значений генеральной совокупности всех сортов на 0,7; 1,5 и 0,3 г соответственно. Сорта Новокуйбышевский, Аз931776, Детерминантный ВСХИ, Харвус и Фараон выделялись в засушливые и умеренные годы (масса семян с растения в среднем по сортам составила 2,2 и 4,4 г соответственно), а сорта Флагман 7, Орел, Куйбышевский, Воронежский и Б3390/11 – в умеренные и благоприятные (масса семян с растения – 4,3 и 5,6 г соответственно).

Хозяйственно ценными признаками являются устойчивость стеблестоя гороха к полеганию и дружность созревания, которые обеспечивают прямую комбайновую уборку без потерь зерна. Высокую устойчивость к полеганию и дружность созревания бобов показали сорта с укороченным, прочным стеблем, с детерминантным его ростом и усатым типом листа. К таковым относились сорта из морфогрупп усатая индетерминантная (Мадонна, Вельвет, Фокор, Флагман 10, Мультик, Шустрик) и усатая детерминантная (Флагман 9, Батрак). Остальные сорта в годы с сильными ветрами и ливневыми осадками (2011, 2008, 2019), особенно в период налива бобов и созревания, полегали.

Выявленные источники будут включаться в скрещивания для создания высокопродуктивных, пригодных к механизированной уборке генотипов.

Выводы. В среднем за годы исследований среди сортов гороха разных морфотипов большая семенная продуктивность была у групп хамелеон и усатые детерминантные, которые превысили традиционную листочковую индетерминантную группу сортов на 1,0 и 0,5 г

семян с растения, или на 33 и 16% соответственно.

Корреляционный и путевой анализы взаимосвязи признаков семенной продуктивности позволили определить важные для отбора высокопродуктивных генотипов признаки: число семян с растения, число бобов с растения и масса семян плодущего узла. Коэффициенты корреляции и коэффициенты пути Райта этих признаков с признаком «масса семян с растения» за годы испытаний были высокими.

В умеренные и увлажненные годы при отборе высокопродуктивных генотипов следует уделять внимание признакам «число бобов на растении» и «число семян на растении»,

а в засушливые – крупности семян и их массе с плодущего узла.

Среди сортов гороха разных морфотипов по комплексу признаков семенной продуктивности в контрастные по климатическим условиям годы выделились следующие сорта: Рас тип, Новокуйбышевский, Аз931776, Детерминантный ВСХИ, Харвус, Фараон, Аз26, Аз96637, Флагман 9, Флагман 7, Орел, Куйбышевский, Воронежский, БЗ390/11.

Высокой пригодностью к прямой комбайновой уборке характеризовались сорта уса того типа с прочным, укороченным или детерминантным типом роста стебля: Мадонна, Вельвет, Фокор, Флагман 10, Мультик, Шустрик, Флагман 9, Батрак.

Библиографические ссылки

1. Амелин А. В., Кондыков И. В., Чекалин Е. И., Кондыкова Н. Н. Морфобизиологический потенциал PISUM SATIVUM SSR. ARVENSE L. и селекционные аспекты его реализации. Орел: Картуш, 2018. 120 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
3. Задорин А. М., Уваров В. Н., Зеленов А. Н. и др. Перспективные морфотипы гороха // Земледелие. 2014. № 4. С. 24–25.
4. Кожухова Е. В., Чураков А. А. Влияние акцепторов и доноров признаков ярусной гетерофиллии и беспергаментности боба в условиях Восточной Сибири // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 4(24). С. 38–43.
5. Кожухова Е. В. Параметры продуктивности полукарликовых линий гороха посевного // Достижения науки и техники АПК. 2019. № 7. С. 17–20. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10704.
6. Курлович Б. С., Репьева С. И., Щелкова Л. Г. и др. Генофонд и селекция зерновых бобовых культур (люпин, вика, соя, фасоль). Т. III. Теоретические основы селекции. СПб., 1995. С. 250–290.
7. Седловский А. И., Мартынов С. П., Мамонов Л. К. Генетико-статистические подходы к теории селекции самоопыляющихся культур. Алма-Ата, Наука: 1982. 200 с.
8. Хангильдин В. В. Репродуктивная способность и взаимосвязь между компонентами урожая у гороха. Репродуктивный процесс и урожайность полевых культур // Сборник научных трудов ВСГИ. Одесса, 1981. С. 58–60.
9. Dacko M., Zajac T., Synowiec A., et al. New approach to determine biological and environmental factors influencing mass of a single pea (*Pisum sativum* L.) seed in Silesia region in Poland using a CART model // European journal of agronomy. 2016. No. 74. Pp. 29–37.

References

1. Amelin A. V., Kondykov I. V., Chekalin E. I., Kondykova N. N. Morfobiziologicheskij potencial PISUM SATIVUM SSR. ARVENSE L. i selekcionnye aspekty ego realizacii [Morphophysiological potential of PISUM SATIVUM SSR. ARVENSE L. and breeding aspects of its implementation]. Orel: Kartush, 2018. 120 s.
2. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
3. Zadorin A. M., Uvarov V. N., Zelenov A. N. i dr. Perspektivnye morfotipy goroha [Promising morphotypes of peas] // Zemledelie. 2014. № 4. S. 24–25.
4. Kozhuhova E. V., Churakov A. A. Vliyaniye akseptorov i donorov priznakov yarusnoj geterofillii i bespergamentnosti boba v usloviyah Vostochnoj Sibiri [Influence of acceptors and donors of tiered heterophyllia and bean parchmentless in the conditions of Eastern Siberia] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2017. № 4(24). S. 38–43.
5. Kozhuhova E. V. Parametry produktivnosti polukarlikovykh linij goroha posevnogo [Productivity parameters of semi-dwarf peas lines] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2019. № 7. S. 17–20. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10704.
6. Kurlovich B. S., Rep'eva S. I., Shchelkova L. G. i dr. Genofond i selekciya zernovykh bobovykh kul'tur (lyupin, vika, soya, fasol') [Gene pool and breeding of grain legumes (lupine, vetch, soybeans, beans)]. T. III. Teoreticheskie osnovy selekcii. SPb., 1995. S. 250–290.
7. Sedlovskij A. I., Martynov S. P., Mamonov L. K. Genetiko-statisticheskie podhody k teorii selekcii samoopylyayushchih kul'tur [Genetic-statistical approaches to the theory of self-pollinating crops' breeding]. Alma-Ata, Nauka: 1982. 200 s.
8. Hangil'din V. V. Reprodukivnaya sposobnost' i vzaimosvyaz' mezhdu komponentami urozhaya u goroha. Reprodukivnyj process i urozhajnost' polevykh kul'tur [Reproductive ability and the relationship between the components of pea yields. Reproductive process and productivity of field crops] // Sbornik nauchnykh trudov VSGI. Odessa, 1981. S. 58–60.
9. Dacko M., Zajac T., Synowiec A., et al. New approach to determine biological and environmental factors influencing mass of a single pea (*Pisum sativum* L.) seed in Silesia region in Poland using a CART model // European journal of agronomy. 2016. No. 74. Pp. 29–37.

Поступила: 29.06.20; принята к публикации: 06.08.20.

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

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Катюк А. И. – подготовка и выполнение опытов, сбор данных, статистическая обработка данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ СОРТА СОРГО ЗЕРНОВОГО АТАМАН В УСЛОВИЯХ ЛУГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

В. В. Ковтунов¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго зернового, e-mail: kowtunow85@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7510-7705;

А. В. Барановский², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия и экологии окружающей среды, e-mail: Lnau_sorgo2011@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-2098-0889

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

²ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», 91008, г. Луганск, городок ЛНАУ, 1

Часто повторяющиеся засушливые годы, резкое снижение урожайности и валовых сборов зерновых культур требуют научно обоснованного подбора культур, стабилизирующих его производство. В современных условиях альтернативной для основных яровых зерновых культур является засухоустойчивая культура сорго. В Луганской области среднегодовая сумма осадков составляет 475 мм, что подтверждает преимущество в выращивании сорго зернового над другими яровыми зерновыми культурами. Однако густота растений для современных рекомендованных сортов зернового сорго применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям еще недостаточно изучена. Цель исследований – изучить и выделить оптимальную густоту стояния растений сорта сорго зернового Атаман в условиях Луганской области. Исследования проводились на базе Луганского национального аграрного университета в 2018–2019 гг. Посев сорго проводился с нормой 350 тыс. всхожих зерен на гектар. В фазе полных всходов вручную была сформирована густота растений согласно схеме опыта (от 40 до 340 тыс./га). Изучение нового раннеспелого сорта зернового сорго Атаман селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» показало, что, независимо от влагообеспеченности года и теплового режима в период вегетации, целесообразно выращивать данный сорт при густоте растений в интервале 140–220 тыс./га. В условиях Луганской области на фоне минерального питания $N_{60}P_{40}$ возможно формирование урожайности сорго зернового сорта Атаман на уровне 5,06–5,52 т/га зерна и более. Вегетационный период сорта Атаман в зависимости от густоты стояния и погодно-климатических условий года составляет 90–102 дня, что позволяет проводить его уборку в I–II декадах сентября без досушки зерна. Сорт не полегает и не осыпается, а также устойчив к повреждению злаковой тлей.

Ключевые слова: сорго зерновое, сорт, густота растений, норма высева, урожайность, раннеспелость, масса 1000 зерен.

Для цитирования: Ковтунов В. В., Барановский А. В. Влияние густоты стояния растений на урожайность сорта сорго зернового Атаман в условиях Луганской области // Зерновое хозяйство России. 2020. № 5(71). С. 39–44. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-39-44.



THE EFFECT OF PLANT DENSITY ON PRODUCTIVITY OF THE GRAIN SORGHUM VARIETY 'ATAMAN' IN THE LUGANSK REGION

V. V. Kovtunov¹, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for grain sorghum breeding and seed production, e-mail: kowtunow85@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7510-7705;

A. V. Baranovsky², Candidate of Agricultural Sciences, associate professor of the department of agriculture and environmental ecology, e-mail: Lnau_sorgo2011@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-2098-0889

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

²Lugansk national agricultural university, 91008, Lugansk, Gorodok LRAU, 1

Frequently occurred dry years and a sharp decrease of productivity and gross harvests of grain crops require scientifically grounded selection of grain crops that stabilize its production. Currently, the drought resistant sorghum varieties can become a good alternative for the main spring grain crops. In the Luhansk region, the average annual amount of precipitation is 475 mm, which confirms the advantage in growing grain sorghum over other spring grain crops. However, plant density of the modern recommended grain sorghum varieties related to specific soil and climatic conditions has not yet been studied enough. The purpose of the current research was to study and highlight the optimal plant density of the grain sorghum variety 'Ataman' in the conditions of the Luhansk region. The study was carried out on the basis of the Luhansk National Agricultural University in 2018–2019. Sorghum was sown at the rate of 350,000 germinated grains per hectare. In a sprouting phase, plant density was manually formed according to the experimental scheme (from 40 to 340 thousand/ha). The study of the new early-ripening grain sorghum variety 'Ataman', developed by the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy", showed that regardless of the moisture supply and the thermal regime during vegetation, it was advisable to grow this variety with a plant density of 140–220 thousand/ha. In the conditions of the Luhansk region with mineral nutrition $N_{60}P_{40}$, it was possible to form the productivity of the

grain sorghum variety 'Ataman' at the level of 5.06–5.52 t/ha of grain and more. The vegetation period of the variety 'Ataman', depending on the plant density and weather/climatic conditions of the year, was 90–102 days, which made it possible to harvest it in the 1st–2nd decade of September without additional drying of the grain. The variety did not lodge or shed its grain, and was also resistant to grain aphids.

Keywords: grain sorghum, variety, plant density, seeding rate, productivity, early ripeness, 1000 grain weight.

Введение. Изменение климата является одной из наиболее серьезных проблем, с которыми столкнется мировое сельское хозяйство в решении главной задачи – обеспечить потребности растущего населения продовольствием. Продовольственная безопасность в долгосрочной перспективе зависит от того, насколько успешно удастся адаптировать сельскохозяйственные системы к экстремальным климатическим и погодным явлениям. В настоящее время очень актуален вопрос дальнейшего повышения объемов производства зерна для обеспечения продовольственной безопасности (Барановский и др., 2014; Васильченко и др., 2017; Некрасова и др., 2018).

Постепенное глобальное изменение климата в сторону потепления обусловило снижение продуктивности основных сельскохозяйственных культур, которое в стрессовых ситуациях могут достигать 50–60% (Барановский и др., 2014).

Часто повторяющиеся засушливые годы, резкое снижение урожайности и валовых сборов зерновых культур требуют научно обоснованного подбора культур, стабилизирующих его производство (Алабушев и др., 2013). В современных условиях альтернативной для основных яровых зерновых культур – ячменя и кукурузы – является сорго (Муслимов и др., 2018).

Сорго зерновое – это теплолюбивая культура, которая гораздо легче переносит воздушную и почвенную засуху, суховеи и высокие температуры, чем другие культурные растения, и является пятой по важности зерновой культурой после пшеницы, риса, кукурузы и ячменя по объемам производства в мире (Алабушев и др., 2013; Горпиниченко и др., 2018).

По данным Н. А. Шепеля (1994) сорго в степных засушливых условиях, при среднегодовой сумме осадков в интервале 400–600 мм, обеспечивает значительно более высокую урожайность в сравнении с другими яровыми зерновыми культурами – ячменем, овсом, кукурузой, просом.

Согласно данным Луганского ЦГМ за последние 12 лет (2008–2019 гг.), в Луганской области среднегодовая сумма осадков составляет 475 мм, что подтверждает преимущество в выращивании сорго зернового над кукурузой и другими яровыми зерновыми культурами.

Благодаря созданию широкого спектра высокоурожайных раннеспелых сортов и гибридов зернового сорго, максимально адаптированных к выращиванию в степных засушливых регионах, основной задачей в повышении урожайности культуры является дальнейшее совершенствование технологии ее возделывания. Существенную роль здесь играет выбор не только сроков сева сорго, но и наиболее оптимальной густоты стояния растений, мак-

симально использующих фотосинтетический потенциал посевов этой достаточно пластичной к густоте растений культуре (Барановский и др., 2014).

Результаты работ Н. А. Шепеля (1994) свидетельствуют, что в условиях юга Украины и Северного Кавказа при пунктирном способе посева с междурядьем 70 см оптимальная густота растений для среднеспелых сортов должна быть в пределах 100–120 тыс./га, для раннеспелых – 140–180 тыс./га.

А. В. Алабушев (2000) доказал, что для засушливой зоны Северного Кавказа сорго на зерно целесообразно высевать широкоярядным способом с нормой 300 тыс./га всхожих семян, а при проведении послевсходового боронования норму посева следует увеличить до 500 тыс./га.

Различающиеся результаты получены и для крайне засушливых условий Луганской области. Таким образом, густота растений для современных рекомендованных сортов зернового сорго применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям еще недостаточно изучена и требует уточнения.

Цель исследований – изучить и выделить оптимальную густоту стояния растений сорта сорго зернового Атаман в условиях Луганской области.

Для изучения данного вопроса был выбран наиболее новый (в Гостреестр селекционных достижений РФ включен в 2018 г.) белозерный раннеспелый сорт Атаман. Данный сорт может использоваться как на кормовые цели, так и в качестве сырья в перерабатывающей промышленности для производства крахмала, спирта, крупы и других продуктов переработки. Кроме этого, сорт создан (ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», Ростовская область, г. Зерноград) в сходных по почвенно-климатическим условиям Луганской области.

Материалы и методы исследований.

Исследования проводились на опытном поле Луганского национального аграрного университета в полевом севообороте кафедры земледелия и экологии окружающей среды в период 2018–2019 гг. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный маломощный слабосмытый на лесовидном суглинке. Посев сорго в 2018 г. был проведен 8 мая, в 2019 г. – 16 мая с нормой 350 тыс./га семян. В фазе полных всходов вручную была сформирована густота растений согласно схеме опыта (от 40 до 340 тыс./га). До посева вносились минеральные удобрения в дозе $N_{60}P_{40}$. Исследования проводили в соответствии с общепринятой методикой полевого эксперимента (Доспехов, 2014). В период исследований погодные условия были очень контрастными: 2018 г. был сухой и жаркий (ГТК за вегетационный период – 0,60), а 2019 г. –

благоприятный для поздних зерновых культур (ГТК за вегетационный период – 1,37).

За период апрель – сентябрь в 2018 г. выпало 234,8 мм осадков, в 2019 г. – 386,2 мм (среднемноголетнее значение – 309 мм). За этот же период средняя температура воздуха в 2018 г. составила 19,4 °C, в 2019 г. – 17,9 °C (среднемноголетнее значение – 17,3 °C).

Результаты и их обсуждение. В результате проведенных фенологических наблюдений отмечено, что новый сорт сорго зернового Атаман в условиях Луганской области сохраняет свою скороспелость и характеризуется высокой устойчивостью к полеганию (табл. 1).

1. Морфо-биологическая характеристика сорта сорго зернового Атаман в зависимости от густоты растений (2018–2019 гг.)
1. Morpho-biological traits of the grain sorghum variety 'Ataman' depending on plant density (2018–2019)

Густота растений, тыс./га	Высота растений, см	Длина ножки метелки, см	Дата полной спелости зерна	Период вегетации «всходы – полная спелость зерна», суток	Полегание, %
2018 г.					
40	96,7	8,2	23.VIII	90	0
60	97,2	7,8	23.VIII	90	0
80	98,2	6,8	24.VIII	91	0
100	100,8	8,4	24.VIII	91	0
140	101,6	8,6	25.VIII	92	0
180	100,1	9,7	25.VIII	92	0
220	95,1	8,8	25.VIII	92	0
260	91,6	8,1	26.VIII	93	0
300	89,7	8,2	27.VIII	94	0
340	86,3	8,2	27.VIII	94	0
$\bar{x}$	95,5	8,3	–	92	0
S	5,1	0,7	–	1	0
2019 г.					
40	106,4	12,2	1.IX	97	0
60	107,7	7,8	1.IX	97	0
80	106,4	6,8	2.IX	98	0
100	103,5	8,4	2.IX	98	0
140	102,0	8,6	3.IX	99	0
180	100,7	9,7	3.IX	99	0
220	95,1	8,8	4.IX	100	0
260	92,6	8,1	5.IX	101	0
300	92,2	8,2	5.IX	101	0
340	89,6	8,2	6.IX	102	0
$\bar{x}$	99,4	8,7	–	99	0
S	6,5	1,4	–	2	0

В засушливом 2018 г. посев сорго сорта Атаман был проведен 8 мая, полная спелость зерна в зависимости от густоты стояния растений отмечена 23–27 августа, а период вегетации варьировал от 90 до 94 дней. Вегетационный период в 2019 г. был более увлажненный и менее теплый. В этих условиях при посеве культуры 16 мая полное созревание наблюдалось 1–6 сентября, а период вегетации «всходы – полная спелость зерна» составил 97–102 дня. Установлено, что с увеличением густоты растений данного сорта сорго от 40 до 340 тыс./га период вегетации удлиняется с 90 до 94 дней в теплый, засушливый год и с 97 до 102 дней

в благоприятный по увлажнению год. Выявлена тесная отрицательная корреляционная зависимость между количеством растений на 1 м² и высотой растений ($r = -0,79 \pm 0,22 \dots -0,98 \pm 0,07$) (рис. 1).

Существенного влияния густоты стояния растений на длину ножки метелки ($r = 0,26 \pm 0,34 \dots -0,26 \pm 0,34$) отмечено не было.

Анализ основных показателей структуры биологического урожая зернового сорго показал, что наиболее продуктивными были посевы сорта при густоте растений в диапазоне от 140 до 220 тыс./га (табл. 2).

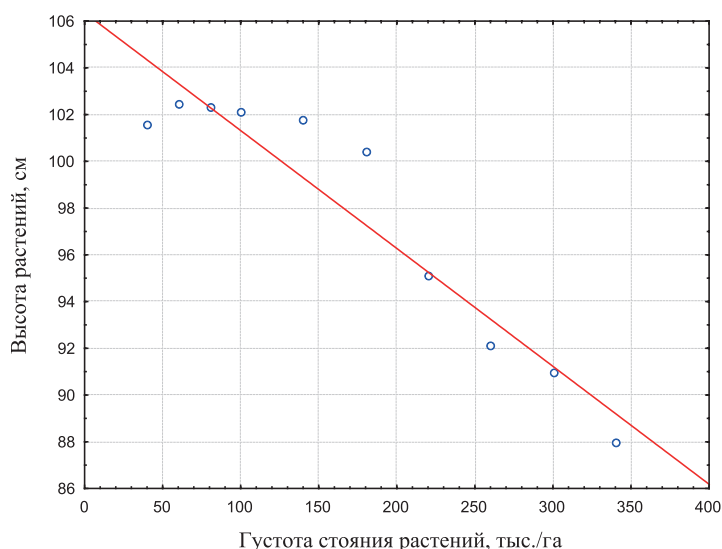


Рис. 1. Зависимость высоты растений сорго зернового Атаман от их густоты стояния (2018–2019 гг.)
Fig. 1. Dependence of plant height of the grain sorghum variety 'Ataman' on plant density (2018–2019)

**2. Показатели структуры биологического урожая и урожайность
 зерна сорго зернового Атаман в зависимости от густоты растений (2018–2019 гг.)**
**2. Indicators of the biological yield structure and productivity
 of the grain sorghum variety 'Ataman' depending on plant density (2018–2019)**

№ п/п	Густота растений, тыс./га	Число продуктивных стеблей, шт./м²	Структура метелки		Соотношение зерно : солома	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л	Урожайность зерна, т/га	Прибавка к средней по опыту (±), т/га
			масса метелки, г	масса зерна с метелки, г					
2018 год									
1	40	11	39,0	31,2	1 : 1,54	21,5	776	3,28	–1,22
2	60	14	35,4	28,4	1 : 1,49	21,2	772	3,84	–0,66
3	80	17	31,3	25,2	1 : 1,54	21,2	779	4,32	–0,18
4	100	19	31,7	25,4	1 : 1,32	20,4	768	4,73	+0,23
5	140	20	32,1	25,4	1 : 1,34	20,8	764	5,06	+0,56
6	180	22	29,5	24,7	1 : 1,34	19,5	769	5,39	+0,89
7	220	25	25,2	21,2	1 : 1,45	20,0	758	5,25	+0,75
8	260	26	23,0	18,3	1 : 1,55	19,2	753	4,78	+0,28
9	300	29	18,4	14,8	1 : 1,73	19,0	757	4,29	–0,21
10	340	31	15,4	13,2	1 : 1,97	18,2	758	4,04	–0,46
$\bar{x}$		–	–	–	–	–	–	4,50	–
HCP ₀₅		–	–	–	–	–	–	0,28	–
2019 год									
1	40	13	39,2	31,5	1 : 1,54	31,7	786	3,92	–0,88
2	60	17	32,1	25,8	1 : 1,64	31,4	785	4,38	–0,42
3	80	19	31,0	25,7	1 : 1,58	31,8	782	4,81	+0,01
4	100	20	30,8	26,1	1 : 1,61	29,6	790	5,13	+0,33
5	140	21	31,0	25,2	1 : 1,55	30,7	795	5,29	+0,49
6	180	24	28,0	23,0	1 : 1,57	28,5	799	5,52	+0,72
7	220	27	24,7	19,9	1 : 1,64	27,9	794	5,37	+0,57
8	260	28	23,5	18,0	1 : 1,75	27,4	790	5,05	+0,25
9	300	30	19,9	15,0	1 : 1,99	27,1	787	4,50	–0,30
10	340	33	16,6	12,4	1 : 1,90	26,7	786	4,09	–0,71
$\bar{x}$		–	–	–	–	–	–	4,80	–
HCP ₀₅		–	–	–	–	–	–	0,27	–

В условиях засушливого года данная густота стояния растений обеспечивает формирование 20–25 продуктивных стеблей на 1 м² с массой зерна с метелки 20,2–32,1 г, а в более увлажненный год – 21–27 продуктивных метелок на 1 м² и массой зерна с метелки 19,9–25,2 г.

При такой густоте растений была сформирована урожайность зерна в 2018 г. на уровне 5,06–5,39 т/га, а в 2019 г. – 5,29–5,52 т/га, что существенно выше средних значений по опытам на 0,33–0,89 т/га (HCP₀₅ = 0,27–0,28). Также в этом интервале густоты растений в 2019 г.

получена более высокая натура зерна сорго (794–799 г/л). Однако в острозасушливый год (2018 г.) наиболее высокие значения натуры зерна (772–779 г/л) отмечены при густоте растений 40–80 тыс./га.

Максимальные показатели продуктивности отдельной метелки также получены на варианте с минимальной и пониженной густотой растений в опыте (40–80 тыс./га). Особенно это

относится к массе 1000 зерен, которая была наибольшей (31,2–31,5 г) при густоте растений 40 тыс./га. В 2018 и 2019 гг. исследований установлена закономерная тенденция снижения массы 1000 зерен при увеличении густоты посевов сорго ($r = -0,96 \pm 0,10 \dots -0,95 \pm 0,11$) (рис. 2). Эту закономерность необходимо учитывать в семеноводстве сорго.

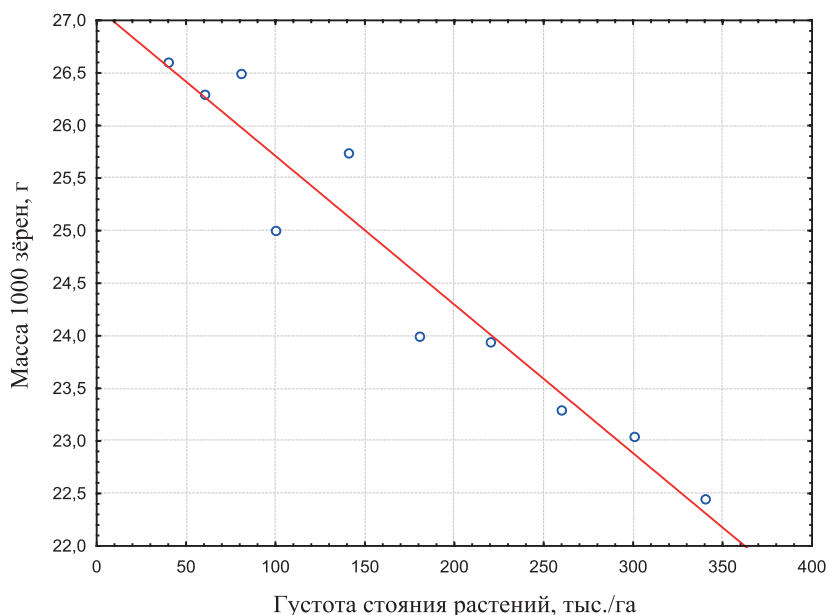


Рис. 2. Зависимость массы 1000 зерен сорго зернового Атаман от густоты стояния растений (2018–2019 гг.)
Fig. 2. Dependence of 1000 grain weight of the grain sorghum variety 'Ataman' on plant density (2018–2019)

В вариантах с густотой растений 140–180 тыс./га получены и наиболее высокие выходы зерна со всей наземной массы растений (в воздушно-сухом состоянии): соотношение зерна к листостебельной массе в 2018 г. составило 1 : 1,34, а в 2019 г. – 1 : 1,55 и 1 : 1,57 соответственно.

Таким образом, на основе проведенных исследований установлено, что для раннеспелого сорта Атаман в условиях Луганской области оптимальный интервал густоты растений в посевах необходимо формировать на уровне 140–220 тыс./га. При этом максимальная урожайность зерна (5,39–5,52 т/га) наблюдалась при густоте стояния растений 180 тыс./га.

Кроме того, необходимо отметить, что за годы исследований растения сорго зернового сорта Атаман практически не повреждались (5–10%) обыкновенной злаковой тлей.

Выводы

1. В условиях Луганской области в годы изучения наиболее высокая урожайность зерна (2018 г. – 5,06–5,39 т/га; 2019 г. – 5,29–5,52 т/га) нового раннеспелого белозерного сорта сорго зернового Атаман получена при формировании густоты растений в посевах на уровне 140–220 тыс./га. Оптимальная густота стояния – 180 тыс./га растений.

2. В зависимости от влагообеспеченности года, температурного режима, а также густоты стояния растений вегетационный период сорта сорго зернового Атаман составляет 90–102 дня, что позволяет проводить его уборку в I–II декадах сентября без досушивания зерна на сушилке.

3. Независимо от густоты стояния растений изученный сорт не полегает и не осыпается.

Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В. Адаптивная технология выращивания сорго зернового в засушливой зоне Северного Кавказа. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2000. С. 170–173.
2. Алабушев А. В., Ковтунов В. В., Ковтунова Н. А. Качество зерна коллекционных образцов сорго зернового. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2013. 144 с.
3. Барановский А. В., Денисенко А. И., Дранищев Н. И. и др. Рекомендации по технологии выращивания и использованию сорговых культур (научно-практические рекомендации). Луганск: ООО «Копир-центр Луганск», 2014. 56 с.
4. Васильченко С. А., Метлина Г. В. Влияние агроприемов возделывания на урожайность нута в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2017. № 3(51). С. 59–63.

5. Горпиниченко С. И., Ковтунова Н. А., Шишова Е. А. и др. Особенности семеноводства сорго в Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 5–9.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. Стереотип. изд. Перепеч. с 5-го изд., доп. и перераб., 1985 г. М.: Альянс, 2014. 351 с.
7. Муслимов М. Г., Куркиев К. У., Таймазова Н. С. и др. Оценка продуктивности некоторых интродуцированных и местных сортов зерновых культур в условиях Республики Дагестан // Зерновое хозяйство России. 2018. № 6(60). С. 25–29. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-25-29.
8. Некрасова О. А., Некрасов Е. И. Изучение комбинационной способности озимой пшеницы (обзор) // Зерновое хозяйство России. 2018. № 2(56). С. 17–20.
9. Шепель Н. А. Сорго. Волгоград: Комитет по печати, 1994. 448 с.

References

1. Alabushev A. V. Adaptivnaya tekhnologiya vyrashchivaniya sorgo zernovogo v zasushlivoj zone Severnogo Kavkaza [Adaptive technology of grain sorghum cultivation in the arid zone of the North Caucasus]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2000. S. 170–173.
2. Alabushev A. V., Kovtunov V. V., Kovtunova N. A. Kachestvo zerna kollekcionnyh obrazcov sorgo zernovogo [Grain quality of the collection grain sorghum samples]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2013. 144 s.
3. Baranovskij A. V., Denisenko A. I., Dranishchev N. I. i dr. Rekomendacii po tekhnologii vyrashchivaniya i ispol'zovaniyu sorgovyh kul'tur (nauchno-prakticheskie rekomendacii) [Recommendations on the technology of sorghum cultivation and use (scientific and practical recommendations)]. Lugansk: OOO "Kopir-centr Lugansk", 2014. 56 s.
4. Vasil'chenko S. A., Metlina G. V. Vliyanie agropriyomov vozdel'nyaniya na urozhajnost' nuta v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti [Influence of agricultural cultivation methods on the chickpea productivity in the southern zone of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 3(51). S. 59–63.
5. Gopinichenko S. I., Kovtunova N. A., Shishova E. A. i dr. Osobennosti semenovodstva sorgo v Rostovskoj oblasti [Features of sorghum seed production in the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(55). S. 5–9.
6. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of research results)]: uchebnik dlya vysshih sel'skohozyajstvennyh uchebnyh zavedenij. Stereotip. izd. Perepech. s 5-go izd., dop. i pererab., 1985 g. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
7. Muslimov M. G., Kurkiev K. U., Tajmazova N. S. i dr. Ocenka produktivnosti nekotoryh introducirovannyh i mestnyh sortov zernovyh kul'tur v usloviyah Respubliki Dagestan [Evaluation of the productivity of some introduced and local grain crops varieties in the conditions of the Republic of Dagestan] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 6(60). S. 25–29. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-25-29.
8. Nekrasova O. A., Nekrasov E. I. Izuchenie kombinacionnoj sposobnosti ozimoy pshenicy (obzor) [Study of the winter wheat combining ability (review)] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 2(56). S. 17–20.
9. Shepel' N. A. Sorgo [Sorghum]. Volgograd: Komitet po pečati, 1994. 448 s.

Поступила: 30.06.20; принята к публикации: 22.07.20.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Ковтунов В. В. – концептуализация исследований, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Барановский А. В. – концептуализация исследований, подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ПРЯМОГО ПОСЕВА (NO-TILL) ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ СТЕПИ КРЫМА

К. Г. Женченко, научный сотрудник лаборатории земледелия, klara.zhenchenko@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1210-2547;

Е. Н. Турин, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории земледелия, turin_e@niishk.ru, ORCID ID: 0000-0003-1680-2828;

А. А. Гонгало, научный сотрудник лаборатории земледелия, gongalo-nyura@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-3098-3218

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», 295493, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail priemnaya@niishk.ru

Озимая пшеница (*Triticum aestivum* L.) – ценная зерновая культура. Цель исследований – оценить влияние системы земледелия прямого посева (no-till, технология без обработки почвы) на агрофизические свойства почвы, засоренность делянок и урожайность озимой пшеницы в сравнении с рекомендованной для зоны Центральной степи Крыма. Стационарный опыт заложен в 2015 г., научные исследования начали проводить с 2017 г. В опытах изучался сорт пшеницы озимой Аскет. Почва на участке закладки стационарного опыта – чернозем южный с содержанием: гумуса – 2,0–2,1%; подвижного фосфора – 2,0–2,7 мг/100 г почвы; обменного калия – 25–30 мг/100 г почвы. Общая площадь делянки – 300 м²; учетная – 50 м². Повторность – трехкратная. Среднегодовая температура воздуха – 10,4 °С; среднегодовое количество осадков – 428 мм. Математическую обработку проводили по Б. А. Доспехову. Прямой посев за 2017–2019 гг. способствовал накоплению доступной влаги в почве при выращивании озимой пшеницы. За осенне-зимний период ее накопилось 46 мм, что в два раза больше, чем на контроле. Прямой посев не влиял на видовой состав сорняков. Количество их при отсутствии обработок почвы увеличилось на 6,1 шт./м². Плотность почвы при посеве в слое 0–30 см находилась на одном уровне по технологиям. В возобновление весенней вегетации произошло разуплотнение почвы, в среднем по слоям этот параметр был на уровне оптимальных значений. Количество агрегатов агрономически ценных размеров было при прямом посеве на 2,5% выше, чем на контроле. Коэффициент структурности на контрольном варианте равнялся 2,7; при no-till – 3,2. Урожайность на контроле составила 3,86 т/га, а по прямому посеву – 3,30 т/га, что в контроле на 0,56 т/га (14,5%) больше, чем на изучаемом варианте.

Ключевые слова: пшеница озимая, *Triticum aestivum* L., система земледелия, прямой посев, no-till, без обработки почвы, нулевая технология, урожайность.

Для цитирования: Женченко К. Г., Турин Е. Н., Гонгало А. А. Результаты изучения системы земледелия прямого посева (no-till) при выращивании озимой пшеницы в Центральной степи Крыма // Зерновое хозяйство России. 2020. № 5(71) С. 45–52. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-45-52.



THE STUDY RESULTS OF THE FARMING SYSTEM OF DIRECT SOWING (NO-TILL) WHEN GROWING WINTER WHEAT IN THE CENTRAL STEPPE OF THE CRIMEA

K. G. Zhenchenko, researcher of the laboratory for agriculture, klara.zhenchenko@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1210-2547;

E. N. Turin, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for agriculture, turin_e@niishk.ru, ORCID ID: 0000-0003-1680-2828;

A. A. Gongalo, researcher of the laboratory for agriculture, gongalo-nyura@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-3098-3218

Research Institute of Agriculture of the Crimea, 295493, The Republic of Crimea, Simferopol, Kievskaya Str., 150; e-mail priemnaya@niishk.ru

Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) is a valuable grain crop. The purpose of the current study was to assess the effect of the direct sowing system (no-till, technology without tillage), in comparison with the one recommended for the zone of the Central Steppe of the Crimea, on the agrophysical characteristics of the soil, weed infestation of the plots and winter wheat productivity. The trial was laid in 2015, the study began to be carried out in 2017. In the trials there was studied the winter wheat variety 'Asket'. The soil of the experimental plot was southern blackearth (chernozem) with 2.0–2.1% of humus, with 2.0–2.7 mg of labile phosphorus per 100 g of soil and 25–30 mg of exchangeable potassium per 100 g of soil. The total area of the plot was 300 m², the accounting area was 50 m² with threefold repetition. The average annual air temperature was 10.4 °C, the average annual precipitation was 428 mm. Mathematical processing was carried out according to the Dospekhov's method. The direct sowing in 2017–2019 contributed to the accumulation of available moisture in the soil when growing winter wheat. During the autumn-winter period, there were accumulated 46 mm, which was two times more than in the control variant. The direct sowing did not affect the weed species' composition. Their number in the variants with no-tillage increased by 6.1 pcs/m². The soil density when sowing in the 0–30 cm layer was at the same level in terms of technologies. During the renewal of the spring vegetation there was soil softening and, on average, over the layers, this parameter was at the level of optimal values. The number of agronomically valuable aggregates was on 2.5% higher with direct sowing than in the control variant. The structural coefficient in the control variant was 2.7, and with no-till it was 3.2. The productivity in the control variant was

3.86 t/ha, and in the direct sowing it was 3.30 t/ha, which was on 0.56 t/ha (14.5%) more in the control variant than in the studied variant.

Keywords: winter wheat, *Triticum aestivum* L., farming system, direct sowing, no-till, no tillage, zero technology, productivity.

Введение. Среди зерновых культур в мировом земледелии ведущее место по площадям, урожайности, по значению в питании человека пшеница занимает ведущее место (Николаев и Изотов, 2001; Qin et al., 2020).

Экологическая пластичность, огромное видовое и сортовое разнообразие дают возможность возделывать пшеницу при довольно разных сочетаниях почвенных и погодно-климатических условий. Большая часть мирового производства пшеницы представлена пшеницей озимой (Izotov et al., 2019).

На Крымском полуострове также среди полевых культур главенствует пшеница озимая (*Triticum aestivum* L.). Уникальное сочетание почвенно-климатических условий нашего региона способствует формированию зерна пшениц высокого качества (Николаев и Изотов, 2001).

По последним исследованиям экономистов в мировом производстве зерна пшеницы наблюдается тенденция уменьшения площадей ее посева, но при этом повышается урожайность (Kumar et al., 2020). Задача аграрного производства России для увеличения валового сбора зерна – идти тем же путем, то есть увеличивать урожайность и качество производимой продукции, не расширяя при этом площади посевов. Освободившиеся посевные площади послужат расширению видового разнообразия в структуре посевных площадей, что очень актуально для современного сельскохозяйственного производства.

Вопросы выращивания пшеницы озимой изучены крымскими учеными и производственниками досконально (Николаев и Изотов, 2001). На данном этапе стоит вопрос изучения новой системы земледелия – прямой посев в необработанную почву в сравнении с традиционной системой, принятой в Степном Крыму.

Новая система земледелия кардинально отличается от традиционной полным отсутствием механической обработки почвы, поэтому ее еще называют нулевой. В мировой земледельческой практике, учитывая отсутствие механической обработки почвы, сохранение растительных остатков на поверхности почвы, увеличение фотосинтетического периода путем посева промежуточных и бинарных посевов, ее также называют природоподобной технологией прямого посева (Байбеков, 2018; Турин, 2020).

Появление данной системы – это требование самой жизни, суммы сложившихся обстоятельств. Почвенное плодородие, создававшееся веками, в последнее столетие довольно активно эксплуатировалось, поэтому, как результат, повсеместное ухудшение всех его физико-химических параметров: водная, ветровая эрозия, значительные потери гумуса,

а в некоторых регионах даже невосполнимые (Петрова и др., 2015).

В конце прошлого столетия в мире произошло резкое повышение цен на энергоносители. В России рост тарифов и цен на топливно-энергетические ресурсы продолжается, а обработка почвы в технологиях выращивания полевых культур самая дорогая технологическая операция (Дриггер и др., 2017). Отток рабочей силы из сельской местности, кадровые вопросы – тоже своего рода проблема в аграрном производстве, особенно в Республике Крым.

Вопрос наличия продуктивной влаги в почве на сегодня особо актуальный. Влага в степи всегда была лимитирующим фактором, все более усиливающаяся аридность климата усугубила эту проблему. По мнению многих ученых и фермеров, прямой посев обеспечивает более полное накопление и сохранение продуктивной влаги в почве в сравнении с традиционной системой земледелия (Izotov et al., 2019; Петрова и др., 2015).

Первыми начали внедрять новую систему земледелия сельхозпроизводители Бразилии, Аргентины, США, Канады и других стран латиноамериканского континента (Дриггер и др., 2017), а позже уже подключилась аграрная наука к ее изучению.

Многие крымские фермеры, изучив опыт других стран, начали осваивать новую технологию и внедрять ее в своих предприятиях с начала нового столетия, получая при этом положительные результаты, так как не только экономят средства на обработке почвы, но и получают из года в год урожаи основных сельскохозяйственных культур выше, чем в среднем по Республике Крым. Рентабельность производства у них выше, чем в агропредприятиях, выращивающих полевые культуры по традиционной технологии (Борисенко и др., 2019).

Цель работы – выяснить влияние системы земледелия прямого посева (no-till, технология без обработки почвы, нулевая технология) на агрофизические свойства почвы, засоренность делянок и урожайность озимой пшеницы в сравнении с рекомендованной для зоны Центральной степи Крыма.

Материалы и методы исследований. Стационарный опыт по изучению технологии прямого посева в сравнении с традиционной системой был заложен в 2015 г. на поле отдела интродукции технологий в полеводстве и животноводстве лаборатории земледелия ФГБУН «НИИСХ Крыма» (зона Центральной степи Крыма, с. Клепинино Красногвардейского района). Закладка опытов и проведение исследований осуществлялись в соответствии с общепринятыми методиками полевых опытов в земледелии и растениеводстве (Доспехов, 1985). В севообороты входили всеми полями,

поэтому 2015–2016 гг. считаются переходными. Севообороты одинаковые по изучаемым системам, за исключением заглавного поля: традиционная система (ТС) – пар черный – пшеница озимая – лен масличный – ячмень озимый – сорго зерновое; система земледелия прямого посева (СЗПП) – поле пара черного заменили горохом посевным. При ТС вспашку на 20–22 см проводили в паровом поле, на всех остальных полях основная обработка была мелкая или поверхностная; при СЗПП полностью исключили механические обработки. Органические удобрения вносились в паровом поле из расчета 30 т/га с последующей вспашкой, минеральные удобрения – под основную обработку или предпосевную культивацию при традиционном земледелии. При СЗПП такими же нормами, согласно технологии, минеральные удобрения вносились сеялкой прямого посева одновременно с посевом.

Борьба с сорной растительностью при ТС предполагает сочетание механических и химических методов, для этих же целей при ПП используется только химическая защита.

Посев на контрольном варианте проводился сеялкой СН-16, на изучаемом – специальной сеялкой прямого посева Gherardi G-117. Пар чистый обрабатывали в течение периода парования согласно классической технологии – содержание деланок в чистом от сорняков состоянии с мелкокомковатым посевным слоем.

Уборку предшественника озимой пшеницы при СЗПП гороха посевного проводили по мере его созревания, это происходило в разные годы исследований в третьей декаде июня или в первой июля. В послеуборочный период, при отрастании сорняков и падалицы, проводили обработку глифосатсодержащим гербицидом нормой 1,5–2 л/га – Торнадо, ВР (глифосат (изопропиламинная соль, 360 г/л)) – в зависимости от видового состава, количества и фазы развития сорной растительности (норма рабочей жидкости раствора составляла 50 л/га).

В исследовании использовался сорт озимой пшеницы Аскет (оригинатор и патенто-обладатель: ФГБНУ «ВНИИ зерновых культур им. И. Г. Калинин»). Посев пшеницы озимой проводили при наступлении оптимальных условий. Во все годы исследований это было во второй декаде октября с одинаковой нормой высева по обеим системам – 3,5 млн/га. В конце зимы или ранней весной проводили подкормку азотными удобрениями – 30 кг аммиачной селитры по д. в. В фазу кущения проводили гербицидную обработку – Балерина, СЭ (2,4-Д (2-этилгексильный эфир) – 410 г/л; Флорасулам – 7,4 г/л). Уборку проводили комбайном Winterstigger Classic с соломоизмельчителем и половоразбрасывателем. Все эти мероприятия проводили в один день по технологиям, вариантам и повторениям.

Климатические условия за годы проведения исследований характеризовались резкими и частыми колебаниями годовых, месячных и даже суточных температур, недостаточным и неустойчивым выпадением осадков, большим притоком тепла и относительно низкой влажностью воздуха. Сумма позитивных температур выше 5 °C доходила до 3400–3600 °C. Среднегодовая температура воздуха – 10,4 °C. При среднегодовой сумме осадков 428 мм величина испаряемости составляет 744–855 мм. В период активной вегетации растений гидротермический коэффициент равнялся 0,4–0,8.

За годы исследований температура воздуха превышала среднееголетние показатели на 0,50 °C (2016–2017 гг.), 2,50 °C (2017–2018 гг.) и 1,6 °C (2018–2019 гг.) (табл. 1). Количество осадков в первые два года было на уровне нормы – 454 и 425 мм; в третий год исследований – на 131 мм больше среднееголетнего показателя. Во все годы исследований осадки выпадали неравномерно и несвоевременно: их было меньше нормы при посеве (октябрь), при возобновлении весенней вегетации (март), при выходе в трубку и при колошении (апрель, май). Обильный выпавшие осадки в июне – июле не влияли на уровень урожайности.

1. Характеристика основных параметров погодно-климатических условий вегетации пшеницы озимой за годы исследований (А. Клепинино)

1. Characteristics of the main parameters of the weather-climatic conditions of the winter wheat vegetation period during the years of research (A. Klepinino)

Год	Месяц												
	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	среднее
Среднесуточная температура воздуха, °C													
2016–2017	25,1	19,1	10,0	5,7	–1,4	–1,9	0,6	3,9	9,3	15,7	21,4	23,8	10,9
2017–2018	25,1	20,5	12,2	6,6	7,2	0,97	1,4	1,9	13,2	19,0	22,7	24,1	12,9
2018–2019	25,1	18,8	13,2	4,8	2,0	1,03	1,6	2,7	9,8	17,7	23,8	23,1	12,0
Норма	21,5	16,6	10,4	5,9	1,9	–1,5	–0,5	3,1	10,0	15,7	19,9	22,2	10,4
Сумма осадков, мм													
2016–2017	22,5	169	27,5	26,8	40,6	30,0	18,6	22,1	39,9	23,6	20,5	12,6	454
2017–2018	53,2	0,1	24,8	24	18,4	37,8	42,3	22,8	3,1	15,6	46,3	136	425
2018–2019	4,3	88,8	20,1	51,2	84	48,6	20,7	11,7	26,9	14,4	120	68,2	559
Норма	32	33	27	33	39	32	30	31	28	42	59	42	428

Почва опытного участка, на котором за-
ложен стационар – чернозем южный, харак-

теризующийся слабой гумусированностью.
Мощность гумусового слоя – 24–36 см, всей гу-

мусовой толщ – 57–70 см. Содержание гумуса в пахотном слое на целине – 3,76%, в этом же слое на пашне – 2,12%, подвижного фосфора – 2,0–2,7 мг/100 г почвы и обменного калия – 25–30 мг/100 г почвы (Драган, 1983). Общая площадь делянки – 300 м², учетная – 50 м². Повторность – трехкратная. Математическая обработка проводилась согласно методу Б. А. Доспехова.

Результаты и их обсуждение. В условиях степной зоны испаряемость значительно выше количества выпадающих осадков. За годы ис-

следований участились кратковременные ливневые осадки, не имеющие хозяйственно полезного значения. Следовательно, все технологические операции были направлены на накопление и сохранение продуктивной влаги в почве.

За годы исследований к рекомендованным срокам посева пшеницы озимой как в посевном, так и в пахотном слоях было недостаточное количество продуктивной влаги, независимо от технологий и предшественников (табл. 2).

2. Влажность почвы в зависимости от технологии выращивания пшеницы озимой, мм (2017–2019 гг.)

2. Soil moisture depending on the cultivation technology of winter wheat, mm (2017–2019)

Система земледелия	Годы									Среднее		
	2017			2018			2019					
	0–10	0–20	0–100	0–10	0–20	0–100	0–10	0–20	0–100	0–10	0–20	0–100
Посев												
ТС* (контроль)	6,5	12,0	70,2	2,1	13,6	58,5	8,2	17,3	76,5	5,6	14,3	68,4
СЗПП**	5,7	12,2	41,5	0	0	20,8	6,3	14,9	70,3	4,0	9,0	44,2
±	–0,8	+0,2	–28,7	–2,1	–13,6	–37,1	–1,9	–2,4	–6,2	–1,6	–5,3	–24,2
НСР ₀₅	1,61	1,16	22,8	0,19	1,24	23,8	0,62	1,26	4,19	–	–	–
Возобновление весенней вегетации												
ТС (контроль)	10,1	19,1	100,1	10,9	22,2	101	5,5	11,9	69,4	8,8	17,7	90,2
СЗПП	8,20	20,4	102,6	9,9	20,2	96,3	4,8	10,9	71,1	7,6	17,2	90,0
±	–1,90	+1,3	+2,5	–1,00	–2,00	–4,70	–0,70	–1,00	+1,7	–1,2	–0,5	–0,2
НСР ₀₅	2,26	2,00	3,70	1,20	2,16	6,43	0,42	0,94	1,63	–	–	–

Примечание: ТС* (традиционная система) – предшественник – чистый пар; СЗПП** (система земледелия прямого посева) – предшественник – горох посевной.

В посевном слое минимальное количество влаги по годам составляет в среднем 5,6 и 4 мм (соответственно по технологиям), в пахотном – 14,3 и 9,0 мм, что тоже недостаточно для получения своевременных, дружных всходов. Если проанализировать количество продуктивной влаги в пахотном слое по годам, то имеем одинаковое количество влаги по системам земледелия влажной осенью (под урожай 2017 г.), а в засушливый послеуборочный период под урожай 2018 и 2019 гг. – достоверно большее количество влаги при традиционном земледелии за счет предшественника чистый пар. В метровом горизонте достоверно большее количество влаги за все годы исследований при традиционной системе земледелия в сравнении с прямым посевом на 24,2 мм. Разница эта обусловлена в основном различными звеньями севооборота по системам земледелия: пар черный – пшеница озимая (ТС) и горох посевной – пшеница озимая (СЗПП).

Ко времени возобновления вегетации пшеницы озимой запасы влаги по изучаемым системам земледелия и независимо от предшественников выравнивались: на контроле – 90,2 мм; при прямом посеве – 90,0 мм. Расчеты показывают, что за осенне-зимний период почва, обработанная по ТС, накопила всего 22 мм продуктивной влаги, а необработанная – 46 мм, или в два раза больше.

Приоритетными (при любой системе земледелия) по-прежнему остаются вопросы защиты растений, в частности борьба с сорной расти-

тельностью. Многолетний запас семян сорного компонента в почве, даже без его пополнения, сказывается на засоренности.

В первый год исследований количество сорняков не зависело от систем земледелия, в последующие годы засоренность делянок при прямом посеве была достоверно выше, чем на контроле (табл. 3). После возобновления весенней вегетации и достижения температур, приемлемых для работы средствами защиты растений, делянки озимой пшеницы обрабатывали гербицидом. Процент гибели сорняков высокий: в среднем 95,8% на контроле и 95,7% на изучаемом варианте. Видовой состав сорной растительности в посевах пшеницы озимой представлен в основном эфемерами: ранними яровыми – 91%; озимыми и зимующими – 8%; единичными многолетниками – 1%. Изучаемая технология прямого посева на видовой состав сорняков за три года исследований не повлияла.

При освоении новой технологии возникают вопросы по физическим свойствам почвы, особенно по вопросу плотности. Урожайность на переуплотненных почвах снижается, если плотность более 1,4 г/см³ на 15–30%, когда этот показатель увеличивается до 1,5 и более, снижение может достигнуть 50% (Турин, 2020). На плотность почвы влияет не только применяемая технология, но и севооборот. Корневые системы культурных растений имеют существенные различия. В перечне культур севооборота обязательно присутствие таких

растений, корни которых работают как разуплотнители, разрыхлители почвы на достаточ-

ную глубину (Петрова, 2015; Турин, 2020). В нашем стационарном опыте это сорго зерновое.

3. Засоренность озимой пшеницы в зависимости от систем земледелия, шт./м² (2017–2019 гг.) 3. Weed infestation of winter wheat depending on farming systems, pcs/m² (2017–2019)

Система земледелия	2017 г.			2018 г.			2019 г.			Среднее за 3 года		
	До обработки гербицидами	После обработки	% гибели	До обработки гербицидами	После обработки	% гибели	До обработки гербицидами	После обработки	% гибели	До обработки гербицидами	После обработки	% гибели
ТС (контроль)	67,0	2,70	95,8	50,8	2,64	94,8	24,5	0,80	96,7	47,4	2,05	95,8
СЗПП	62,0	2,70	96,0	62,8	3,20	94,9	35,6	1,30	96,3	53,5	2,40	95,7
НСР ₀₅	6,23	0,11	–	7,41	0,21	–	5,27	–	–	–	–	–

При изучении, а также применении в производстве новой технологии не допускаются посев, уход и уборка делянок в одном направлении. Все технологические операции, в том числе и посев, должны проводиться под углом 30° по отношению к направлению работ в прошлом году. В противном случае будет происходить переуплотнение почвы по следу тракторов, комбайнов и другой техники, применяемой в хозяйстве, которое ведет к снижению урожайности, искажению данных при оценке данной технологии (Петрова, 2015).

Зачастую в научных опытах при обработке делянок в одном направлении по этому показателю получают отрицательный результат, а в производстве, где соблюдаются вышеуказанные рекомендации, – положительный.

Плотность почвы в среднем по горизонту – 0–30 см, за все годы исследований к посеву озимой пшеницы была одинаково высокой по обеим изучаемым технологиям: по ТС – 1,34 г/см³, по СЗПП – 1,35 (табл. 4). Достоверного превышения плотности почвы при прямом посеве в сравнении с контролем за годы исследований по горизонтам не наблюдалось.

4. Влияние систем земледелия на плотность почвы при посеве и возобновлении весенней вегетации озимой пшеницы, г/см³ (2017–2019 гг.) 4. Farming systems' effect on soil density during sowing and renewal of spring vegetation of winter wheat, g/cm³ (2017–2019)

Система земледелия	Горизонты, см	Годы			Среднее за 3 года
		2017	2018	2019	
Посев					
ТС (контроль)	0–10	1,14	1,12	1,17	1,14
	10–20	1,40	1,42	1,44	1,42
	20–30	1,40	1,57	1,48	1,48
	0–30	1,31	1,37	1,36	1,34
СЗПП	0–10	1,21	1,17	1,12	1,16
	10–20	1,34	1,45	1,53	1,44
	20–30	1,44	1,58	1,39	1,47
	0–30	1,33	1,40	1,34	1,35
НСР ₀₅	0–10	0,08	0,06	0,09	–
	10–20	0,07	0,05	0,10	–
	20–30	0,04	0,04	0,09	–
	0–30	0,04	0,09	–	–
Возобновление весенней вегетации					
ТС (контроль)	0–10	0,99	0,88	1,13	1,00
	10–20	1,09	1,34	1,46	1,29
	20–30	1,31	1,36	1,62	1,43
	0–30	1,13	1,19	1,40	1,24
СЗПП	0–10	1,01	0,91	1,14	1,02
	10–20	1,19	1,38	1,42	1,33
	20–30	1,43	1,31	1,64	1,46
	0–30	1,21	1,20	1,40	1,27
НСР ₀₅	0–10	0,03	0,07	0,11	–
	10–20	0,12	0,06	0,11	–
	20–30	0,14	0,07	0,12	–
	0–30	0,10	0,04	–	–

За осенне-зимний период в условиях 2017 и 2018 гг. произошло разуплотнение почвы естественным путем, поэтому к началу возобновления весенней вегетации плотность почвы находилась в диапазоне оптимальных показателей. В условиях 2019 г. разуплотнение почвы к весне не произошло, а, скорее, наоборот, она переуплотнилась. Мы можем объяснить это только создавшимися специфическими погодными условиями осенне-зимнего периода. В течение зимнего периода не наблюдалось замерзания и оттаивания почвы, поэтому разуплотнения почвы не происходило.

Структура почвы – это форма, размер и взаимное расположение почвенных агрегатов, которые имеют огромное влияние на агротехнологические свойства почвы, а следовательно, на ее плодородие и урожайность возделываемых культур. Наиболее ценные структурные агрегаты в посевном слое размером от 0,25

до 10,0 мм. Длительные, многократные механические обработки почвы приводят к увеличению количества агрегатов менее 0,25 мм, что способствует распылению почвы. В природных условиях структура почвы формируется под воздействием жизнедеятельности почвенной биоты, корневых систем растений, т. е. представители флоры растут без механических обработок.

В начале перехода на прямой посев количество агрономически ценных агрегатов 0,25–10,0 мм по технологиям было одинаковым, в дальнейшем (2018–2019 гг.) наблюдается достоверное их увеличение на 5,1 и 3,5% при прямом посеве соответственно (табл. 5). В среднем за годы исследований количество агрегатов агрономически ценного размера увеличилось при СЗПП на 2,5% выше, чем на контроле.

5. Влияние технологии возделывания на количество агрономически ценных агрегатов в слое почвы 0–10 см (2017–2019 гг.)

5. Cultivation technology effect on the number of agronomically valuable aggregates in the 0–10 cm soil layer (2017–2019)

Система земледелия	Количество агрегатов агрономически ценного диапазона перед посевом, %							
	2017 г.	±	2018 г.	±	2019 г.	±	Среднее	±
ТС (контроль)	67,2	–	73,5	–	74,2	–	71,6	–
СЗПП	66,0	–1,13	78,6	+5,1	77,7	+3,5	74,1	+2,5
НСР ₀₅	5,45	–	3,00	–	3,40	–	–	–

Об улучшении структуры почвы при переходе на природоподобную технологию прямого посева свидетельствует и увеличение коэффициента структурности. В среднем за три

года исследований коэффициент структурности на контрольном варианте составил 2,7%, при исключении механических обработок почвы – 3,2%, что на 0,5% больше (табл. 6).

6. Влияние технологии возделывания на коэффициент структурности в слое почвы 0–10 см (2017–2019 гг.)

6. Cultivation technology effect on the structural coefficient in the 0–10 cm soil layer (2017–2019)

Система земледелия	Коэффициент структурности перед посевом полевых культур, %			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее
ТС (контроль)	2,09	2,94	3,10	2,70
СЗПП	1,96	4,05	3,60	3,20

В 2017 и 2018 гг. урожайность пшеницы озимой достоверно была ниже по прямому посеву в сравнении с традиционной системой на 0,95 и 0,70 т/г соответственно (табл. 7). В 2019 г. урожайность по обоим вариантам не имела достоверной разницы. В среднем же за три года исследований урожайность по ТС составила

3,86 т/га, а по СЗПП – 3,30 т/га, что на контроле на 0,56 т/га (14,5%) больше, чем на изучаемом варианте. За счет предшественника черный пар в ТС, по сравнению с СЗПП, где предшественником озимой пшеницы в опытах был горох посевной, контроль по урожайности выиграл.

7. Урожайность пшеницы озимой по изучаемым технологиям, т/га (2017–2019 гг.)

7. Winter wheat productivity according to the studied technologies, t/ha (2017–2019)

Система земледелия	Годы			Среднее за годы исследований
	2017	2018	2019	
ТС (контроль)	3,78	3,85	3,95	3,86
СЗПП	2,83	3,15	3,92	3,30
НСР ₀₅	0,25	0,38	0,18	0,56

Опыты по изучению технологии прямого посева в стационаре будут продолжены, с 2022 г. начнется вторая ротация севооборотов.

Выводы

1. Новая система земледелия – прямой посев в необработанную почву – за 2017–2019 гг.

исследований, в сравнении с традиционной системой, способствовала накоплению количества доступной влаги в почве при выращивании озимой пшеницы. За осенне-зимний период ее количество накопилось 46 мм, что в два раза больше, чем при традиционной технологии за этот же период времени.

2. Технология прямого посева за первые три года ее изучения не влияла на видовой состав сорных растений в сравнении с классической системой. Количественный показатель при отсутствии механических обработок почвы в среднем за три года исследований увеличился на 6,1 шт./м².

3. Плотность почвы к моменту посева в слое 0–30 см находилась на одном уровне по технологиям, разность между вариантами недостаточна и составила 0,01 г/см³. В фазу возобнов-

ления весенней вегетации озимой пшеницы произошло разуплотнение почвы, в среднем по слоям этот параметр был на уровне оптимальных значений.

4. В среднем за годы исследований количество агрегатов агрономически ценных размеров сформировалось при СЗПП на 2,5% выше, чем на контроле. Коэффициент структурности на контрольном варианте равнялся 2,7; при СЗПП – 3,2.

5. В среднем за три года исследований урожайность по ТС составила 3,86 т/га, а по СЗПП – 3,30 т/га, что на контроле на 0,56 т/га (14,5%) больше, чем на изучаемом варианте. За счет предшественника черный пар в ТС, по сравнению с СЗПП, где предшественником озимой пшеницы в опытах был горох посевной, контроль по урожайности выиграл.

Библиографические ссылки

1. Байбеков Р. Ф. Природоподобные технологии основа стабильного развития земледелия // Земледелие. 2018. № 2. С. 3–6.
2. Борисенко М. Н., Волкова Н. Е., Голубкина Н. А. и др. Проблемы и перспективы инновационного развития сельских территорий Крыма. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2019. 252 с. DOI: 10.33952/978-5-907162-56-3.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 315 с.
4. Драган Н. А. Почвы Крыма. Симферополь: СГУ, 1983. 95 с.
5. Дридигер В. К., Невечеря А. Ф., Токарев И. Д., Вайцеховская С. С. Экономическая эффективность технологии No-till в засушливой зоне Ставропольского края // Земледелие. 2017. № 3. С. 16–19.
6. Николаев Е. В., Изотов А. М. Пшеница в Крыму. Симферополь: Сонат, 2001. 288 с.
7. Петрова Л. Н., Дридигер В. К., Кашаев Е. А. Влияние технологий возделывания сельскохозяйственных культур на содержание продуктивной влаги и плотность почвы в севообороте // Земледелие. 2015. № 5. С. 13–15.
8. Турин Е. Н. Преимущества и недостатки системы земледелия прямого посева (обзор) // Таврический вестник аграрной науки. 2020. № 2(22). С. 150–168. DOI: 10.33952/2542-0720-2020-2-22-150-168.
9. Izotov A. M., Turin E. N., Turina E. L., Zhenchenko K. G., Gongalo A. A., Susskiy A. N. Comparison of no-till and traditional technologies for Triticum Aestivum L. cultivation // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. No. 341. Bristol: IOP Publishing Ltd, 2019. P. 012087. DOI: 10.1088/1755-1315/341/1/012087.
10. Kumar D., Kushwaha S., Delvento C., Liatukas Z., Vivekanand V., Svensson J. T., Henriksson T., Brazauskas G., Chawade A. Affordable phenotyping of winter wheat under field and controlled conditions for drought tolerance // Agrisculture-Basel. 2020. No. 6(10). P. 882. DOI: 10.3390/agronomy10060882.
11. Qin R. J., Noulas C., Wysocki D., Liang X., Wang G. J., Lukas S. Application of plant growth regulators on soft white winter wheat under different nitrogen fertilizer scenarios in irrigated fields // Agrisculture-Basel. 2020. No. 7(11). P. 305. DOI: 10.3390/agriculture10070305.

References

1. Bajbekov R. F. Prirodopodobnye tekhnologii osnova stabil'nogo razvitiya zemledeliya [Nature-like technologies are the basis for sustainable development of agriculture] // Zemledelie. 2018. № 2. S. 3–6.
2. Borisenko M. N., Volkova N. E., Golubkina N. A. i dr. Problemy i perspektivy innovacionnogo razvitiya sel'skih territorij Kryma [Problems and prospects of innovative development of rural areas of the Crimea]. Simferopol': IT "ARIAL", 2019. 252 s. DOI: 10.33952/978-5-907162-56-3.
3. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Agropromizdat, 1985. 315 s.
4. Dragan N. A. Pochvy Kryma [Soils of the Crimea]. Simferopol': SGU, 1983. 95 s.
5. Dridiger V. K., Nevecherya A. F., Tokarev I. D., Vajcekhovskaya S. S. Ekonomicheskaya effektivnost' tekhnologii No-till v zasushlivoj zone Stavropol'skogo kraja [Economic efficiency of No-till technology in the arid zone of the Stavropol Territory] // Zemledelie. 2017. № 3. S. 16–19.
6. Nikolaev E. V., Izotov A. M. Pshenica v Krymu [Wheat in the Crimea]. Simferopol': Sonat, 2001. 288 s.
7. Petrova L. N., Dridiger V. K., Kashchaev E. A. Vliyanie tekhnologij vozdelvaniya sel'skokozyajstvennykh kul'tur na sodержание produktivnoj vlagi i plotnost' pochvy v sevooborote [Effects of technologies of agricultural crops' cultivation on the productive moisture and soil density in crop rotation] // Zemledelie. 2015. № 5. S. 13–15.
8. Turin E. N. Preimushchestva i nedostatki sistemy zemledeliya pryamogo poseva (obzor) [Advantages and disadvantages of direct seeding farming system (overview)] // Tavricheskij vestnik agrarnoj nauki. 2020. № 2(22). S. 150–168. DOI: 10.33952/2542-0720-2020-2-22-150-168.

9. Izotov A. M., Turin E. N., Turina E. L., Zhenchenko K. G., Gongalo A. A., Susskiy A. N. Comparison of no-till and traditional technologies for *Triticum Aestivum* L. cultivation // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. No. 341. Bristol: IOP Publishing Ltd, 2019. P. 012087. DOI: 10.1088/1755-1315/341/1/012087.

10. Kumar D., Kushwaha S., Delvento C., Liatukas Z., Vivekanand V., Svensson J. T., Henriksson T., Brazauskas G., Chawade A. Affordable phenotyping of winter wheat under field and controlled conditions for drought tolerance // Agrisculture-Basel. 2020. No. 6(10). P. 882. DOI: 10.3390/agronomy10060882.

11. Qin R. J., Noulas C., Wysocki D., Liang X., Wang G. J., Lukas S. Application of plant growth regulators on soft white winter wheat under different nitrogen fertilizer scenarios in irrigated fields // Agrisculture-Basel. 2020. No. 7(11). P. 305. DOI: 10.3390/agriculture10070305.

Поступила: 04.09.20; принята к публикации: 24.09.20.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Женченко К. Г., Турин Е. Н., Гонгало А. А. – концептуализация исследований, подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация; Женченко К. Г., Турин Е. Н. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

УДК 633.31:631.52

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-53-58

ВЛИЯНИЕ РЯДА КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕМЯН ОБРАЗЦОВ ЛЮЦЕРНЫ

К. Н. Горюнов, агроном лаборатории многолетних трав, mноголетnie.travy@mail.ru,

ORCID ID: 0000-0002-5685-6508

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

В данной статье представлены зависимости урожая семян люцерны от величин морфологических признаков за трехлетний цикл выращивания. Цель исследований – изучение взаимосвязи урожайности образцов люцерны с элементами ее структуры и другими признаками для поиска их оптимальных значений. Исследования проводили в 2017–2019 гг. на опытных полях ФГБНУ «АНЦ «Донской». Материалом для исследований послужила рабочая коллекция люцерны из 105 образцов, сортов и линий; стандарт – сорт Ростовская 90. Посев – рядовой в двукратной повторности с междурядьями 20 см. Площадь делянки – 1 м²; норма высева – 2 г/м². Урожайность семян у образцов коллекционного питомника варьировала от 27,2 г/м² у образца СГП-128 до 101,0 г/м² у образца СГП-414. Средняя урожайность стандарта Ростовская 90 составила 53,2 г/м². Около 23% образцов, превысивших стандарт, сформировали урожайность в пределах 60–101 г/м². Анализ графиков зависимости урожайности от других признаков позволил определить их оптимальные значения: высота растений люцерны варьировала от 80,3 (СПЧ-434) до 107,3 см (СГП-414). Оптимальная высота растения находилась в пределах от 94 до 98 см. Количество бобов на кисти варьировало у изученных образцов от 8,8 до 16,2 шт.; оптимальное число бобов на кисти – от 12 до 13 шт.; количество оборотов на бобе – от 1,4 до 2,8; оптимальное число – 2,4–2,6. Число семян в бобе у образцов варьировало в среднем от 3,1 до 6,4 шт.; оптимальное количество – 5,0–5,5 шт. Эти величины положены в основу модели сорта люцерны. В результате изучения коллекции люцерны были выделены несколько образцов по урожайности и хозяйственно ценным признакам.

Ключевые слова: люцерна, образцы, коллекция, урожайность семян, количественные признаки.

Для цитирования: Горюнов К. Н. Влияние ряда количественных признаков на урожайность семян образцов люцерны // Зерновое хозяйство России. 2020. № 5(71). С. 53–58. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-53-58.



THE EFFECT OF A NUMBER OF QUANTITATIVE TRAITS ON SEED PRODUCTIVITY OF ALFALFA SAMPLES

K. N. Goryunov, agronomist of the laboratory for perennial grasses, mноголетnie.travy@mail.ru,

ORCID ID: 0000-0002-5685-6508

Agricultural Research Center "Donskoy"

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

The current paper has presented the correlation between alfalfa seed productivity and the values of morphological characteristics for a three-year growing cycle. The purpose of the study was to estimate the correlation between the alfalfa samples' productivity and the elements of its structure and other traits in order to find their optimal values. The study was carried out in 2017–2019 on the experimental plots of the Agricultural Research Center "Donskoy". The material for the research was a working collection of 105 alfalfa samples, varieties and lines, and the standard variety 'Rostovskaya 90'. The crops were sown in row, in double repetition, with row spacing of 20 cm on a plot of 1 m², the seeding rate was 2 g/m². The seed productivity of the collection samples varied from 27.2 g/m² (the sample 'SGP-128') to 101.0 g/m² (the sample 'SGP-414'). The average productivity of the standard variety 'Rostovskaya 90' was 53.2 g/m². About 23% of the samples that exceeded the standard variety produced 60–101 g/m². Analysis of the graphs of the correlation between productivity and other traits made it possible to determine their optimal values, namely height of alfalfa plants varied from 80.3 ('SPCh-434') to 107.3 cm ('SGP-414'). The optimum plant height was between 94 and 98 cm. The number of beans per bunch in the studied samples varied from 8.8 to 16.2 pcs.; the optimal number of beans per bunch was from 12 to 13 pcs.; the number of turns on a bean was from 1.4 to 2.8, the optimal number was 2.4–2.6. The number of seeds in a bean varied on average from 3.1 to 6.4 pcs., the optimal number was 5.0–5.5 pcs. These values have formed the basis for the model of the alfalfa variety. The study of the alfalfa collection resulted in the identification several samples due to their productive and economically valuable traits.

Keywords: alfalfa, samples, collection, seed productivity, quantitative traits.

Введение. Люцерна – это высокоурожайная многолетняя бобовая культура, которая хорошо подходит для производства зеленого корма, силоса, сена, сенажа и на выпас в луговом травосеянии (Игнатев и Грязева, 2019). Достоинствами этой культуры являются: высо-

кая урожайность зеленой массы и семян, отличная питательность получаемого корма, быстрое отрастание после укосов, устойчивость к длительным атмосферным засухам, долголетие. Возделывание многолетних трав, в частности люцерны, имеет многофункциональную

значимость, самое важное из них – сохранение плодородия почв и материальных ресурсов за счет обогащения почв биологическим азотом, каждая тонна которого обходится в сотни раз дешевле минерального. При этом выход растительного белка с 1 га посева люцерны может достигать 3 т (Игнатьев и Грязева, 2016). Это делают люцерну одной из самых широко выращиваемых культур в мире.

Увеличение производства корма, создание качественных сортов люцерны имеют большое значение. По мнению многих исследователей, для каждого региона России необходимо иметь сорта, способные реализовать почвенно-климатический потенциал зоны, обладать устойчивостью к различным возможным стресс-факторам (Жученко и др., 2004). Поэтому изучение исходного материала, отбор образцов зеленой массы и семян с повышенным содержанием белка для использования в селекционном процессе и создание новых сортов имеют большое научное и практическое значение.

Для создания высокоурожайных сортов нужно знать оптимальные величины количественных признаков растений, при наличии которых формируется максимальная продуктивность лучших генотипов в конкретных почвенно-климатических условиях (Костылев и др., 2018).

В исследованиях по рису была установлена сложная связь между урожайностью и ее структурными характеристиками. При оптимальных величинах структурных показателей формируется более высокая урожайность зерна риса (Костылев и др., 2016, 2017).

Цель исследований – изучение взаимосвязи урожайности образцов люцерны с элементами ее структуры и другими признаками для поиска их оптимальных значений.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2017–2019 гг.

за трехлетний цикл выращивания на опытных полях ФГБНУ «АНЦ «Донской». Материалом для исследований послужила рабочая коллекция люцерны в количестве 105 образцов, сортов и линий, созданных в ФГБНУ «АНЦ «Донской» и других научно-исследовательских учреждениях. Исследования по коллекционному питомнику проводили по общепринятым методикам (Методика полевого опыта, 1985; Методические указания по селекции многолетних трав, 1987). Посев – рядовой, проводили вручную в двукратной повторности с междурядьями 20 см; площадь делянки – 1 м². В качестве стандарта высевали люцерну Ростовская 90 через каждые 10 номеров, норма высева для люцерны – 2 г/м².

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный мощный карбонатный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в слое 0–20 см – 3,7%; нитратного азота N-NO₃ – 12,0; P₂O₅ – 18,0; K₂O – 310 мг/кг почвы. Метеорологические условия в год вегетации различались по месяцам. Самым жарким оказался июль, среднемесячная температура воздуха – +22–24 °С, а максимальная – +45 °С (Ионова и др., 2019). Среднемесячная температура воздуха в период вегетации в 2017–2018 гг. была выше средне многолетней, наблюдался значительный дефицит осадков (Ашиев и др., 2019). В 2019 г. среднемесячная температура и количество осадков были на уровне среднемноголетних показателей.

Результаты и их обсуждение. Урожайность семян у образцов коллекционного питомника варьировала от 27,2 г/м² у образца СГП-128 до 101,0 г/м² у образца СГП-414 (рис. 1). Средняя урожайность стандарта Ростовская 90 составила 53,2 г/м². Около 23% образцов, превысивших стандарт, сформировали урожайность 60–101 г/м². Выявлены 2 образца с урожайностью 99,5 и 101,0 г/м² – СГП-411 и СГП-414.

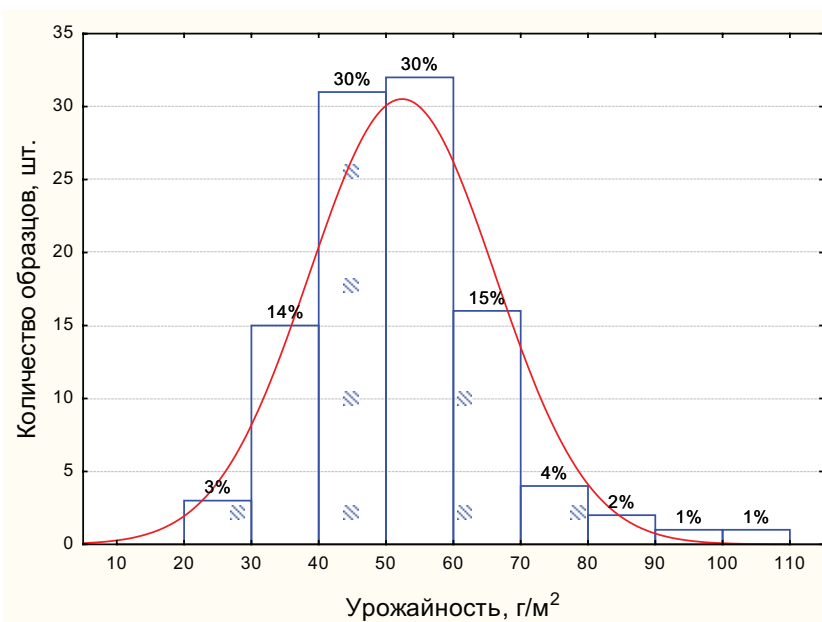


Рис. 1. Распределение коллекционных образцов люцерны по урожайности (2017–2019 гг.)

Fig. 1. Distribution of collection alfalfa samples in accordance to productivity (2017–2019)

На формирование семенной продуктивности растений люцерны влияют различные факторы, как средовые, так и генетические. Большое значение имеют общее развитие зеленой массы растений, количество соцветий, бобов в них, семян в бобе и их масса.

Высота растений является немаловажным признаком, влияющим на продуктивность

кормовых культур в целом и люцерны в частности. В наших исследованиях высота растений люцерны варьировала от 80,3 (СПЧ-434) до 107,3 см (СПП-414). На графике видно, что оптимальная высота растения находится в пределах от 96 до 98 см, где образцы дают наибольшую в этом классе среднюю урожайность семян 63 г/м^2 (рис. 2).

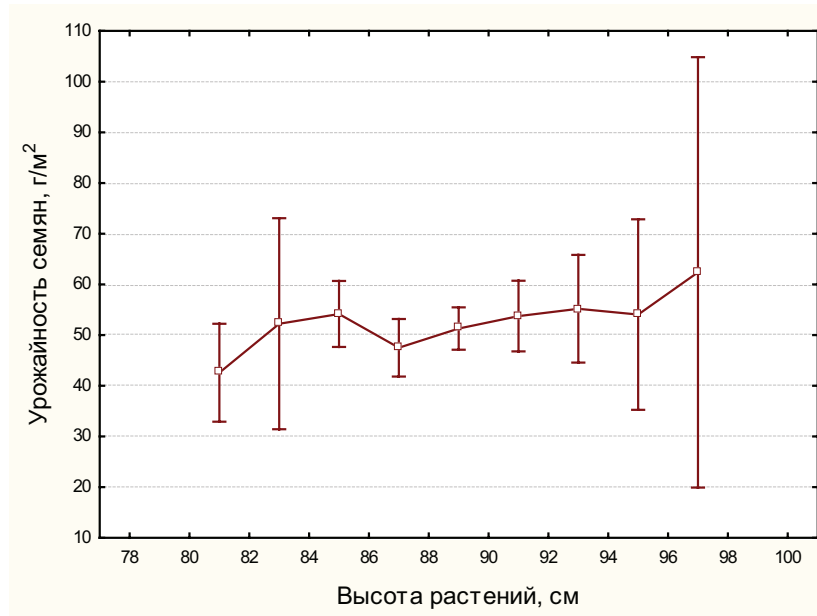


Рис. 2. Зависимость урожайности семян от высоты растений (2017–2019 гг.)

Fig. 2. Correlation between seed productivity and plant height (2017–2019)

У люцерны формируются соцветия цилиндрической формы, несущие 15–30 цветков. Количество бобов на кисти непосредственно определяет семенную продуктивность лю-

церны. Этот признак варьировал у изученных образцов от 8,8 (СПП-226) до 16,2 шт. (СПП-113) (рис. 3).

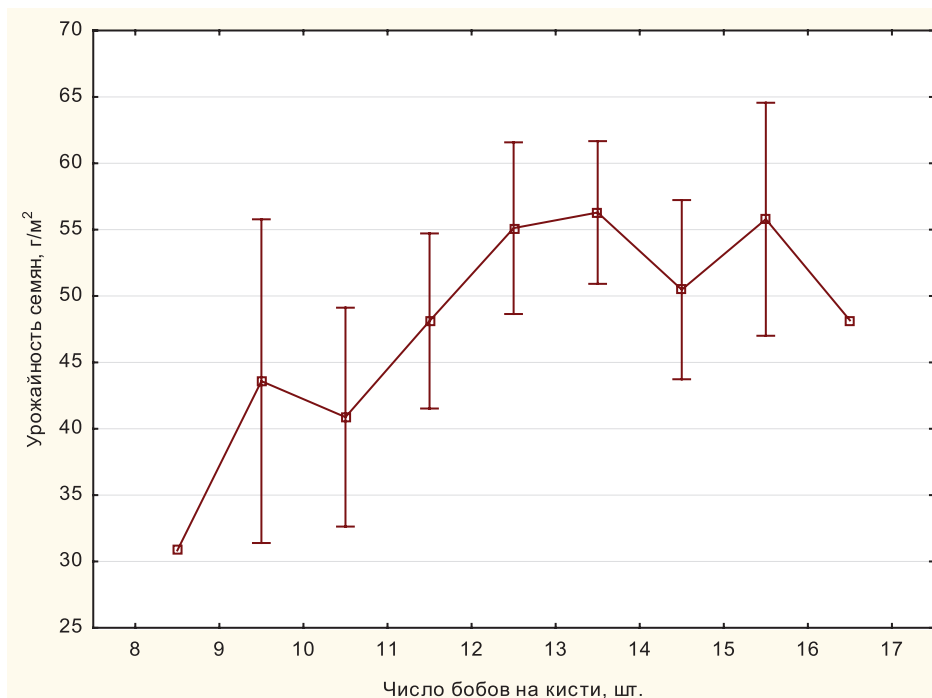


Рис. 3. Зависимость урожайности семян от числа бобов на кисти (2017–2019 гг.)

Fig. 3. Correlation between seed productivity and number of beans per bunch (2017–2019)

Максимальную урожайность до 56 г/м² сформировали образцы в классах количества бобов на кисти от 12 до 16 шт. Поэтому в селекционной работе нужно проводить массовый отбор образцов с такой величиной этого признака.

Плод люцерны – многосемянный боб спирально-закрученной формы. Форма боба люцерны посевной характеризуется четкой спиралью от 1 до 5 оборотов. Генетический контроль этого признака осуществляется количественными генами аддитивного действия. На рисун-

ке 4 видно, что количество оборотов на бобе варьировало от 1,4 (СГП-452) до 2,8 (СГП-168). График зависимости урожайности семян от числа оборотов на бобе показывает тенденцию к росту. При увеличении числа оборотов на бобе от 1,4 до 2,2 урожайность семян образцов сначала повышается от 42 до 56 г/м², а затем несколько снижается при числе оборотов 2,2–2,4 и снова растет до максимального значения 80 г/м² в классе 2,4–2,6. Дальнейшее увеличение числа оборотов ведет к некоторому снижению урожайности.

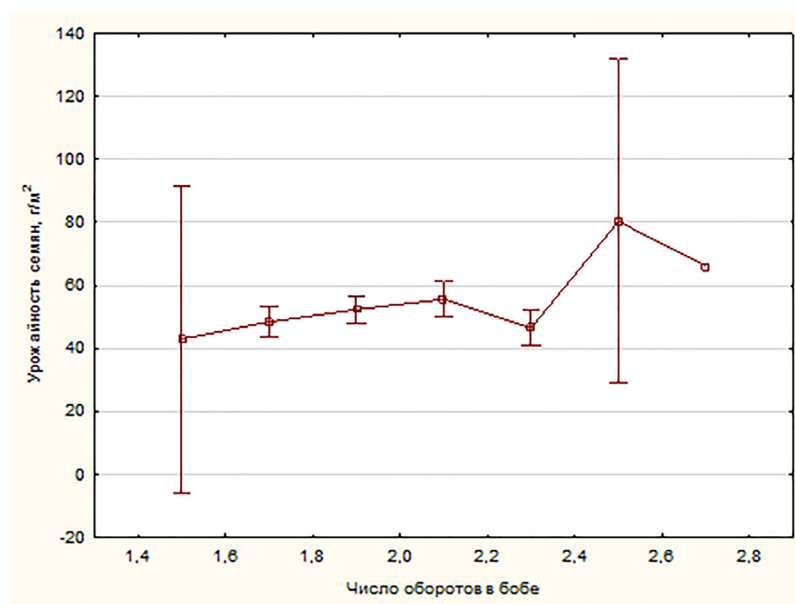


Рис. 4. Зависимость урожайности семян от числа оборотов на бобе (2017–2019 гг.)
Fig. 4. Correlation between seed productivity and number of turns on a bean (2017–2019)

В бобах содержится по 3,0–6,5 хорошо развитых семян почковидной формы от желтой до желто-бурой окраски. График показывает, что число семян в бобе у образцов изученной коллекции варьировало в среднем от 3,1 (СГП-451) до 6,4 шт. (СГП-439). Урожайность

семян имеет прямую зависимость от количества семян в бобе (рис. 5). Она плавно растет от 43 г/м² в классе 3,0–3,5 семени до наибольшего значения 57 г/м² при количестве семян от 5,0–5,5 шт. При последующем увеличении числа семян в бобе урожайность снижается.

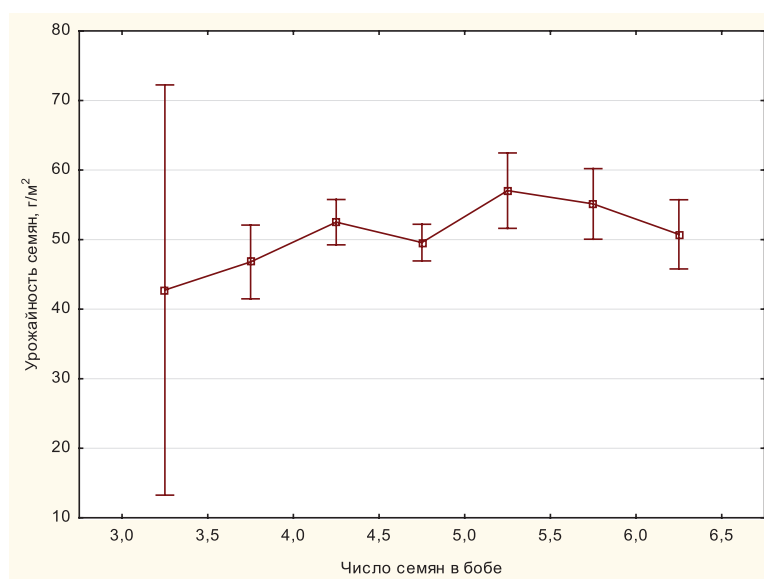


Рис. 5. Зависимость урожайности семян от числа семян в бобе (2017–2019 гг.)
Fig. 5. Correlation between seed productivity and number of seeds in a bean (2017–2019)

Масса 1000 семян люцерны колебалась в пределах 2,1–2,5 г. В результате трехлетних исследований были выделены несколько образцов по хозяйственно ценным признакам:

по урожайности семян, высоте растений, числу бобов на кисти, числу оборотов на бобе, числу семян в бобе (табл. 1).

1. Выделившиеся по хозяйственно ценным признакам образцы люцерны (2017–2019 гг.)
1. Identified alfalfa samples due to their productive and economically valuable traits (2017–2019)

Название образца	Урожайность семян, г/м ²	Высота растений, см	Число бобов на кисти	Число оборотов в бобе	Число семян в бобе
Ростовская 90, ст.	69,5	92,0	14,3	1,9	4,2
СГП-445	69,7	91,1	16,0	1,9	4,3
СГП-173	71,8	89,0	15,4	1,8	4,8
СГП-165	72,0	90,6	14,0	1,8	5,3
СГП-174	75,5	93,9	13,9	1,8	3,9
СГП-162	77,2	90,0	14,0	1,9	4,8
СГП-167	83,0	93,2	13,6	2,4	5,7
СГП-172	88,2	92,3	12,1	2,1	5,6
СГП-411	99,5	83,7	12,3	2,6	5,1
СГП-414	101,0	107,3	13,1	1,9	5,3
Стандартное отклонение	13,7	4,0	1,5	0,2	0,7

Все выделившиеся линии будут использоваться в качестве родительских форм для создания синтетических популяций.

Выводы

1. Урожайность 105 образцов рабочей коллекции люцерны варьировала от 27,2 до 101 г/м² у лучшего образца СГП-414.

2. Установлено, что максимальная урожайность семян формируется при оптимальных значениях следующих признаков: высота

растения – 96–98 см; число бобов на кисти – 12–16 шт.; число оборотов в бобе – 2,4–2,6; число семян в бобе – 5,0–5,5.

3. Выделены несколько образцов по урожайности семян и комплексу хозяйственно ценных признаков: СГП-167, СГП-172, СГП-411, СГП-414 и др., которые будут использоваться в качестве родительских форм для создания синтетических популяций.

Библиографические ссылки

1. Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н., Скулова М. В., Кравченко Н. С. Оценка исходного материала сои по качеству зерна на гомеостатичность // Зерновое хозяйство России. 2019. № 5(65). С. 45–49. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-65-5-45-49.
2. Жученко А. А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. М.: Агрорус, 2004. 1109 с.
3. Игнатьев С. А., Грязева Т. В. Коллекционный материал люцерны для селекции на продуктивность // Аграрный вестник Урала. 2016. № 08(150). С. 24–30.
4. Игнатьев С. А., Регидин А. А., Грязева Т. В., Горюнов К. Н. Результаты изучения морфо-биологических признаков образцов люцерны из Северной Америки // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2(62). С. 42–46. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-42-46.
5. Ионова Е. В., Лиховидова В. А., Лобунская И. А. Засуха и гидротермический коэффициент увлажнения как один из критериев оценки степени ее интенсивности (обзор литературы) // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 18–22. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-18-22.
6. Костылев П. И., Краснова Е. В., Аксенов А. В., Костылева Л. М., Галаян А. Г. Анализ элементов структуры урожайности и других количественных признаков у образцов риса // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 12–17.
7. Костылев П. И., Краснова Е. В., Донцова В. Ю., Костылева Л. М. Влияние элементов структуры урожая на продуктивность сортов риса контрольного питомника // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 07(61). Ч. 2. С. 63–66.
8. Костылев П. И., Краснова Е. В., Редькин А. А., Костылева Л. М., Аксенова А. В. Структура урожая селекционных образцов риса и ее влияние на продуктивность // Зерновое хозяйство России. 2016. № 1(43). С. 13–18.

References

1. Ashiev A. R., Habibullin K. N., Skulova M. V., Kravchenko N. S. Ocenka iskhodnogo materiala soi po kachestvu zerna na gomeostatichnost' [Estimation of initial soybean material on grain quality for homeostaticity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 5(65). S. 45–49. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-65-5-45-49.
2. Zhuchenko A. A. Resursnyj potencial proizvodstva zerna v Rossii [Resource potential of grain production in Russia]. M.: Agrorus, 2004. 1109 s.
3. Ignat'ev S. A., Gryazeva T. V. Kollekcionnyj material lyucerny dlya selekcii na produktivnost' [Alfalfa collection material for productivity breeding] // Agrarnyj vestnik Urala. 2016. № 08(150). S. 24–30.
4. Ignat'ev S. A., Regidin A. A., Gryazeva T. V., Goryunov K. N. Rezul'taty izucheniya morfo-biologicheskikh priznakov obrazcov lyucerny iz Severnoj Ameriki [Study results of morfo-biological characteristics of alfalfa samples received from North America] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 2(62). S. 42–46. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-42-46.

5. Ionova E. V., Lihovidova V. A., Lobunskaya I. A. Zasuha i gidrotermicheskiy koefficient uvlazhneniya kak odin iz kriteriev ocenki stepeni ee intensivnosti (obzor literatury) [Drought and hydrothermal moisture coefficient as one of the criteria for assessing the degree of its intensity (Literature review)] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2019. № 6(66). S. 18–22. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-18-22.

6. Kostylev P. I., Krasnova E. V., Aksenov A. V., Kostyleva L. M., Galayan A. G. Analiz elementov struktury urozhajnosti i drugih kolichestvennyh priznakov u obrazcov risa [Analysis of the yield structure elements and other quantitative traits in rice samples] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2018. № 1(55). S. 12–17.

7. Kostylev P. I., Krasnova E. V., Doncova V. Yu., Kostyleva L. M. Vliyanie elementov struktury urozhaya na produktivnost' sortov risa kontrol'nogo pitomnika [Influence of the yield structure elements on productivity of the control rice varieties] // *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*. 2017. № 07(61). Ch. 2. S. 63–66.

8. Kostylev P. I., Krasnova E. V., Red'kin A. A., Kostyleva L. M., Aksenova A. V. Struktura urozhaya selekcionnyh obrazcov risa i ee vliyanie na produktivnost' [The yield structure of the selection rice samples and its impact on productivity] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2016. № 1(43). S. 13–18.

Поступила: 12.08.20; принята к публикации: 09.09.20.

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

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Горюнов К. Н. – концептуализация исследования, подготовка текста статьи, сбор данных, анализ данных, подготовка рукописи.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

ХАРАКТЕРИСТИКА НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ ВОСКОВИДНОЙ КУКУРУЗЫ

А. С. Игнатьев, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства кукурузы, ignatev1983@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-0319-4600
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Подвид восковидной кукурузы (*Zea mays L. ceratina*) недостаточно изучен, несмотря на то, что ее зерно считается ценным сырьем в пищевой и технической промышленности. Цель работы – изучение новых самоопыленных линий восковидной кукурузы и выделение перспективных для селекции гибридов кукурузы с повышенным содержанием амилопектинового крахмала в зерне. Исследования выполнены в ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» в 2017–2019 гг. В качестве исходного материала послужили 40 новых самоопыленных линий (I6) кукурузы, относящихся к подвиду восковидной. Они были изучены по комплексу признаков. К сильно варьирующим относились следующие признаки: урожайность зерна, полегание растений, поражение пузырчатой головней, масса 1 початка ($V = 27,4–191,6\%$). Средне варьирующие: высота прикрепления початка, количество початков на 1 растении, масса 1000 зерен, количество зерен в ряду и на початке ($V = 10,3–19,0\%$). Слабо варьирующие: уборочная влажность зерна, длина периода «всходы – цветение початков», высота растений ($V = 2,2–9,6$). Выделены новые линии (24/86, 25/92(2), 26/8, 25/94) с высоким содержанием амилопектинового крахмала в зерне (68,6–69,4%), урожайностью зерна (0,96–1,76 т/га), низкой уборочной влажностью зерна (13,7–15,1%), высокой устойчивостью к полеганию (0–3,3% полегших растений), слабым поражением пузырчатой головней на естественном фоне (0,4–6,5% пораженных растений), средней высотой прикрепления початка (42–53 см). Новая самоопыленная линия 27/8 имела среднее содержание крахмала в зерне (68,0%), но отличалась высокой семенной продуктивностью (2,70 т/га) и высокими значениями других хозяйственно ценных признаков. Результаты структурного анализа указывают на то, что линии восковидной кукурузы формируют урожай за счет сочетания высоких значений различных элементов структуры урожая зерна. Например, наиболее продуктивная линия 26/8 отличалась максимальным значением массы 1 початка (93,9 г) и массы 1000 зерен (251 г).

Ключевые слова: урожайность, восковидная кукуруза (*Zea mays L. ceratina*), самоопыленные линии, признаки продуктивности, амилопектиновый крахмал.

Для цитирования: Игнатьев А. С. Характеристика новых самоопыленных линий восковидной кукурузы // Зерновое хозяйство России. 2020. № 5(71). С. 59–62. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-59-62.



CHARACTERISTICS OF THE NEW SELF-POLLINATED WAXY MAIZE LINES

A. S. Ignatiev, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for maize breeding and seed production, ignatev1983@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-0319-4600
Agricultural Research Center “Donskoy”
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The subspecies of waxy maize (*Zea mays L. Ceratina*) has not been adequately studied, despite the fact that its kernels are considered a valuable raw material in the food and technical industries. The purpose of the current work was to study new self-pollinated waxy maize lines and identify promising maize hybrids with an increased content of amylopectin starch in kernels. The study was carried out in the FSBSI “Agricultural Research Center “Donskoy” in 2017–2019. The initial material was presented by 40 new self-pollinated maize lines (I6) belonging to the waxy subspecies. They were studied according to the set of traits. The highly variable traits were kernels' productivity, plant lodging, blister smut infection, one cob weight ($V = 27.4–191.6\%$); the moderate variable traits were a height of cob attachment, number of cobs per plant, 1000-kernel weight, number of kernels in a row and per cob ($V = 10.3–19.0\%$); the slightly variable traits were harvesting moisture content in kernels, length of the period “sprouts – cobs' flowering”, plant height ($V = 2.2–9.6$). There have been identified the new lines ‘24/86’, ‘25/92(2)’, ‘26/8’, ‘25/94’ with a high content of amylopectin starch in kernels (68.6–69.4%), kernels' productivity (0.96–1.76 t/ha), low harvest moisture content of kernels (13.7–15.1%), high resistance to lodging (0–3.3% of lodged plants), weak infection of blister smut on a natural background (0.4–6.5% of infected plants), with an average cob attachment height (42–53 cm). The new self-pollinated line ‘27/8’ had an average starch content in kernels (68.0%), but was identified by high kernels' productivity (2.70 t/ha) and high values of other economically valuable traits. The results of the structural analysis have shown that the waxy maize lines formed the yields due to the combination of high values of various elements of the grain yield structure. For example, the most productive line ‘26/8’ differed in the maximum weight of one cob (93.9 g) and 1000 kernel weight (251 g).

Keywords: productivity, waxy maize (*Zea mays L. ceratina*), self-pollinated lines, productivity traits, amylopectin starch.

Введение. Кукуруза возделывается как основная зерновая культура, используемая для нужд животноводства и продовольствия. Зерно кукурузы характеризуется высоким содержанием крахмала и используется в каче-

стве сырья для крахмалопаточной продукции. Крахмал кукурузы на 72% состоит из амилопектина и на 28% из амилозы; крахмал восковидной кукурузы состоит на 100% из амилопектина (Юкенгеймер, 1979). Зерно восковидной

кукурузы является ценным сырьем для производства амилопектина, который используется в пищевой промышленности для детского и диетического питания. Кроме того, он считается ценным сырьем в технической промышленности и производстве полимеров (Шмараев, 1999). Одним из важнейших применений амилопектинового крахмала является его использование в качестве компонента заменителя крови «Волекам» (Сидорова и др., 2018). Изучению подвита восковидной кукурузы в России уделяется значительно меньшее внимание, чем другим подвидам. Создание отечественных гибридов кукурузы с высоким содержанием амилопектинового крахмала в зерне актуально и является практически не разработанным направлением отечественной селекции. В Госреестре нет российских гибридов подобного типа (Хатефов и др., 2011; Кривошеев и Игнатъев, 2018).

Цель работы – изучение новых самоопыленных линий восковидной кукурузы и выделение перспективных для селекции гибридов кукурузы с повышенным содержанием амилопектинового крахмала в зерне.

Материалы и методы исследований. Исходным материалом послужили 40 новых самоопыленных линий подвита восковидной кукурузы.

Исследования проводили на селекционном поле лаборатории селекции и семеноводства кукурузы Аграрного научного центра «Донской». Закладку опытов, учеты и наблюдения проводили согласно методическим рекомендациям по проведению полевых опытов с кукурузой (1980), методике государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1985). Метод размещения самоопыленных линий в полевых опытах – систематический. Для оценки исходного материала использованы методические рекомендации и указания «Изучение и поддержание образцов коллекции кукурузы», «Международный классификатор СЭВ вида *Zea mays*»; статистическая обработка проводилась по Б. А. Доспехову.

Результаты и их обсуждение. Полную характеристику исходного материала можно получить при оценке его хозяйственно ценных признаков (табл. 1).

1. Изменчивость хозяйственно ценных признаков (2017–2019 гг.) 1. Variability of economically valuable traits (2017–2019)

Статистические параметры	Урожайность зерна при 14% влажности, т/га	Уборочная влажность зерна, %	Длина периода «всходы – цветение початков», дней	Полегание растений, %	Поражение пузырчатой головней, %	Высота, см	
						растения	прикрепления початка
Среднее значение ($\bar{x}$)	1,20	14,23	64,32	3,80	2,60	140,1	42,78
Минимальное значение ($X_{\min}$)	0,02	13,0	61,3	0	0	111,4	33,4
Максимальное значение ($X_{\max}$)	2,70	16,2	66,7	34,1	11	164,6	57,7
Стандартное отклонение (S)	0,93	0,74	1,42	7,27	2,31	12,8	5,68
Коэффициент вариации (V)	77,5	5,2	2,2	191,3	88,8	9,1	13,3

В качестве одного из важнейших критериев при подборе пар для получения гибридов является урожайность исходных форм. Варьирование урожайности зерна было значительным, коэффициент вариации составил 77,5%. Самоопыленные линии восковидной различались по величине данного признака (от 0,02 до 2,70 т/га), средняя урожайность составила 1,2 т/га.

Высокие коэффициенты вариации имели признаки «полегание растений» ($V = 191,3$), «поражение пузырчатой головней» ($V = 88,8$). Признак «длина периода «всходы – цветение початков»» имел низкий коэффициент варьирования ($V = 2,2$) в связи с тем, что подобран материал, близкий по длине вегетационного периода. Отмечается низкое варьирование у новых линий по признаку «уборочная влажность зерна» (от 13,0 до 16,2%), коэффициент вариации составил 5,2%.

Коэффициенты вариации признаков «высота растений» и «высота прикрепления початка» имели низкое и средние значения (9,1 и 13,3%), эти признаки сильно зависят от условий выращивания.

В таблице 2 приведена характеристика новых самоопыленных линий восковидной кукурузы, выделившихся по урожайности зерна.

Урожайность зерна новых самоопыленных линий находилась в пределах от 0,96 до 2,70 т/га. Линия 26/8 в среднем за годы изучения сформировала урожайность 2,7 т/га, ее можно охарактеризовать как ценный образец для создания высокоурожайных гибридов кукурузы. Она отличалась низкой уборочной влажностью зерна (14,1%), высокой устойчивостью к полеганию растений (0,9% полегших растений) и устойчивостью к поражению пузырчатой головней (2,2% пораженных растений). Линия 26/8 пригодна к механизированной уборке.

2. Хозяйственно ценные признаки восковидной кукурузы (2017–2019 гг.)

2. Economically valuable traits of waxy maize (2017–2019)

Название	Урожайность зерна при 14% влажности, т/га	Уборочная влажность зерна, %	Длина периода «всходы – цветение початка», дней	Полегание растений, %	Поражение пузырчатой головней, %	Высота, см	
						растения	прикрепления початка
24/5	1,04	14,2	64	1,1	2,5	151,0	42,2
24/86	1,76	14,0	63	3,3	0,4	144,6	47,9
26/8	2,70	14,1	62	0,9	2,2	161,8	54,4
26/80	0,96	13,6	66	2,5	6,5	148,3	46,3
27/26	1,66	12,4	59	1,7	2,5	163,7	49,3
24/28	1,33	14,4	64	2,2	1,2	151,3	42,5
25/94	0,99	15,1	66	0,0	1,5	158,7	53,0
25/95(2)	1,18	13,7	66	0,4	0,4	153,5	42,0
НСР _{0,5}	0,15	–	–	–	–	–	–

Для создания гибридов кукурузы с высоким содержанием крахмала в зерне важное значение имеет содержание крахмала в зерне исходного материала. Выделены новые самоопылен-

ные линии восковидной кукурузы с высоким содержанием крахмала: 26/8 (68,0%), 24/86 (68,6%), 25/95 (69,4%), 25/95(2) (68,6%) (рис. 1).

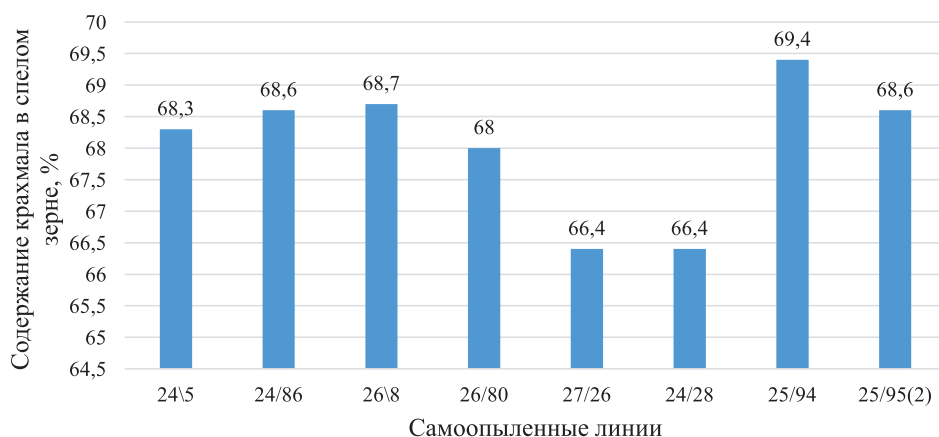


Рис. 1. Содержание крахмала в зерне самоопыленных линий кукурузы (2017–2019 гг.)
Fig. 1. Starch content in the kernels of self-pollinated maize lines (2017–2019)

Кукуруза формирует урожай зерна за счет сочетания большого количества элементов продуктивности, невозможно достичь высокого урожая за счет одного компонента.

В таблице 3 представлены данные количественных признаков, составляющих структуру урожайности зерна.

3. Изменчивость признаков структуры урожая зерна (2017–2019 гг.)

3. Variability of traits of grain yield structure (2017–2019)

Параметры	Масса 1 початка, г	Масса 1000 зерен, г	Выход зерна, %	Количество початков на 1 растение, шт.	Количество, шт.		
					рядов зерен	зерен в ряду	зерен на початке
Среднее значение (x)	52,9	190,7	71,8	0,8	15,1	24,1	367,0
Минимальное значение (X min)	30,4	138,3	55,1	0,6	13,0	18,0	277,0
Максимальное значение (X max)	93,9	259,7	84,9	1,16	19	32	522
Стандартное отклонение (S)	14,5	29,2	7,4	0,1	1,4	3,5	69,6
Коэффициент вариации (V)	27,4	15,3	10,3	16,9	9,6	14,6	19,0

К сильно варьирующим относились следующие признаки: масса 1 початка ($V = 27,4$); средне варьирующие: масса 1000 зерен, количество

зерен в ряду и на початке ($V = 14,6 - 19,0\%$); слабо варьирующие: количество рядов зерен и выход зерна ($V = 9,6-10,3$).

В таблице 4 представлена характеристика линий по основным признакам, составляющим структуру урожайности зерна.

Как наиболее значимые для формирования урожая зерна следует отметить призна-

ки «масса 1 початка», «масса 1000 зерен», «выход зерна», так как они влияют на урожайность зерна кукурузы. Наиболее продуктивная линия 26/8 отличалась максимальным значением массы 1 початка (93,9 г) и массы 1000 зерен (251 г).

4. Элементы структуры урожая зерна восковидной кукурузы (2017–2019 гг.) 4. Elements of grain yield structure of waxy maize (2017–2019)

Название линий	Масса 1 початка, г	Масса 1000 зерен, г	Выход зерна, %	Количество початков на 1 растение, шт.	Количество, шт.		
					рядов зерен	зерен в ряду	зерен на початке
24/5	57,9	178	71,8	0,89	17	23	391
24/86	59,3	195	80,1	0,97	14	29	406
26/8	93,9	251	82,3	0,89	15	28	420
26/80	47,6	212	73,2	0,72	13	20	260
27/26	58,0	194	73,4	0,88	14	29	406
24/28	57,5	166	72,5	1,04	17	26	442
25/94	63,0	193	71,3	0,99	14	24	336
25/95(2)	49,2	190	73,9	0,85	15	28	420

Выводы. Новые самоопыленные линии восковидной кукурузы характеризовались разнообразием по изучаемым признакам, что позволило выделить образцы с высокими значениями признаков. Наиболее варибельными оказались урожайность зерна, поражение пузырчатой головней, масса 1 початка ($V = 27,4\text{--}191,3\%$).

Выделены новые линии восковидной кукурузы (24/86, 25/95(2), 26/80), перспективные для селекции гибридов, они отличались

высокой семенной продуктивностью (более 1 т/га), высоким содержанием крахмала в зерне (68,6–69,4%), высокими значениями других хозяйственно ценных признаков.

Высокая урожайность зерна у линии 26/8 восковидной кукурузы формировалась благодаря сочетанию высоких значений различных признаков продуктивности. Наиболее урожайная линия имела максимальные значения признаков «масса 1 початка» (93,9 г) и «масса 1000 семян» (251 г).

Библиографические ссылки

1. Кривошеев Г. Я., Игнатьев А. С. Анализ количественных признаков у самоопыленных линий восковидной кукурузы (*Zea mays L. Ceratina*) // Зерновое хозяйство России. 2018. № 6(60). С. 34–36.
2. Сидорова В. В., Керв Ю. А., Матвеева Г. В., Конарев А. В. Перспективы использования зеиновых маркеров в селекции линий и сортов восковидного подвида кукурузы // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2018. Т. 179, № 3. С. 240–249.
3. Хатефов Э. Б., Шорохов В. В., Матвеева Г. В., Сарбашева А. И. Изучение селекционной ценности восковидной кукурузы // Вестник ОрелГау. 2011. № 4(11). С. 21–29.
4. Шмараев Г. Е. Генофонд и селекция кукурузы. Теоретические основы селекции. СПб., 1999. Т. IV. 386 с.
5. Юкенгеймер Р. У. Кукуруза: улучшение сортов, производство семян, использование. М.: Колос, 1979. 519 с.

References

1. Krivosheev G. Ya., Ignat'ev A. S. Analiz kolichestvennykh priznakov u samoopylennykh linij voskovidnoj kukuruzy (*Zea mays L. Ceratina*) [Analysis of quantitative traits in self-pollinated lines of waxy maize (*Zea mays L. Ceratina*)] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 6(60). S. 34–36.
2. Sidorova V. V., Kerv Yu. A., Matveeva G. V., Konarev A. V. Perspektivy ispol'zovaniya zeinovykh markerov v selekcii linij i sortov voskovidnogo podvida kukuruzy [Prospects for the use of zein markers in the breeding of lines and varieties of waxy maize] // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. 2018. T. 179, № 3. S. 240–249.
3. Hatefov E. B., Shorohov V. V., Matveeva G. V., Sarbasheva A. I. Izuchenie selekcionnoj cennosti voskovidnoj kukuruzy [Study of the breeding value of waxy maize] // Vestnik OrelGau. 2011. № 4(11). S. 21–29.
4. Shmaraev G. E. Genofond i selekciya kukuruzy [Prospects for the use of zein markers in the breeding of lines and varieties of waxy maize]. Teoreticheskie osnovy selekcii. SPb., 1999. T. IV. 386 s.
5. Yukejmer R. U. Kukuruza: uluchshenie sortov, proizvodstvo semyan, ispol'zovanie [Maize: improvement of the varieties, seed production, use]. M.: Kolos, 1979. 519 s.

Поступила: 26.08.20; принята к публикации: 22.09.20.

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

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Игнатьев А. С. – концептуализация исследования, подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

НОВЫЙ СОРТ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОЙ УРАЛАН ДЛЯ АРИДНОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИИ

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;

В. Я. Ковтуненко², доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела селекции и семеноводства пшеницы и тритикале, xleborob123@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9466-7273;

Б. А. Гольдварг¹, кандидат сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела аридного земледелия, кормопроизводства, селекции и семеноводства, gb_kniish@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3377-4791;

В. В. Панченко², кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства пшеницы и тритикале, panchenko100@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8520-6002;

А. П. Калмыш², кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела селекции и семеноводства пшеницы и тритикале, mergenboktaev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-6114-0697

¹ Калмыцкий научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М. Б. Нармаева – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», 358011, г. Элиста, пл. О. И. Городовикова, 1

² ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко», 350012, г. Краснодар-12, ц/у КНИИСХ

Схема селекционного процесса по тритикале озимой в Национальном центре зерна им. П. П. Лукьяненко предусматривает широкие экологические сортоиспытания в различных почвенно-климатических зонах Российской Федерации, что позволяет достоверно оценить адаптивность перспективного селекционного материала и более обосновано и точно отбирать сорта в государственное сортоиспытание (Ковтуненко и др., 2017). Селекционный материал созданный в отделе селекции и семеноводства пшеницы и тритикале НЦЗ им. П. П. Лукьяненко (г. Краснодар) испытывался на опытном поле КНИИСХ – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» в СПок «Агро-нива» Целинного района Республики Калмыкии. Цель исследований – выявить в результате многолетнего экологического испытания наиболее высокопродуктивные, адаптивные к местным условиям селекционные линии и на их основе создать новые сорта. В ходе совместной работы, начатой в 1996 г. КНИИСХ – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» и ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко», созданы высокопродуктивные совместные сорта тритикале озимой: Хонгор, Барун, Богдо и Хот. В 2018 г. на испытание в госкомиссию передан новый сорт тритикале озимой Уралан, отвечающий лучшим мировым достижениям по селекции данной культуры. В 2019 г. на Элистинском ГСУ урожайность сорта Уралан составила 5,37 т/га, превысив стандарт Валентин 90 на 1,4 т/га. В 2016 г. урожайность нового сорта тритикале озимой Уралан составила 6,43 т/га, что является абсолютным максимумом, отмеченным в многолетних экологических сортоиспытаниях данной культуры на опытном поле КНИИСХ – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» в аридных условиях Республики Калмыкии. В статье приведены данные продуктивности и исследованы кормовые достоинства нового сорта тритикале озимой Уралан в 2017–2019 гг.

Ключевые слова: сорт, тритикале озимая, пшеница, рожь.

Для цитирования: Гольдварг Б. А., Боктаев М. В., Ковтуненко В. Я., Панченко В. В., Калмыш А. П. Новый сорт тритикале озимой Уралан для аридной зоны Республики Калмыкии // Зерновое хозяйство России. 2020. № 5(71). С. 63–67. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-63-67.



THE NEW WINTER TRITICALE VARIETY 'URALAN' FOR THE ARID ZONE OF THE REPUBLIC OF KALMYKIA

B. A. Gol'dvarg¹, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the department of arid agriculture, feed production, breeding and seed production, gb_kniish@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3377-4791;

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

V. Ya. Kovtunencko², Doctor of Agricultural Sciences, main researcher of the department of wheat and triticales breeding and seed production, xleborob123@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9466-7273;

V. V. Panchenko², Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the department of wheat and triticales breeding and seed production, panchenko100@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8520-6002;

A. P. Kalmysh², Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the department of wheat and triticales breeding and seed production, mergenboktaev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-6114-0697

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. Lukiyanenko,
350012, Krasnodar-12, KNIISKh

The scheme of the winter triticale breeding at the National Center of grain named after P. P. Lukiyanenko provides for extensive ecological variety trials in various soil and climatic zones of the Russian Federation that makes it possible to reliably estimate the adaptability of promising breeding material and more reasonably and accurately select varieties for the State Variety Testing (Kovtunen et al., 2017). The breeding material developed in the department of wheat and triticale breeding and seed production at the NCG named after P. P. Lukiyanenko (Krasnodar) was tested on the experimental plot of the KNIISKh, a branch of the FGBNU "PAFNTs RAS" in the SPOK "Agroniva" of the Tselinny district of the Republic of Kalmykia. The purpose of the current study was to identify the most highly productive breeding lines adaptable to local conditions and, on their basis, to develop new varieties. In the course of joint work begun in 1996, KNIISKh, a branch of the FGBNU "PAFNTs RAS" and the NCG named after P. P. Lukiyanenko (Krasnodar) developed highly productive joint varieties of winter triticale 'Khongor', 'Barun', 'Bogdo' and 'Khot'. In 2018 a new variety of winter triticale 'Uralan', which meets the best world achievements in breeding, has been sent to the State Variety Testing. In 2019 at the Elista GSU, the productivity of the variety 'Uralan' was 5.37 t/ha, exceeding the standard variety 'Valentin 90' on 1.4 t/ha. In 2016, the productivity of the new winter triticale variety 'Uralan' was 6.43 t/ha, which was the absolute maximum identified in the long-term ecological variety trials of this grain crop on the experimental plots of the KNIISKh, a branch of the FGBNU "PAFNTs RAS" in arid conditions of the Republic of Kalmykia. The current paper has presented the productivity data and investigated the feed advantages of the new winter triticale variety 'Uralan' in 2017–2019.

Keywords: variety, winter triticale, wheat, rye.

Введение. Одним из крупнейших достижений XX в. является создание тритикале – нового вида сельскохозяйственного злака зернового и кормового назначения, имеющего ряд выдающихся свойств.

Высокая урожайность зерна и зеленой массы в сочетании с повышенным содержанием белка и незаменимых аминокислот позволяют тритикале стать одной из лучших кормовых и пищевых культур (Грициенко и Гольдварг, 2015).

Селекционная программа по тритикале широко развернута во многих странах мира. В России работа по культуре тритикале ведется в НЦЗ им П. П. Лукьяненко, Северо-Кавказском ФНАЦ, ФИЦ «Немчиновка», НИИСХ ЦЧП им В. В. Докучаева, Северо-Донецкой ГСХОС, Главном ботаническом саду РАН им. Н. В. Цицина, Башкирском НИИ земледелия и селекции полевых культур, Омском ГАУ и Саратовском ГАУ им Н. И. Вавилова.

Меньшая потребность тритикале в питательных веществах, чем у пшеницы, ее больший урожай на обедненных почвах, лучшее качество зерна, чем у ржи, устойчивость ко многим болезням, многоцелевое использование способствуют быстрому распространению культуры в мире.

Цель исследований – выявить в результате многолетнего экологического испытания наиболее высокопродуктивные, адаптивные к местным условиям селекционные линии и на их основе создать новые сорта.

Материалы и методы исследований. Экспериментальная работа выполнялась в 2017–2019 гг. на опытном поле Калмыцкого НИИСХ – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» в СПок «Агронива» Целинного района Республики Калмыкии, селекционный материал создан в отделе селекции и семеноводства пшеницы и тритикале НЦЗ им. П. П. Лукьяненко (г. Краснодар).

Почвы опытного участка – светло-каштановые в комплексе с солонцами до 30%; pH – 6,7; содержание гумуса в пахотном горизонте – 1,9%; подвижного фосфора – 20 мг/кг почвы; калия – 364 мг/кг сухой почвы.

Опыты закладывали в четырехкратной повторности, расположение вариантов – систематическое. Общая площадь делянки – 60 м²; учетная – 50 м². Норма высева – 350 шт. всхожих семян на 1 м². Предшественник – черный пар.

Учеты, наблюдения и оценку изучаемых сортов проводили согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (2019). Математическую обработку результатов исследований проводили по методике Б. А. Доспехова (1985).

В 2016/2017, 2017/2018 и 2018/2019 с.-х. гг. погодные условия имели гидротермические параметры, которые отличались от среднемноголетних норм. Среднегодовая температура воздуха в 2016–2017 гг. была близка к среднемноголетней (9,4 °C) и составила 9,9 °C, а в 2017–2018 гг. (11,4 °C) и в 2018–2019 гг. (11,3 °C) превысила норму на 2,0 °C и 1,9 °C соответственно. Количество выпавших осадков заметно отличалось: в 2017 г. – 404 мм (на 53,0 мм выше многолетних данных, или на 15,1%), 2018 г. – 278,5 мм (на 72,5 мм меньше многолетних данных, или на 21,6%), а в 2019 г. – 375,1 мм (на 24,1 мм выше многолетних данных, или на 6,9%).

Результаты и их обсуждение. КНИИСХ – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» совместно с ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко» ведет многолетнюю работу по экологическому испытанию и селекции тритикале озимой в богарных условиях центральной зоны Республики Калмыкии. В 2018 г. на испытание в госкомиссию передан новый сорт тритикале озимой Уралан.

При определении основных задач и направлений селекции тритикале нужно руководствоваться требованиями современного

интенсивного сельскохозяйственного производства. Основными из них являются: повышение продуктивности растений, снижение высоты, обеспечивающей устойчивость к полеганию и легкую уборку, селекция на качество зерна, создание тритикале с более коротким периодом вегетации и нейтральной реакцией на длину дня, устойчивость к прорастанию на корню, резистентность к заболеваниям и вредным насекомым (Панченко, автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственных наук, 2010).

Достоинствами нового сорта Уралан являются высокий потенциал зерновой продуктивности, устойчивость к засухе, повышенная морозостойкость, жаростойкость, устойчивость к бурой и желтой видам ржавчины, мучнистой

росе, твердой и пыльной головне. Сорт умеренно устойчив к пириенофорозу и фузариозу колоса (Ковтуненко и др., 2017).

Сорт Уралан предназначен для использования на зернофураж и зеленый корм, для заготовки сена и соломы. В продовольственных целях может использоваться на выпечку печенья и хлеба по ржаной технологии, для приготовления спирта, в промышленности – для производства биоэтанола.

В таблице 1 представлены результаты испытания тритикале озимой по показателям «урожайность» и «зеленая масса» в условиях опытного поля КНИИСХ – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» (Целинный район, Республика Калмыкия).

1. Урожайность зерна и зеленой массы тритикале озимой, т/га (2017–2019 гг.)
1. Productivity of winter triticale grain and green mass, t/ha (2017–2019)

Сорт	Годы			Ср. зн. за 2017–2019 гг.	Отклонение от стандарта	
	2017	2018	2019		Валентин 90	Саратовская 7
Зерно						
Уралан	5,75	2,41	3,32	3,83	0,2	0,6
Хлебобоб	5,08	1,97	4,3	3,78	0,15	0,55
Валентин 90, ст.	5,18	2,39	3,32	3,63	–	0,4
Сват	5,23	1,92	3,67	3,61	–0,02	0,38
Богдо	5,1	1,91	3,45	3,49	–0,14	0,26
Баир оз. пшеница	4,02	2,17	3,87	3,35	–0,28	0,12
Саратовская 7, ст.	5,01	1,86	2,81	3,23	–0,4	–
НСР ₀₅	0,23	0,24	0,39	–	–	–
Зеленая масса в абс. сух. веществе						
Уралан	13,01	4,12	5,71	7,61	0,04	–0,47
Хлебобоб	13,7	4,02	5,00	7,57	0,00	–0,51
Валентин 90, ст.	12,96	4,56	5,2	7,57	–	–0,51
Сват	11,6	4,29	6,03	7,31	–0,26	–0,77
Богдо	12,19	5,38	4,82	7,46	–0,11	–0,62
Саратовская 7, ст.	12,96	5,28	6,00	8,08	0,51	–
НСР ₀₅	1,86	0,77	0,33	–	–	–

Новый сорт тритикале озимой Уралан по намолоту зерна превосходит озимую пшеницу на 0,48; озимую рожь – на 0,6; стандарт Валентин 90 – на 0,2 т с 1 га. По укосу зеленой массы Уралан обеспечил в среднем прибавку над стандартом Валентин 90 0,04 т с 1 га в абс. сух. веществе, уступив озимой ржи.

Необходимо также отметить, что в 2016 г. урожайность нового сорта тритикале озимой Уралан составила 6,43 т/га, что является абсолютным максимумом, отмеченным в многолетних экологических сортоиспытаниях данной культуры на опытном поле КНИИСХ – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» в аридных условиях Республики Калмыкии.

На Элистинском ГСУ в 2019 г. урожайность сорта Уралан составила 5,37 т/га, превысив стандарт Валентин 90 на 1,4 т/га (Гольдварг и др., 2019).

В таблице 2 представлен выход питательных веществ из зерновой части урожая и зеленой массы тритикале озимой в опытах КНИИСХ – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН».

Среди изучаемых сортов тритикале озимой по выходу питательных веществ из зерновой части урожая по всем показателям, кроме выхода сухого вещества с 1 га, преимущество имел Сват, по урожаю зерна в абс. сух. веществе – Валентин 90.

Урожай зеленой массы в абс. сух. веществе, кормовые единицы и обменная энергия максимально составили у Богдо, преимущество по выходу переваримого протеина имел Уралан.

По кормовым единицам и обменной энергии в зерновой части урожая сорта тритикале озимой выше озимой пшеницы соответственно на 13,4–27,22% и 15,47–31,81% и находятся на уровне озимой ржи. По количеству переваримого протеина на 1 кормовую единицу превосходят пшеницу и рожь.

По урожаю зеленой массы в абс. сух. веществе за анализируемый период тритикале озимая в среднем уступила озимой ржи. Только перспективный сорт совместной селекции КНИИСХ – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» и ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко» Богдо превышает озимую рожь.

2. Выход питательных веществ из урожая зерна и зеленой массы (2017–2019 гг.)

2. Nutrient yield from grain and green mass (2017–2019)

Сорт	Урожай в абс. сух. веществе, т/га	Переваримый протеин, т/га	Кормовые единицы, т/га	Обменная энергия, ГДж/га
Зерно				
Уралан	3,12	0,4	5,61	53,3
Хлебороб	3,05	0,41	5,54	56,1
Валентин 90, ст.	3,3	0,4	6,0	55,2
Сват	3,16	0,42	6,17	60,5
Богдо	3,0	0,39	5,5	53,0
Баир оз. пшеница	2,91	0,36	4,85	45,9
Саратовская 7, ст.	3,09	0,38	5,51	51,0
Зеленая масса				
Уралан	7,61	0,42	6,09	72,3
Хлебороб	6,97	0,36	5,2	68,2
Валентин 90, ст.	6,94	0,32	5,27	64,6
Сват	7,31	0,36	6,29	81,9
Богдо	8,22	0,37	6,34	82,2
Саратовская 7, ст.	8,08	0,29	5,65	71,1

Анализ зеленой массы тритикале озимой позволяет утверждать, что данная культура вполне способна заменить в рационах животных и в структуре зеленого конвейера важную продовольственную культуру – озимую пшеницу и быть хорошим дополнением к озимой ржи.

При выборе сорта необходимо руководствоваться направленностью его использования. Так, для получения зернофуража преимущество имеют Уралан, Хлебороб, Валентин 90, а на грубые и зеленые корма – Богдо, Сват, Уралан.

Выводы

1. Новый сорт тритикале озимой Уралан по намолоту зерна превосходит озимую пшеницу Баир на 0,48; озимую рожь – на 0,6; стандарт Валентин 90 – на 0,2 т/га.

2. По укусу зеленой массы Уралан обеспечил в среднем прибавку над стандартом

Валентин 90 0,04 т/га в абс. сух. веществе, немного уступив озимой ржи.

3. В 2019 г. на Элистинском ГСУ урожайность сорта Уралан составила 5,37 т/га, превысив стандарт Валентин 90 на 1,4.

4. В 2016 г. новый сорт тритикале озимой Уралан дал 6,43 т/га зерна, что является абсолютным максимумом, отмеченным в многолетних экологических сортоиспытаниях данной культуры на опытном поле КНИИСХ – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» в аридных условиях Республики Калмыкии.

5. Для повышения производства зерна, грубых, зеленых и других видов кормов в засушливых условиях Республики Калмыкии, а также для расширения ассортимента тритикале озимой необходимо внедрить на поля и максимально использовать потенциал нового сорта тритикале озимой Уралан.

Библиографические ссылки

1. Гольдварг Б. А., Боктаев М. В., Боктаева М. Ю. Сорта тритикале для аридных условий Республики Калмыкия // Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства аридной зоны Юга России: мат. науч. конференции. Элиста: КалмНИИСХ, 2019. С. 62–67.
2. Гриценко В. Г., Гольдварг Б. А. Озимая пшеница и тритикале в засушливых условиях Юга России. Элиста: ООО «Броско», 2015. 162 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Ковтуненко В. Я., Беспалова Л. А., Панченко В. В., Калмыш А. П. Направления и результаты селекции тритикале в ФГБНУ Краснодарский НИИСХ им. П. П. Лукьяненко // Эколого-генетические резервы селекции и семеноводства и размножения растений: мат. III Всерос. науч.-практ. конференции. ФГБНУ «НБС – ННЦ», 2017. С. 115–121.
5. Ковтуненко В. Я., Панченко В. В., Калмыш А. П. Совместные сорта как результат экологического сортоиспытания // Тритикале и стабилизация производства зерна, кормов и продуктов их переработки: мат. VIII Междунар. науч.-практ. конференции. ФГБНУ «ДЗНИИСХ», 2018. С. 72–79.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. М.: ООО «Группа Компаний Море», 2019. 384 с.

References

1. Gol'dvarg B. A., Boktaev M. V., Boktaeva M. Yu. Sorta tritikale dlya aridnykh usloviy Respubliki Kalmykiya [Triticale varieties for arid conditions of the Republic of Kalmykia] // Problemy i perspektivy razvitiya sel'skogo hozyajstva aridnoj zony Yuga Rossii: mat. nauch. konferencii. Elista: KalmNIISKH, 2019. S. 62–67.
2. Gricenko V. G., Gol'dvarg B. A. Ozimaya pshenica i tritikale v zasushlivykh usloviyakh Yuga Rossii [Winter wheat and triticale in arid conditions of the south of Russia]. Elista: ООО "Brosko", 2015. 162 s.
3. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.

4. Kovtunenkov V. Ya., Bespalova L. A., Panchenko V. V., Kalmysh A. P. Napravleniya i rezul'taty selekcii tritikale v FGBNU Krasnodarskij NIISKH im. P. P. Luk'yanenko [Directions and results of triticale breeding at the Lukyanenko Research Institute of Agriculture in Krasnodar] // Ekologo-geneticheskie rezervy selekcii i semenovodstva i razmnozheniya rastenij: mat. III Vseros. nauch.-prakt. konferencii. FGBUN "NBS – NNC", 2017. S. 115–121.

5. Kovtunenkov V. Ya., Panchenko V. V., Kalmysh A. P. Sovmestnye sorta kak rezul'tat ekologicheskogo sortoispytaniya [Combined varieties as a result of ecological variety testing] // Tritikale i stabilizaciya proizvodstva zerna, kormov i produktov ih pererabotki: mat. VIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii. FGBNU "DZNIISKH", 2018. S. 72–79.

6. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Methodology of the State Variety Testing of agricultural crops]. Vyp. 1. M.: OOO "Gruppa Kompanij More", 2019. 384 s.

Поступила: 22.01.20; принята к публикации: 10.09.20.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Гольдварг Б. А., Боктаев М. В., Ковтуненко В. Я., Панченко В. В. – концептуализация и проектирование исследования, закладка опыта, фенологические наблюдения, анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи; Калмыш А. П. – анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ГОМЕОСТАТИЧНОСТЬ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ СОИ ПО ПРИЗНАКУ «МАССА СЕМЯН С ОДНОГО РАСТЕНИЯ»

А. Р. Ашиев, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, arkady.ashiev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2101-2321;

М. В. Скулова, агроном, povolotskay68@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7382-4703;

А. В. Чегунова, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, tchegunovaanastasia@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-1044-9130

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

Представлены результаты исследований по изучению гомеостатичности коллекционных образцов сои по признаку «масса семян с одного растения» в условиях южной зоны Ростовской области, проводимых на полях ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2017–2019 гг. Целью исследований являлось определение гомеостатичности коллекционных образцов сои по продуктивности семян с одного растения. Объектами исследований служили 75 образцов сои среднеранней группы спелости, которые различались по морфологическим, биологическим и хозяйственно ценным признакам и свойствам. Из них было отобрано 27 коллекционных образцов сои, достоверно превышающих стандарт по признаку «масса семян с одного растения». В качестве стандарта использовался допущенный к использованию в производстве сорт сои Дон 21 селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». Метеорологические условия в период вегетации сои в годы исследований были различными, что позволило объективно дать оценку параметрам гомеостатичности. Для статистической обработки полученных результатов использованы методы дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову, показатели гомеостатичности (Hom) вычисляли по В. В. Хангильдину (1984). По результатам проведенных исследований было выявлено, что образцы Веселовская 5, Линия 504/11, PR 110370 OZ 006 имели высокие показатели продуктивности одного растения, наряду с высокими показателями гомеостатичности. Рекомендуется использовать их в селекции на гомеостатичность и экологическую пластичность. А высокопродуктивные образцы Им 55-2, Киото, Кофу, Линия 696-1, М-91-212006, РЖТ Шуна, СВХ 14 ТОС 1Д показали невысокий показатель гомеостатичности. Их можно охарактеризовать как образцы, отзывчивые на улучшение условий среды, и рекомендовать их в качестве исходного материала при создании сортов интенсивного типа.

Ключевые слова: соя, масса семян с растения, условия среды, осадки, стрессоустойчивость, гомеостатичность, генетическая гибкость.

Для цитирования: Ашиев А. Р., Скулова М. В., Чегунова А. В. Гомеостатичность коллекционных образцов сои по признаку «масса семян с одного растения» // Зерновое хозяйство России. 2020. № 5(71). С. 68–72. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-68-72.



HOMEOSTATICITY OF THE COLLECTION SAMPLES OF SOYBEANS ACCORDING TO THE TRAIT “SEED WEIGHT PER PLANT”

A. R. Ashiev, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher, arkady.ashiev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2101-2321;

M. V. Skulova, agronomist, povolotskay68@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7382-4703;

A. V. Chegunova, junior researcher, tchegunovaanastasia@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-1044-9130
Agricultural Research Center “Donskoy”,
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current paper has presented the study results on the homeostaticity of the collection samples of soybeans according to the trait “seed weight per plant” in the southern part of the Rostov region, conducted on the fields of the FSBSI “Agricultural Research Center “Donskoy” in 2017–2019. The purpose of the research was to determine the homeostaticity of the collection samples of soybeans according to the trait “seed weight per plant”. The objects of the research were 75 samples of soybeans of the middle early ripening group, which varied according to their morphological, biological and economically valuable traits and properties. There have been selected 27 collection samples of soybeans, which significantly exceeded the standard variety in terms of to the trait “seed weight per plant”. The soybean variety ‘Don 21’ developed in the FSBSI “Agricultural Research Center “Donskoy” was used as a standard variety. The meteorological conditions during the growing season of soybeans during the years of study were different, which made it possible to objectively estimate the parameters of homeostaticity. For statistical processing of the results obtained, there were used the Dospekhov’s methods of analysis of variance, the homeostaticity indices (Hom) were calculated according to V. V. Khangildin. (1984). According to the study results, it was established that the sample ‘Veselovskaya 5’, ‘Line 504/11’ and ‘PR 110370 OZ 006’ had high productivity indices per a plant, along with high homeostaticity indices. There has been recommended to use them in breeding for homeostaticity and ecological adaptability. The highly productive samples ‘Im 55-2’, ‘Kyoto’, ‘Kofu’, ‘Line 696-1’, ‘M-91-212006’, ‘RZhT Shuna’, ‘SVH 14 TOS 1D’ have shown a low index of homeostaticity. They could be characterized as the samples responsive to the improvement of environmental conditions and could be recommended as an initial material when developing varieties of intensive type.

Keywords: soybean, seed weight per plant, environmental conditions, precipitation, stress resistance, homeostaticity, genetic flexibility.

Введение. Соя важная белковая культура в мировом земледелии. Она является важным источником белка как для человека, так и для животных. Также соя ценное сырье для перерабатывающей промышленности (Лавриненко и др., 1978). В настоящее время ее возделывают на всех континентах земного шара.

Благодаря своему богатому и разнообразному химическому составу она широко используется для продовольственных, кормовых и технических целей. Из семян сои производят более 400 видов промышленных продуктов (Подобедов и Тарушкин, 1998).

Соевое зерно является источником доступного и недорогого высококачественного белка: 1 кг соевого белка в 10–12 раз дешевле животного (Подобедов, 2000).

Благодаря способности азотфиксации она также может служить отличным предшественником, обогащая почву азотом, тем самым позволяя снизить норму внесения азотных удобрений под последующую культуру. Соя обладает активной ассимиляционной способностью корней, успешно используется в качестве зеленого удобрения (Пенчуков и др., 1984).

При всей значимости культуры, обладая рядом положительных качеств, имеются и некоторые недостатки. Так, продуктивность растения подвержена значительным колебаниям вследствие реакции генотипа на условия внешней среды (Хангильдин, 1978). Для создания сорта с высокой и стабильной урожайностью необходим правильный подбор родительских форм.

Целью наших исследований являлось определение гомеостатичности коллекционных образцов сои по показателю «продуктивность семян с одного растения».

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в ФГБНУ «АНЦ «Донской», расположенном в южной зоне Ростовской области. Климат – умеренно-континентальный (Зональные системы земледелия

Ростовской области на 2013–2020 годы). Почва – обыкновенный чернозем. Предшественник – озимая пшеница.

Исследования проводили в 2017–2019 гг. согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989) и методике полевого опыта (Доспехов, 2012).

В качестве объекта исследований служили образцы мировой коллекции ВИР и сорта сои, созданные в различных научно-исследовательских учреждениях. Коллекция была представлена 75 образцами сои среднеранней группы спелости, которые различались по морфологическим, биологическим и хозяйственно ценным признакам и свойствам. В качестве стандарта использовали среднеранний сорт Дон 21 селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Площадь делянки – 5 м². Посев – широкий рядный с шириной междурядий 45 см. Уборку учетных площадок (0,5 м²) на делянках проводили вручную при достижении семян сои полной спелости.

Для статистической обработки полученных результатов использованы методы дисперсионного анализа (Доспехов, 2012). Показатели гомеостатичности (Ном) вычисляли по В. В. Хангильдину (1984) с определением стрессоустойчивости, генетической гибкости, коэффициента вариации и селекционной ценности.

Метеорологические условия 2017–2019 гг. в период вегетации сои были различны, что позволило дать объективную оценку коллекционным образцам по параметрам гомеостатичности признака «масса семян с одного растения».

Результаты и их обсуждение. Масса семян с одного растения у стандартного сорта Дон 21 в коллекционном питомнике составила в среднем 7,77 г/раст. за 2017–2019 гг. Для анализа параметров гомеостатичности было отобрано 27 коллекционных образцов сои, достоверно превышающих стандарт и имеющих семенную продуктивность одного растения от 8,56 до 13,38 г/раст. (табл. 1).

1. Масса семян с растения коллекционных образцов сои, г (ФГБНУ «АНЦ «Донской», 2017–2019 гг.)
1. Seed weight per plant of the collection samples of soybean, g (FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy", 2017–2019)

Образцы	Годы			Средняя	Отклонение от стандарта
	2017	2018	2019		
Дон-21, ст.	6,94	7,63	8,75	7,77	–
Анандо	6,74	8,50	12,45	9,23	1,46
Балатон	7,40	9,60	13,02	10,01	2,23
Веселовская 5	8,80	9,65	10,03	9,49	1,72
ВНИИОЗ-1	6,23	14,60	8,18	9,67	1,90
ЕСТ 141	8,0	9,48	12,30	9,93	2,15
Зельда	8,70	9,22	8,18	8,70	0,93
Ит 55-2	9,30	12,65	13,45	11,80	4,03
Иристон	8,50	7,40	11,04	8,98	1,21
Киото	8,70	11,50	13,19	11,13	3,36
Кофу	12,23	9,05	11,30	10,86	3,09
Кружевница	7,70	8,67	9,52	8,63	0,86
Линия 504/11	8,64	9,20	10,06	9,30	1,53
Линия 696-1	8,30	10,60	17,94	12,28	4,51
Линия 697-11	8,40	9,02	11,96	9,79	2,02

Образцы	Годы			Средняя	Отклонение от стандарта
	2017	2018	2019		
М-91-212006	11,40	12,22	16,52	13,38	5,61
РЖТ Шуна	6,37	12,60	18,90	12,62	4,85
СТКЕА	6,80	7,50	11,70	8,67	0,89
СВХ 14 ТОС 1Д	5,69	12,90	17,28	11,96	4,18
Селена	8,20	7,38	12,50	9,36	1,59
Славия	7,20	7,86	11,77	8,94	1,17
Солена	6,24	11,40	12,03	9,89	2,12
Чара	7,71	9,35	8,61	8,56	0,78
Emperor	7,24	6,86	13,05	9,05	1,28
Pin GD4192	8,10	9,45	11,83	9,79	2,02
PR 110 5302041	9,56	9,20	12,47	10,41	2,64
PR 110370 OZ 006	10,30	9,86	10,85	10,34	2,56
Ошибка средней	–	–	–	0,16	–

Данные образцы превысили стандартный сорт на 0,78–5,61 г/раст. Наиболее продуктивными были образцы М-91-212006 (13,38 г/раст.), РЖТ Шуна (12,62 г/раст.), Линия 696-1 (12,28 г/раст.) и СВХ 14 ТОС 1Д (11,96 г/раст.).

В то же время продуктивность семян одного растения за годы исследований с расче-

том среднего значения не дает объективной характеристики образцам, особенно в условиях, резко отличных по годам. В связи с этим была проведена оценка коллекционных образцов сои по параметрам гомеостатичности признака «масса семян с одного растения» (табл. 2).

2. Оценка гомеостатичности коллекционных образцов сои 2. Homeostaticity estimation of the collection samples of soybean

Образцы	Стрессоустойчивость, $X_{lim} - X_{opt}$	Генетическая гибкость, $(X_{opt} + X_{lim})/2$	Коэффициент вариации, V, %	Гомеостатичность, H_{om}	Селекционная ценность, Sc
Дон-21, ст.	–1,81	7,85	11,75	36,55	6,17
Анандо	–5,71	9,59	31,68	5,10	5,00
Балатон	–5,62	10,21	28,30	6,29	5,69
Веселовская 5	–1,23	9,41	6,63	116,34	8,33
ВНИИОЗ-1	–8,37	10,42	45,29	2,55	4,13
ЕСТ 141	–4,30	10,15	22,01	10,49	6,46
Зельда	–1,04	8,70	5,98	139,96	7,72
Им 55-2	–4,15	11,38	18,66	15,24	8,16
Иристон	–3,64	9,22	20,79	11,87	6,02
Киото	–4,49	10,94	20,38	12,17	7,34
Кофу	–3,18	10,64	15,06	22,68	8,04
Кружевница	–1,82	8,61	10,55	44,94	6,98
Линия 504/11	–1,42	9,35	7,69	85,16	7,99
Линия 696-1	–9,64	13,12	41,00	3,11	5,68
Линия 697-11	–3,56	10,18	19,42	14,17	6,88
М-91-212006	–5,12	13,96	20,55	12,71	9,23
РЖТ Шуна	–12,53	12,63	49,63	2,03	4,25
СТКЕА	–4,90	9,25	30,58	5,78	5,04
СВХ 14 ТОС 1Д	–11,59	11,49	48,95	2,11	3,94
Селена	–5,12	9,94	29,38	6,22	5,53
Славия	–4,57	9,49	27,62	7,09	5,47
Солена	–5,79	9,13	32,12	5,32	5,13
Чара	–1,64	8,53	9,60	54,36	7,06
Emperor	–6,19	9,96	38,33	3,81	4,76
Pin GD4192	–3,73	9,97	19,28	13,62	6,71
PR 110 5302041	–3,27	10,84	17,22	18,48	7,68
PR 110370 OZ 006	–0,99	10,36	4,80	217,58	9,39

Гомеостатичность – способность растений при отклонении от оптимальных условий их возделывания сохранять внутренний баланс и реализовывать генетический потенциал сорта (Игнатъев и Регидин, 2019).

Высокая гомеостатичность наблюдалась у образцов PR 110370 OZ 006 (217,58), Зельда (139,96), Веселовская 5 (116,34) и Линия 504/11 (85,16). Средней величиной гомеостатичности характеризовались Чара

(54,36), Кружевница (44,94) и стандарт Дон 21 (36,55).

Стрессоустойчивость – разница между минимальным и максимальным показателем (Рыбась и др., 2018). Чем меньше размах между ними, тем выше устойчивость к стрессу. Генетическая гибкость – средняя между минимальным и максимальным показателем. Чем он выше, тем более адаптивен образец в конкретных условиях (Сапега, 2010). Коэффициент вариации является одним из показателей, характеризующих образец на гомеостатичность (Бабайцева, 2017). Данные показатели с высокой степенью объективно дают оценку образцу на гомеостатичность.

Анализ показателей урожайности и гомеостатичности показал, что высокая продуктивность семян с одного растения у большинства образцов сои имела невысокий показатель гомеостатичности. К данной группе относились образцы Им 55-2, Киото, Кофу, Линия 696-1, М-91-212006, РЖТ Шуна, СВХ 14 ТОС 1Д, характеризующиеся как образцы, отзывчивые на улучшение условий среды. Их можно ре-

комендовать в качестве исходного материала при создании сортов интенсивного типа.

А образцы Веселовская 5, Линия 504/11, PR 110370 OZ 006, имеющие высокие показатели гомеостатичности и продуктивности одного растения, рекомендуем использовать в селекции на гомеостатичность и экологическую пластичность.

Выводы. По результатам проведенных исследований было выявлено, что образцы Веселовская 5, Линия 504/11, PR 110370 OZ 006 имели высокие показатели продуктивности одного растения, наряду с высокими показателями гомеостатичности. Рекомендуется использовать их в селекции на гомеостатичность и экологическую пластичность. А высокопродуктивные образцы Им 55-2, Киото, Кофу, Линия 696-1, М-91-212006, РЖТ Шуна, СВХ 14 ТОС 1Д показали невысокий показатель гомеостатичности. Их можно охарактеризовать как образцы, отзывчивые на улучшение условий среды, и рекомендовать их в качестве исходного материала при создании сортов интенсивного типа.

Библиографические ссылки

1. Бабайцева Т. А. Экологическая пластичность коллекционных образцов озимой тритикале по зимостойкости // Зерновое хозяйство России. 2017. № 6(54). С. 7–11.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): 5-е изд., доп. и перераб. М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.
3. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы. Ч. I. Ростов н/Д., 2013. 248 с.
4. Игнатьев С. А., Регидин А. А. Оценка параметров адаптивности коллекционных образцов эспарцета // Зерновое хозяйство России. 2019. № 3(63). С. 53–58.
5. Лавриненко Г. Т., Бабич А. А., Кузин В. Ф., Губанов П. Е. Соя. М.: Россельхозиздат, 1978. 189 с.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1989. 250 с.
7. Пенчуков В. М., Медяников Н. В., Каппушев А. У. Культура больших возможностей. Ставрополь: Кн. изд-во, 1984. 287 с.
8. Подобедов А. В., Тарушкин В. И. Концепция расширенного воспроизводства соевых продуктов // Аграрная наука. 1998. № 7. С. 10–15.
9. Подобедов А. В. Потребительские свойства соевого белка // Аграрная наука. 2000. № 1. С. 10–11.
10. Рыбась И. А., Марченко Д. М., Некрасов Е. И., Иванисов М. М., Гричаникова Т. А., Романюкина И. В. Оценка параметров адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4(58). С. 51–54.
11. Сапега В. А. Урожайность и параметры адаптивности сортов зерновых культур в лесостепи Северного Зауралья // Доклады РАСХН. 2010. № 3. С. 10–14.
12. Хангильдин В. В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа // Генетика качественных признаков сельскохозяйственных растений. М.: Наука, 1978. С. 111–116.
13. Хангильдин В. В., Бирюков С. В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях // Генетико-цитологические аспекты в селекции сельскохозяйственных растений. 1984. № 1. С. 67–76.

References

1. Babajceva T. A. Ekologicheskaya plastichnost' kollekcionnyh obrazcov ozimoy tritikale po zimostojkosti [Ecological adaptability of winter triticale collection samples according to winter tolerance] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 6(54). S. 7–11.
2. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of research results)]: 5-e izd., dop. i pererab. M.: Kniga po trebovaniyu, 2012. 352 s.
3. Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoj oblasti na 2013–2020 gody [Zonal farming systems of the Rostov region for 2013–2020]. Ch. I. Rostov n/D., 2013. 248 s.
4. Ignat'ev S. A., Regidin A. A. Ocenka parametrov adaptivnosti kollekcionnyh obrazcov esparceta [Evaluation of the adaptability parameters of sainfoin collection samples] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 3(63). S. 53–58.
5. Lavrinenko G. T., Babich A. A., Kuzin V. F., Gubanov P. E. Soya [Soybean]. M.: Rossel'hozizdat, 1978. 189 s.

6. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Methodology of the State Variety Testing of agricultural crops]. M.: Kolos, 1989. 250 s.
7. Penchukov V. M., Medyanikov N. V., Kappushev A. U. Kul'tura bol'shih vozmozhnostej [A culture of great opportunities]. Stavropol': Kn. izd-vo, 1984. 287 s.
8. Podobedov A. V., Tarushkin V. I. Konceptiya rasshirennogo vosпроизводства soevykh produktov [The concept of expanded reproduction of soybean products] // Agrarnaya nauka. 1998. № 7. S. 10–15.
9. Podobedov A. V. Potrebitel'skie svoystva soevogo belka [Consumer properties of soy protein] // Agrarnaya nauka. 2000. № 1. S. 10–11.
10. Rybas' I. A., Marchenko D. M., Nekrasov E. I., Ivanisov M. M., Grichanikova T. A., Romanyukina I. V. Ocenka parametrov adaptivnosti sortov ozimoy myagkoj pshenicy [Estimation of adaptability parameters of winter common wheat varieties] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). S. 51–54.
11. Sapega V. A. Urozhajnost' i parametry adaptivnosti sortov zernovykh kul'tur v lesostepi Severnogo Zaural'ya [Productivity and adaptability parameters of the grain crops varieties in the forest-steppe of the Northern Trans-Urals] // Doklady RASKHN. 2010. № 3. S. 10–14.
12. Hangil'din V. V. O principah modelirovaniya sortov intensivnogo tipa // Genetika kachestvennykh priznakov sel'skohozyajstvennykh rastenij [On the modeling principles of the varieties of intensive type]. M.: Nauka, 1978. S. 111–116.
13. Hangil'din V. V., Biryukov S. V. Problema gomeostaza v genetiko-selekcionnykh issledovaniyakh [The problem of homeostasis in genetic-breeding research] // Genetiko-citologicheskie aspekty v selekcii sel'skohozyajstvennykh rastenij. 1984. № 1. S. 67–76.

Поступила: 25.08.20; принята к публикации: 17.09.20.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Ашиев А. Р., Скулова М. В., Чегунова А. В. – концептуализация исследования, подготовка опыта, выполнение лабораторных опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ЗНАЧИМОСТЬ КОМПОНЕНТОВ УРОЖАЙНОСТИ СОРТОВ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ ИЗ РОССИИ И КАЗАХСТАНА

М. Г. Мясникова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции яровой твердой пшеницы, marina.myasnikova.61@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7224-0308;

П. Н. Мальчиков, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории селекции яровой твердой пшеницы, sagrs-mal@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2141-6836;

Т. В. Чакеева, научный сотрудник лаборатории селекции яровой твердой пшеницы, chakheeva@icloud.com, ORCID ID: 0000-0002-9328-473X

Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н. М. Тулайкова – филиал СамНЦ РАН,

446254, Самарская обл., Безенчукский р-н, п. г. т. Безенчук, ул. К. Маркса, 41;

e-mail: samniish@mail.ru

Адаптивность урожайности сортов зерновых культур формируется в процессе их создания под влиянием условий среды селекционного центра, свойств исходного материала и компонентных признаков, по которым осуществляется отбор в селекционных питомниках. Международная программа «Казахстанско-Сибирское улучшение пшеницы по яровой твердой пшенице» (КАСИБ-ЯТП) использует генотипы семи учреждений из России и Казахстана и их географические пункты в качестве экологических фонов. Изучение двух наборов сортов в составе 25 в 2015–2016 гг. и 26 сортов в 2018 г. в системе КАСИБ позволило распределить селекционные центры по их «специализации» в формировании адаптивных свойств (Мальчиков и др., 2018). В частности, установлено, что в Самарском федеральном исследовательском центре РАН, Самарском НИИСХ (далее – Самарский НИИСХ) созданы сорта широкой адаптации (ареала). Следовательно, признаки, тесно коррелирующие с урожайностью в условиях селекционного поля Самарского НИИСХ, могут быть связаны со свойствами, определяющими широкую адаптацию сортов. Цель исследований – определить признаки, коррелирующие с сортовой изменчивостью урожайности питомников КАСИБ из России и Казахстана в условиях экспериментального поля Самарского НИИСХ. Полевые эксперименты проведены в течение трех лет (2015, 2016, 2018); учетная площадь делянок – 10,0 м²; повторность – трехкратная; размещение делянок – рендомизированное; снопы для лабораторного анализа были отобраны с каждого повторения (площадки отбора – 0,63 м²). Методами корреляционного и путевого анализов установлена значимая сопряженность в варьировании урожайности и следующих признаков: хозяйственного коэффициента (К.хозР), натурной массы (Н), массы 1000 зерен (М1000), стерильности колосьев в ценозе (Ст), числа зерен в колоске (ЧЗКК) и количества дней до колошения (КДК).

Ключевые слова: яровая твердая пшеница, адаптивность, урожайность, компоненты урожайности, корреляции, метод путевых коэффициентов

Для цитирования: Мясникова М. Г., Мальчиков П. Н., Чакеева Т. В. Значимость компонентов урожайности сортов яровой твердой пшеницы из России и Казахстана // Зерновое хозяйство России. 2020. № 5(71). С. 73–79. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-73-79.



THE IMPORTANCE OF THE YIELD COMPONENTS OF THE SPRING DURUM WHEAT VARIETIES FROM RUSSIA AND KAZAKHSTAN

M. G. Myasnikova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for spring durum wheat breeding, marina.myasnikova.61@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7224-0308;

P. N. Mal'chikov, Doctor of Agricultural Sciences, main researcher of the laboratory for spring durum wheat breeding, sagrs-mal@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2141-6836;

T. V. Chakheeva, researcher of the laboratory for spring durum wheat breeding, chakheeva@icloud.com, ORCID ID: 0000-0002-9328-473X

Samara Research Institute of Agriculture named after N. M. Tulaykov, branch of the SamRC RAS,

446254, Samara region, Bezenchuksky dist., v. of Bezenchuk, K. Marks Str., 41;

e-mail: samniish@mail.ru

The adaptability of grain varieties' productivity is formed in the process of their development under the influence of the environmental conditions of the breeding center, the properties of the initial material and component characteristics due to which the identification of the varieties is carried out. The International Program "Kazakh-Siberian Wheat Improvement for Spring Durum Wheat" (IP KaSibWI SDW) has used the genotypes of seven institutions from Russia and Kazakhstan and their geographic locations as environmental areas. The study of two sets of varieties (25 varieties in 2015–2016 and 26 varieties in 2018) in the KaSib system made it possible to distribute breeding centers according to their "specialization" in the formation of adaptive properties (Malchikov et al., 2018). In particular, there has been found that the staff of the Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, the Samara Research Institute of Agriculture (hereinafter the Samara Research Institute of Agriculture) developed the varieties of wide adaptation (area). Consequently, the traits closely correlating with the productivity on the plots of the Samara ARI may be associated with properties that determine the wide adaptation of varieties. The purpose of the research was to determine the traits correlating with varietal variability of productivity of the KaSib nurseries from Russia and

Kazakhstan on the experimental plots of the Samara Research Institute of Agriculture. Field trials were carried out for three years (2015, 2016, 2018); the accounting area of the plots was 10.0 m², with threefold repetition, with random plot placement; the sheaves for laboratory analysis were taken from each repetition (sampling area of 0.63 m²). Using the methods of correlation and path analysis, there has been established a significant correlation between variation of yield and such traits as economic coefficient (K.хозР), nature weight (Н), 1000 grain weight (М1000), sterility of heads in the cénosis (Ст), number of grains per spikelet (ЧЗКК) and number of days before tillering (КДК).

Keywords: *spring durum wheat, adaptability, productivity, yield components, correlations, method of path coefficients.*

Введение. Среди сортовых популяций выделяют сорта широкой адаптации (широкого ареала) и локального значения (Кильчевский и Хотылева, 1997). Сорта широкой адаптации приспособлены к значительной вариативности условий среды, сорта локального значения обладают специфической адаптивностью, т. е. приспособлены к конкретным лимитирующим факторам среды. Это подтверждено в ряде других публикаций. Так, при изучении 65 сортов твердой пшеницы в Италии, представлявших все периоды селекции, начиная от ландрасов, они по адаптивности были разделены на эти группы (De Vita et al., 2010). В системе экологических испытаний КАСИБ (Казахстанско-Сибирская селекция пшеницы), выполненных в 2015, 2016, 2018 гг. сорта яровой твердой пшеницы из России и Казахстана распределены на три кластера: первый образовали сорта локального значения; третий – широкого ареала; второй объединил генотипы с промежуточными свойствами (Мальчиков и др., 2018). Кроме этого результата, было установлено, что селекционные центры ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий» (ФАНЦА) и ФГБНУ «НИИ сельского хозяйства Юго-Востока» преимущественно продуцируют сорта локального значения, Самарский НИИСХ – сорта широкого ареала. В связи с этим можно предположить, что признаки, влияющие на формирование сортовых различий по урожайности в условиях Самарского НИИСХ, определяют свойства сортов широкого ареала. Это направление селекции в настоящее время особенно актуально, что связано с изменениями климата и нарастанием вредоносности факторов среды.

Цель исследований – определить признаки, коррелирующие с изменчивостью урожайности сортов питомников КАСИБ из России и Казахстана в условиях экспериментального поля Самарского НИИСХ.

Материалы и методы исследований.

Объектами исследований были сорта яровой твердой пшеницы международной программы КАСИБ-ЯТП, поступившие от учреждений соисполнителей. Селекционный и исследовательский цикл 2015–2016 гг. включал 25 сортов и селекционных линий. Учреждения оригинаторы: Актюбинская СХОС, НПЦЗХ, ФГБНУ ФАНЦА, Сибирский АНЦ, Самарский НИИСХ, Карабалыкская СХОС, Казахский НИИЗиС, НИИСХ Юго-Востока.

Поскольку исследуемый набор был представлен сортами разных групп спелости,

применялись три стандарта – раннеспелый (Безенчукская 205), среднеспелый (Безенчукская 182) и среднепоздний (Безенчукская нива), что предусмотрено общей методикой программы КАСИБ. Межстанционный стандарт, представленный историческим сортом Безенчукская 139, включен в эксперимент для оценки эволюционных тенденций по урожайности и ее стабильности в селекционных центрах.

Цикл в 2018 г. включал 26 новых генотипов из тех же учреждений и те же стандартные сорта. Посев экспериментальных делянок проводился в оптимальные сроки. Размещение делянок в блоках – рендомизированное; предшественник – чистый пар; учетная площадь делянки – 10,0 м²; повторность – трехкратная. Фенологические наблюдения проведены в соответствии со шкалой Zadoks (1974). Для определения структуры урожая в период восковой спелости зерна с каждой делянки на трех площадках размером 0,21 м² каждая (0,63 м² на делянке) отбирались снопы растений, которые в течение двух недель доводились до воздушно-сухого состояния, после чего проводились их разбор и структурный анализ урожайности. Уборка зерна осуществлялась при достижении полной спелости зерна, данные по урожайности пересчитывали на 14,0% влажность. Для изучения были взяты 13 признаков, 11 из которых в соответствии с обоснованием, приведенным в публикации Мальчикова и Мясникова (2012), распределены по трем группам: а) ценотические – число растений на 1 м² (ЧР) и продуктивное кущение (ПК); б) элементы продуктивности колоса и выполненности зерна – натурный вес (Н), число зерен в колосе (ЧЗК), число колосков в колосе (ЧКК), число зерен в колоске (ЧЗКК), масса 1000 зерен (М1000), стерильность колоса (Ст); в) морфофизиологические, влияющие на распределение биомассы, – выход зерна из надземной биомассы (К.хозР), выход зерна из биомассы колоса (К.хозК), длина соломины (ДС). Два признака рассмотрены вне этих групп – количество дней до колошения (КДК) и восприимчивость растений к патогенам (В). Метеорологические и фитопатологические условия внешней среды в годы исследований (2015, 2016, 2018) отличались разнообразием по ритму осадков, динамике температуры по периодам вегетации, составу патогенов и степени их вредоносности (табл. 1).

1. Гидротермический коэффициент и поражение растений патогенами в период вегетации по сорту Безенчукская 139, Самарский НИИСХ (2015, 2016, 2018 гг.)

1. Hydrothermal coefficient and plant damage caused by pathogens during the vegetation period of the variety 'Bezenchukskaya 139', Samara Research Institute of Agriculture (2015, 2016, 2018)

Год	Гидротермический коэффициент по периодам вегетации				Поражение патогенами			
	всходы – кущение	кущение – трубк.	трубк. – колош.	колош. – восков. спелость	альтернариоз, %	фузариоз, %	стеблевая ржавчина, тип/%	мучнистая роса, тип/%
2015	0,90	0,02	0,02	0,85	27,5	–	–	–
2016	0,21	0,56	0,08	0,78	–	25,0	4/7,5	4/30
2018	0,27	0,03	0,02	0,67	35,0	–	–	–

Примечание: трубк. – трубкование; колош. – колошение; воск. – восковая.

В целом формирование урожайности во все годы проходило при значительном давлении стрессовых факторов среды. Наиболее сильное их влияние наблюдалось в 2016 и 2018 гг. В 2016 г. существенными лимитирующими факторами среды были эпифитотии листовых пятнистостей (*Fusarium* spp.), мучнистой росы (*Blumeria graminis*) и стеблевой ржавчины (*Puccinia graminis*). Наиболее благоприятным по гидротермическому режиму с минимальной вредоносностью патогенов был 2015 г.

Устойчивость к патогенам оценивали по рекомендованным методикам (Михайлова и др., 2007). Корреляционный и путевой анализы выполнены на основе опубликованных рекомендаций (Паламарчук и др., 2019).

Результаты и их обсуждение. Среди 41 изученного сорта по продуктивности выделены 15 генотипов, в том числе 12 генотипов представляли Самарский НИИСХ, 2 – НИИСХ Юго-Востока и 1 – Сибирский АНЦ (табл. 2).

2. Урожайность наиболее продуктивных сортов в сравнении со стандартами, Самарский НИИСХ (2015, 2016, 2018 гг.)

2. Productivity the most productive varieties in comparison with the standard varieties, Samara Research Institute of Agriculture (2015, 2016, 2018)

Сорт	Учреждение оригинатор	Урожайность, т/га		
		2015	2016	2018
Леукурум 1307д-54	Самарский НИИСХ	2,66	2,05	–
Леукурум 1469д-21	Самарский НИИСХ	2,55	2,04	1,92
Леукурум 1594д-3	Самарский НИИСХ	2,23	1,85	–
Гордеиформе 01-115-5	Сибирский АНЦ	2,24	1,64	–
Раннеспелый стандарт	Самарский НИИСХ	2,15	1,90	1,60
Среднеспелый стандарт	Самарский НИИСХ	1,95	1,57	1,71
Среднепоздний стандарт	Самарский НИИСХ	2,14	1,88	1,73
Безенчукская 139, межстанционный стандарт	Самарский НИИСХ	1,85	1,50	1,68
Валентина	НИИСХ Юго-Востока	1,93	1,83	–
Леукурум 1506д-36	Самарский НИИСХ	–	–	2,09
Луч-25	НИИСХ Юго-Востока	–	–	1,83
НСР _{0,05}	–	0,12	0,14	0,13

Примечание: жирным шрифтом выделены наиболее продуктивные сорта.

3. Значения признаков урожайности и их популяционной изменчивости в годы исследований в среднем по всем изученным сортам

3. Values of productivity traits and their variability in the years of research on average for all studied varieties

Год, CV %	КДК	В	Ценолитические признаки		Элементы продуктивности колоса и выполненности зерна						Морфофизиологические признаки		
			ЧР	ПК	Н	ЧЗК	ЧКК	ЧЗКК	M1000	Ст	К.хозР	К.хозК	ДС
2015	45,9	13,8	239	1,5	768	26,9	15,5	1,90	41,2	16,9	37,9	64,8	66,7
CV	6,2	38,9	19,0	21,8	2,5	14,4	6,9	13,3	13,9	43,3	14,4	10,1	8,7
2016	45,0	17,2	224	1,01	703	18,5	10,2	1,89	33,8	41,0	37,2	65,6	67,6
CV	8,1	53,8	12,9	0,99	7,1	12,2	16,3	28,8	22,7	62,3	20,3	10,4	9,4
2018	46,2	18,0	254	1,1	784	21,5	12,9	1,70	35,3	10,4	36,8	63,3	64,7
CV	7,6	57,8	13,4	8,7	2,0	9,3	6,3	8,9	12,2	77,1	9,8	6,5	9,2

Примечание: CV – коэффициент вариации; ЧР – число растений на 1 м²; ПК – продуктивное кущение; Н – натура зерна; ЧЗК – число зерен в колосе; ЧКК – число колосков в колосе; ЧЗКК – число зерен в колоске; M1000 – масса 1000 зерен; Ст – стерильность колосьев; К.хозР – хозяйственный коэффициент растения; К.хозК – хозяйственный коэффициент колоса; ДС – длина соломины.

Доминирование этих же сортов по урожайности в системе эколого-географических

испытаний КАСИБ (Мальчиков и др., 2018) позволяет в условиях экспериментального поля

Самарского НИИСХ идентифицировать наиболее значимые для отбора сортов широкого ареала компоненты урожайности. По всем исследуемым признакам во все годы были получены достоверные различия между сортами. Слабая изменчивость наблюдалась только по признаку ПК в 2016 г., когда у большинства сортов продуктивное кущение отсутствовало (табл. 3). Коэффициенты корреляции с урожайностью, значимые на 1,0% и 5,0% уровнях, в относительно благоприятных условиях 2015 г. наблюдались у четырех признаков: Н, М1000, Ст из группы «элементы продуктивности колоса и выполненности зерна» и К.хозР из группы «морфофизиологические признаки» (табл. 4).

В 2016 г. в условиях весенне-летней засухи и эпифитотий листовых пятнистостей, мучнистой росы и стеблевой ржавчины только три признака не были достоверно связаны с урожайностью – ЧР, ПК (группа «ценотические признаки») и ДС («морфофизиологические признаки»).

В 2018 г. значимые корреляции с урожайностью имели семь признаков из групп «элементы продуктивности колоса и выполненности зерна» (Н, ЧЗКК, М1000, Ст), «морфофизиологические признаки» (К.хозР, К.хозК) и признак КДК. Отчетливо проявились изменения в составе и количестве признаков, коррелировавших с урожайностью в разные годы.

4. Генотипические корреляции урожайности и ее компонентов, Самарский НИИСХ, чистый пар (2015, 2016, 2018 гг.)

4. Genotypic correlations of yield and its components, Samara Research Institute of Agriculture, 'black' fallow (2015, 2016, 2018)

Год	КДК	В	Группы признаков										
			ценотические		элементы продуктивности колоса и выполненности зерна						морфофизиологические		
			ЧР	ПК	Н	ЧЗК	ЧКК	ЧЗКК	М1000	Ст	К.хозР	К.хозК	ДС
2015	-0,04	-0,20	0,20	0,02	0,72	0,31	0,14	0,27	0,54	-0,44	0,47	0,22	0,11
2016	-0,50	-0,51	-0,25	0,07	0,95	0,48	-0,45	0,56	0,87	-0,87	0,90	0,78	-0,38
2018	-0,61	-0,15	0,03	-0,05	0,44	0,38	-0,11	0,46	0,74	-0,58	0,61	0,53	0,22

Примечание: критические значения коэффициентов корреляции на 5,0% уровне: 2015 г. = 0,40; 2016 г. = 0,40; 2018 г. = 0,39. На 1,0% уровне: 2015 г. = 0,51; 2016 г. = 0,51; 2018 г. = 0,50.

Изменения в корреляционных плеядах в зависимости от условий среды возникают при смене лимитирующих факторов и объясняются переопределением генетической формулы количественных признаков (Новохатин и др., 2019). В настоящее время эти причины вариативности корреляций подтверждают изменчивостью ДНК-маркеров локусов количественных признаков (N'Diaye et al., 2018).

Наличие большого числа значимых корреляций признаков с урожайностью в условиях 2016 г. объясняется сильной дифференциацией исследуемой сортовой популяции по общей адаптивности (или гомеостазу процессов формирования урожайности). Уменьшение числа достоверных корреляций с урожаем зерна по градиенту среды от сильного уровня стрессовых факторов в 2016 г. к среднему в 2018 г. и слабому в 2015 г., видимо, связано с ослаблением «контроля» адаптивности за формированием урожайности и признаков.

В благоприятных условиях вклад адаптивности (устойчивости) в вариацию урожайности слабее, чем в условиях стресса. В группе «элементы продуктивности колоса» наиболее часто: в 15 из 18 изученных взаимодействий «признак – среда» наблюдались достоверные значения коэффициента корреляции с урожайностью. Здесь особенно выделяются признаки Н, М1000 и Ст, что объясняется качеством налива зерна, большой массой зерновки и незначительным количеством стерильных колосьев в агроценозах наиболее продуктивных сортов.

Аналогичные свойства проявил признак К.хозР из группы «морфофизиологические признаки». Второй признак из этой группы – К.хозК был достоверно связан с урожайностью в двух средах из трех, а именно в засушливых условиях 2016 и 2018 гг. Длина соломины – третий морфофизиологический признак и признаки, характеризующие агроценоз, – ЧР и ПК во всех средах не были связаны с урожайностью зерна. КДК в условиях 2016, 2018 гг. достоверно и отрицательно коррелировал с урожайностью зерна, показывая на преимущество ранокосящихся сортов. В 2015 г. этот признак был нейтральным по отношению к процессам формирования урожайности. Отрицательный коэффициент корреляции урожайности с уровнем восприимчивости к листовым болезням был отмечен в эпифитотийном 2016 г.

Основные результаты корреляционного анализа были подтверждены путевыми коэффициентами (табл. 5). В 2015 г. из четырех признаков, достоверно коррелировавших с урожайностью, прямые эффекты трех из них (Н, Ст, К.хозР) вносили существенный вклад в эту взаимосвязь, у одного признака (М1000) она полностью обеспечивалась косвенными эффектами других признаков. Косвенные эффекты Н, К.хозР положительно влияли на взаимосвязь с урожайностью всех остальных коррелировавших с ней признаков. Также отмечено существенное опосредованное положительное влияние Ст и ЧЗК на взаимосвязь с урожайностью двух признаков – Н и К.хозР. При этом косвенные эффекты признака ЧЗК проявились

на фоне отсутствия достоверной корреляции этого признака с урожайностью зерна. К.хозК оказывал сильные косвенные эффекты на ана-

логичные корреляции К.хозР, М1000 и Ст, которые во всех случаях ослабляли взаимосвязь анализируемых признаков с урожайностью.

5. Влияние прямых и косвенных эффектов всего комплекса признаков на формирование значимых корреляций с урожайностью зерна, Самарский НИИСХ (2015, 2016, 2018 гг.)

5. Influence of direct and indirect effects of the whole complex of traits on the formation of significant correlations with grain productivity, Samara Research Institute of Agriculture (2015, 2016, 2018)

Год	Внегрупповые признаки	Группы признаков												
		ценотические			элементы продуктивности колоса и выполненности зерна						морфофизиологические			
	КДК	В	ЧР	ПК	Н	ЧЗК	ЧКК	ЧЗКК	М1000	Ст	К.хозР	К.хозК	ДС	
2015	Прямые эффекты признаков с высокой (+), нейтральной или негативной (–) долей вклада в величину их корреляции с урожайностью													
					+				–	+	+			
	Косвенные эффекты признаков со значительным влиянием на величины корреляции с урожайностью других признаков – количество признаков (цифра), эффект (+), (–)													
					3(+)	2(+)				2(+)	3(+)	3(–)		
2018	Прямые эффекты признаков с высокой (+), нейтральной или негативной (–) долей вклада в величину их корреляции с урожайностью													
	+				–			+	+	+	+	+		
	Косвенные эффекты признаков со значительным влиянием на величины корреляции с урожайностью других признаков – количество признаков (цифра), эффект (+), (–)													
	2(+)					6(–)	5(–)	6(+)	6(+)	2(+)	3(+)	5(+)		
2016	Прямые эффекты признаков с высокой (+), нейтральной или негативной (–) долей вклада в величину их корреляции с урожайностью													
	–	–			+	+	–	–	+	+	+	–		
	Косвенные эффекты признаков со значительным влиянием на величины корреляции с урожайностью других признаков – количество признаков (цифра), эффект (+), (–)													
					9+					9+	9+	9–		

Примечание: (+), (–) показывают положительное или отрицательное влияние прямого или косвенного эффекта на коэффициент корреляции; цифра перед знаком показывает количество существенных косвенных эффектов данного признака на взаимосвязь других признаков с урожайностью зерна.

Таким образом, в условиях 2015 г., кроме признаков, значимо коррелировавших с урожайностью (Н, Ст, М1000, К.хозР), путевые коэффициенты позволили выделить положительный вклад в эти корреляции ЧЗК и отрицательный К.хозК. В 2018 г. из семи признаков, достоверно коррелировавших с урожайностью зерна, прямые эффекты шести из них (КДК, Ст, ЧЗКК, М1000, К.хозР, К.хозК) совпадали по знаку с коэффициентом корреляции, т. е. непосредственно влияли на формирование этой взаимосвязи. Значимый коэффициент корреляции Н с урожайностью полностью определялся косвенными эффектами других признаков.

Наиболее существенное (по количеству признаков) влияние через косвенные эффекты на коэффициенты корреляции с урожайностью зерна оказывали признаки ЧЗКК, М1000, ЧЗК. Косвенные эффекты ЧЗКК усиливали корреляции с урожайностью для шести признаков: КДК, Ст, Н, К.хозР, К.хозК, М1000. Взаимосвязь первых пяти признаков с урожайностью из этого списка с добавлением к нему ЧЗКК усиливалась косвенными эффектами М1000. Отмечены сильные отрицательные косвенные эффекты ЧЗК для следующих признаков: КДК, Ст, ЧЗКК, М1000, К.хозР, К.хозК. Аналогичное влияние косвенных эффектов на эти признаки, за исключением Ст,

оказывал ЧКК. Морфофизиологические признаки К.хозР и К.хозК, кроме положительного взаимного влияния косвенных эффектов на их корреляции с урожайностью, оказывали значимые косвенные эффекты на величину аналогичных корреляций Ст и ЧЗКК. Признак К.хозК имел значительный косвенный эффект во взаимосвязи Н с урожайностью. Косвенные эффекты КДК усиливали корреляции с урожайностью зерна Ст и Н, аналогичное влияние оказывал признак Ст на ЧЗКК и М1000. Признаки КДК, Ст, ЧЗКК, М1000, К.хозР, К.хозК коррелировали с урожайностью вследствие не только сильных прямых эффектов, но и взаимных косвенных эффектов. Эта группа образует в данных условиях (2018 г.) взаимосвязанный комплекс признаков, сопряженный с варьированием урожайности зерна.

В 2016 г. из десяти признаков с достоверной корреляцией с урожайностью только два (Н, К.хозР) формировали эту взаимосвязь на основе доминирования прямых эффектов. Прямые эффекты большинства остальных признаков, достоверно коррелировавших с урожайностью, были либо незначительными по вкладу (Ст, ЧКК, ЧЗК, М1000), либо нейтральными, т. е. близкими к нулю (КДК, В), либо их эффект был противоположным знаку корреляции

(ЧЗКК, К.хозК) с существенным влиянием на его величину. Косвенные эффекты трех признаков (К.хозР, Н, Ст) усиливали корреляции с урожайностью всех остальных признаков. Косвенные эффекты К.хозК, напротив, ослабляли ковариации всех признаков с урожаем зерна. Таким образом, в условиях весенне-летней засухи и эпифитотии листовых болезней в период «колошение – созревание» для идентификации адаптированных генотипов достаточно иметь информацию по трем признакам: К.хозР, Н, Ст.

Выводы. В течение трех лет только два признака (К.хозР и Ст) стабильно вносили существенный положительный вклад в систему корреляций в результате как прямых, так и косвенных эффектов. Следовательно, они имеют широкий спектр влияния на взаимосвязь с урожайностью всего комплекса признаков из всех групп, их целесообразно рассматривать в качестве обязательных компонентов в системе селекции на адаптивность сортов широкого

ареала. М1000 и Н достоверно коррелировали с урожайностью в течение трех лет; только в один год эти корреляции обеспечивались косвенными эффектами. Их также рекомендуется включить в систему оценок при создании сортов широкого ареала. Неоднозначность эффектов КДК подтверждает целесообразность диверсификации сортовых систем по параметрам продолжительности вегетационного периода и необходимости включения его в систему селекционных оценок. Несмотря на значительную зависимость коррелятивных отношений ЧЗКК с урожайностью от косвенных эффектов других признаков, высокозначимые корреляции с урожайностью в течение двух засушливых лет позволяют включить его в систему наиболее значимых признаков продуктивности. За исключением К.хозР и КДК, наиболее часто урожайность была связана с варьированием признаков из группы «элементы продуктивности колоса и выполненности зерна».

Библиографические ссылки

1. 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.
2. Мальчиков П. Н., Мясникова М. Г. Относительное развитие признаков продуктивности твердой пшеницы в процессе селекции // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. Т. 16, № 4(2). С. 987–957.
3. Михайлова Л. А., Коваленко Н. М., Смурова С. Г., Тернюк И. Г., Митрофанова О. П., Ляпунова О. А., Зуев Е. В., Чикида Н. Н., Лоскутова Н. П., Пюккенен В. П. Устойчивость видов *Triticum* L. и *Aegilops* L. из коллекции ВИР к возбудителям желтой и темно-бурой листовых пятнистостей (каталог). СПб., 2007. 60 с.
4. Новохатин В. В., Драгавцев В. А., Леонова Т. А. 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.
5. Паламарчук Д. П., Козаченко М. Р., Святченко С. И. Использование метода путевых коэффициентов S. Wright для статистического анализа системы взаимосвязанных признаков риса // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. № 23(4). С. 430–438. DOI: 10.18699/VJ19.511.
6. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Экологическая селекция растений. Минск: Техналогія, 1997. 372 с.
7. De Vita P., Mastrangelo A. M., Matteu L., Mazzucotelli E., Virzi N., Palumboc M., Storto M. L., Rizza F., Cattivelli L. Genetic improvement effects on yield stability in durum wheat genotypes grown in Italy // Field Crops Res. 2010. Т. 119. С. 68–77. DOI: 10.1016/j.fcr.2010.06.016.
8. N'Diaye A., Haile J. K., Nilsen K. T., Walkowiak S., Ruan Y., Singh A. K., Clarke F. R., Clarke J. M., Pozniak C. J. Haplotype loci under selection in Canadian durum wheat germplasm over 60 years of breeding: Association with grain yield, quality traits, protein loss, and plant height // Front. Plant Sci. 2018. Vol. 9, no. 1589. Pp. 1–19. DOI: 10.3389/fpls.2018.01589.
9. Zadoks J., Chang T., Konzak C. A. Decimal code for the growth stages of cereals // Weed research. 1974. No. 14. Pp. 415–421.

References

1. 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 Kazahstana [The value and stability of productivity of the current breeding material of spring durum wheat (*Triticum durum* Desf.) from Russia and Kazakhstan] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2018. № 22(8). S. 939–950. DOI: 10.18699/VJ18.436.
2. Mal'chikov P. N., Myasnikova M. G. Otnositel'noe razvitie priznakov produktivnosti tverdoj pshenicy v processe selekcii [Relative development of durum wheat productivity traits in the breeding process] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2012. T. 16, № 4(2). S. 987–957.
3. Mihajlova L. A., Kovalenko N. M., Smurova S. G., Ternyuk I. G., Mitrofanova O. P., Lyapunova O. A., Zuev E. V., Chikida N. N., Loskutova N. P., Pyukkenen V. P. Ustojchivost' vidov *Triticum* L. i *Aegilops* L. iz kollekcii VIR k vozбудитelyam zheltoj i temno-buroj listovyh pyatnistostej (katalog) [Resistance of *Triticum* L. and *Aegilops* L. species, taken from the VIR collection, to pathogens of yellow and dark brown leaf spots (catalog)]. SPb., 2007. 60 s.
4. Novohatin V. V., Dragavcev V. A., Leonova T. A. Sozdanie sorta myagkoj yarovoj pshenicy Grenada s pomoshch'yu innovacionnyh tekhnologij selekcii na osnove teorii ekologo-geneticheskoy organizacii kolichestvennyh priznakov [Development the spring common 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.
5. Palamarchuk D. P., Kozachenko M. R., Svyatchenko S. I. Ispol'zovanie metoda putevyh koefficientov S. Wright dlya statisticheskogo analiza sistemy vzaimosvyazannyh priznakov risa [Using the S. Wright method of travel coefficients for the statistical analysis of the system of interrelated rice traits] // *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*. 2019. № 23(4). S. 430–438. DOI: 10.18699/VJ19.511.
6. Kil'chevskij A. V., Hotyleva L. V. *Ekologicheskaya selekciya rastenij* [Ecological plant breeding] // Minsk: Tekhnologiya, 1997. 372 s.
7. De Vita P., Mastrangelo A. M., Matteu L., Mazzucotelli E., Virzi N., Palumboc M., Storto M. L., Rizza F., Cattivelli L. Genetic improvement effects on yield stability in durum wheat genotypes grown in Italy // *Field Crops Res.* 2010. T. 119. S. 68–77. DOI: 10.1016/j. fcr.2010.06.016.
8. N'Diaye A., Haile J. K., Nilsen K. T., Walkowiak S., Ruan Y., Singh A. K., Clarke F. R., Clarke J. M., Pozniak C. J. Haplotype loci under selection in Canadian durum wheat germplasm over 60 years of breeding: Association with grain yield, quality traits, protein loss, and plant height // *Front. Plant Sci.* 2018. Vol. 9, no. 1589. Pp. 1–19. DOI: 10.3389/fpls.2018.01589.
9. Zadoks J., Chang T., Konzak C. A. Decimal code for the growth stages of cereals // *Weed research*. 1974. No. 14. Pp. 415–421.

Поступила: 12.05.20; принята к публикации: 29.07.20.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Мясникова М. Г. – концептуализация исследования, подготовка рукописи; Мальчиков П. Н. – подготовка опыта, сбор и анализ данных, подготовка рукописи; Чахеева Т. А. – выполнение лабораторного анализа растений, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ОСОБЕННОСТИ ВЕДЕНИЯ ПЕРВИЧНОГО СЕМЕНОВОДСТВА ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Ю. Г. Скворцова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства и семеноведения, ORCID ID: 0000-0002-1490-2422;

Т. И. Фирсова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства и семеноведения, ORCID ID: 0000-0003-0582-4124;

Н. Г. Чертова, младший научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства и семеноведения, ORCID ID: 0000-0003-4005-9771;

Г. А. Филенко, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства и семеноведения, ORCID ID: 0000-0003-4271-0003

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

В статье представлены особенности ведения первичного семеноводства озимой мягкой пшеницы в условиях Ростовской области и освещены основные методы сортообновления, позволяющие получать качественный семенной материал при строгом сохранении их чистосортности, биологических и урожайных качеств в размерах, удовлетворяющих потребность семеноводческих хозяйств. Целью исследований являлась организация первичного семеноводства новых и коммерческих сортов озимой мягкой пшеницы, позволяющего сохранить сортовую чистоту и обеспечить необходимое количество семян высших репродукций. Проведены полевые опыты по выявлению наилучших показателей семян по урожайности, сортовым и посевным качествам в первичных звеньях семеноводства. В основе семеноводческой работы положен индивидуально-семейственный отбор с двухгодичной оценкой потомств. Основной процент браковки по сортам в лабораторных условиях приходился на такие показатели, как масса 1000 семян, урожайность семьи, однородность и выполненность зерновок в пределах семьи. В сортах Вольница, Вольный Дон, Жаворонок, Полина, Амбар, Донская степь, Юбилей Дона в ПИП-1 велась браковка по всем показателям от 16 до 32%, сорт Жаворонок был наиболее выровненным по имеющимся показателям, а браковка у него составила 7%. В ПИП-2 за годы сортоиспытаний исследуемые сорта озимой мягкой пшеницы имели браковку в полевых условиях по всем показателям от 2 до 7%. В лабораторных условиях процент браковки несколько отличался и колебался от 1 до 8%. Наибольшую урожайность семян сформировали сорта Зерноградка 11 (11,2 т/га), Ермак (10,8 т/га), Марафон (11,5 т/га) и Краса Дона (11,5 т/га). Процент выхода семян изучаемых сортов варьировал от 67,4% до 93,3%. Максимальная масса 1000 семян отмечена у сортов Краса Дона (52,7 г), Вольный Дон (49,8 г), Вольница (49,1 г). Показатели основных сортовых и посевных качеств семян озимой пшеницы соответствуют ГОСТ Р 52325-2005.

Ключевые слова: семеноводство, репродукция, питомник испытания потомств, посевные и сортовые качества, урожайность, семья, деланка, отбор.

Для цитирования: Скворцова Ю. Г., Фирсова Т. И., Чертова Н. Г., Филенко Г. А. Особенности ведения первичного семеноводства озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2020. № 5(71). С. 80–85. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-80-85.



THE FEATURES OF PRIMARY SEED PRODUCTION OF WINTER BREAD WHEAT

Yu. G. Skvortsova, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for primary seed production and seed study, ORCID ID: 0000-0002-1490-2422;

T. I. Firsova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for primary seed production and seed study, ORCID ID: 0000-0003-0582-4124;

N. G. Chertkova, junior researcher of the laboratory for primary seed production and seed study, ORCID ID: 0000-0003-4005-9771;

G. A. Filenko, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for primary seed production and seed study, ORCID ID: 0000-0003-4271-0003

Agricultural Research Center "Donskoy",

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

The current paper has presented the features of primary seed production of winter bread wheat in the Rostov region and highlighted the main methods of varietal renewal, which make it possible to obtain high-quality seed material with strict preservation of their purity, biological and productive traits, in the amounts that meet the needs of the farms. The purpose of the research was to organize primary seed production of new and commercial varieties of winter bread wheat, which allows maintaining varietal purity and providing the required number of seeds of higher reproductions. There have been conducted the field trials to identify the best indicators of seed productivity, varietal and sowing qualities in the primary links of seed production. Seed production is based on individual-family selection with a two-year assessment of the progeny. The main percentage of variety rejection in the laboratory conditions was made according to such indicators as 1000 seed weight, family productivity, uniformity and plump condition of kernels within the family. In PIP-1 the rejection among the varieties 'Volnitsa', 'Volny Don', 'Zhavoronok', 'Polina', 'Ambar', 'Donskaya Stepp', 'Yubiley Dona' was carried out for all indicators from 16 to 32%. The variety 'Zhavoronok' was found the best according to the indicators and its rejection rate was 7%. In PIP-2 over the years of variety trials, the studied varieties of winter

bread wheat were rejected in the field for all indicators from 2 to 7%. In the laboratory conditions, the rejection rate was slightly different and ranged from 1 to 8%. The highest seed productivity was formed by the varieties 'Zernogradka 11' (11.2 t/ha), 'Ermak' (10.8 t/ha), 'Marafon' (11.5 t/ha) and 'Krasa Dona' (11.5 t/ha). The percentage of seed productivity of the studied varieties varied from 67.4% to 93.3%. The maximum 1000 seed weight was identified in the varieties 'Krasa Dona' (52.7 g), 'Volny Don' (49.8 g), 'Volnitsa' (49.1 g). The indicators of the main varietal and sowing qualities of winter wheat seeds corresponded to GOST R 52325-2005.

Keywords: seed production, reproduction, nursery of progeny testing, sowing and varietal qualities, productivity, family, plot, selection.

Введение. В настоящее время проблема сохранения и улучшения ценных свойств сортовых семян зерновых колосовых культур остается актуальной. В связи с этим важное значение имеют методы и схемы первичного семеноводства, которые определяются биологическими особенностями культуры, происхождением сорта, методом выведения, степенью отзывчивости сорта на отдельные агроприемы, а также конкретными почвенно-климатическими условиями зоны, где ведется семеноводство (Алабушев и др., 2012; Газе и др., 2018; Ионова и др., 2019; Малкандуев и др., 2017).

Внесенные в Государственный реестр новые сорта озимой мягкой пшеницы требуют пересмотра и усовершенствования методических аспектов ведения их семеноводства. Поиск наиболее оптимальной и эффективной организации семеноводства в современных условиях должен проходить одновременно с увеличением производства оригинальных, элитных и репродукционных семян. Проведение исследований по совершенствованию методики ведения первичного семеноводства озимой пшеницы с целью получения качественного семенного материала с высокими посевными и урожайными свойствами является актуальным (Тимошенкова и др., 2015; Алабушев и др., 2012, 2016; Костылев и др., 2019).

Цель исследования – организовать первичное семеноводство новых и коммерческих сортов озимой мягкой пшеницы в южной зоне Ростовской области, позволяющее сохранить сортовую чистоту и обеспечить необходимое количество семян высших репродукций.

Главной задачей первичного семеноводства являются поддержание и улучшение всех ценных биологических и хозяйственно полезных признаков сорта в течение ряда семенных поколений.

Материалы и методы исследований. В условиях южной зоны Ростовской области в 2016–2019 гг. на опытном поле лаборатории первичного семеноводства и семеноведения ФГБНУ «АНЦ «Донской» были проведены полевые опыты по выявлению показателей, дающих качественные семена по урожайности, сортовым и посевным качествам в первичных звеньях семеноводства. Работа по первичному семеноводству проводилась согласно «Методическим рекомендациям по производству семян элиты зерновых, зернобобовых и крупяных культур» (2004 г.) и ГОСТу. В основу семеноводческой работы положен индивидуально-семейственный отбор с двухгодичной оценкой семей по потомству. Производство семян по репродукции велось по схеме:

1. Питомник отбора.
2. Питомник испытания потомств 1-го года (ПИП-1).
3. Питомник испытания потомств 2-го года (ПИП-2).
4. Семенной питомник размножения оригинальных семян ОС(ПР-1), ОС(ПР-2) и ОС(С/Э).

В качестве исходного материала использовались перспективные и коммерческие сорта озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской», пользующиеся спросом у сельхозтоваропроизводителей. Технология выращивания – общепринятая для южной зоны Ростовской области. Посев проводился в оптимальные агротехнические сроки по предшественнику черный пар (Василенко, 2013).

Для выполнения поставленной задачи закладывались: питомники испытания потомств первого года (ПИП-1), которые высевали вручную «хлопушками», каждый колосок отдельно, количество зерен в котором не менее 40 шт. Стандарт размещался через каждые 30 номеров. Питомник испытания потомств второго года (ПИП-2) высевали сеялкой ССФК-7, площадь делянки – 10 м². Питомники размножения оригинальных семян высевали сеялкой Amazone. Процесс ведения первичного семеноводства озимой мягкой пшеницы в ФГБНУ «АНЦ «Донской» начинается с отбора элитных растений. В данном питомнике отбираются наиболее продуктивные, типичные для данного сорта колосья, неповрежденные болезнями на чистосортных посевах (после сортовых и видовых прополок) питомников размножения или элиты. Растения просматриваются по типичности, индивидуально обмолачиваются, а после очистки проводится браковка по зерну, учитывается при этом его количество и качество: проводят визуальную оценку цвета, формы, выполненности, стекловидности, крупности и других признаков. В качестве родоначальных на посев оставляются только лучшие по качеству и наиболее продуктивные растения, их число в разные годы по сортам колеблется от 100 до 500 шт. Оставшиеся после браковки колосья используются для посева в питомнике испытания потомств первого года (ПИП-1).

Начиная с питомников размножения оригинальных семян ОС(ПР-1), чистосортность проверялась путем апробации посевов, чистота и качество семян подтверждалась в лабораторных условиях, на которые выдавался протокол испытаний. Конечным итогом проверки семенного материала является выдача «Сертификата соответствия». Во всех питомниках первичного семеноводства в течение вегетационного пе-

риода проводилась тщательная видовая и сортовая прополка.

По достижении полной спелости все посевы убирали прямым комбайнированием: делянки – комбайном Wintersteiner Classic, а питомники размножения – комбайнами Sampo-2010 и Sampo Rosenlew Comia. Питомники испытания потомств первого года убирали вручную. Очистку семян озимой пшеницы проводили на семяочистительной машине Петкус (Petkus) K 531 и пневмосортировальной машине ВИМ-1.

Результаты и их обсуждение. Семена, как биологический объект, являются главными носителями хозяйственно ценных признаков растений, поэтому от их посевных свойств в дальнейшем зависят величина и качество выращиваемого урожая. Качество посевного материала зависит от применения метода отбора лучших колосьев и полноценных зерновок, позволяющих получать посевной материал в чистом и однородном виде. Основным методом

при производстве высокопродуктивных семян признан индивидуально-семейственный прием отбора с двухгодичной оценкой семей по потомствам. В семеноводстве также используются и имеют свое распространение еще два метода отбора – массовый и негативный (Алабушев и др., 2019).

Питомник испытания потомств 1-го года (ПИП-1) – это первое звено семеноводства озимой мягкой пшеницы, в котором осуществляются оценка элитных растений и отбор лучших семей для дальнейшей закладки питомника испытания потомств второго года (ПИП-2). Количество высеваемых семей зависит от плана заказа на производство семян и коэффициента размножения культуры, но не менее 300 шт. В период вегетации растений семьи в питомниках велись фенологические наблюдения и оценивали важные хозяйственно ценные признаки (табл. 1).

1. Результаты оценки семей озимой мягкой пшеницы в питомнике испытания потомств первого года, ПИП-1 (2016–2019 гг.)
1. Estimation results of the families of winter bread wheat in the nursery for the first year progeny testing, PIP-1 (2016–2019)

Сорт	Высеяно семей, шт.	Выбраковано по признаку, шт.							Осталось к посеву	
		вегетационный период	высота растений	полегаемость	поражение болезнями	окраска листа	масса 1000 зерен	масса делянки	Семей, шт.	% браковки
Краса Дона	178	5	13	–	–	9	5	16	130	27
Донская юбилейная	201	2	4	2	2	18	7	16	150	25
Донской сюрприз	177	8	16	4	9	6	5	4	125	30
Марафон	460	13	26	14	18	8	15	10	356	33
Вольница	465	8	11	25	10	12	22	16	361	23
Жаворонок	426	–	2	6	–	–	12	8	398	7
Вольный Дон	520	14	15	21	15	41	38	20	356	32
Лидия	211	–	–	–	–	10	9	6	186	12
Станичная	210	–	1	–	2	7	7	3	190	10
Аксинья	210	–	–	–	4	15	3	–	188	11
Аскет	141	–	3	1	–	–	–	–	137	3
Полина	510	6	4	–	10	28	24	8	430	16
Амбар	546	12	2	6	18	15	22	23	448	18
Донская степь	459	9	12	4	5	3	29	17	380	18
Юбилей Дона	460	8	–	2	6	12	28	39	365	21
Этюд	322	10	6	2	5	15	15	29	240	26
Шеф	211	5	–	–	8	2	12	6	178	16
Капризуля	150	–	–	–	–	5	16	9	120	20

Все нетипичные семьи браковались по окраске листьев, стебля, колоса, по высоте стеблестоя. Неустойчивые к полеганию и патогенам удалялись до уборки. Браковка по продолжительности вегетационного периода проводилась по такому важному фенологическому показателю, как начало и конец колошения. Все семьи, не совпадающие с общей массой колошения в трехдневный срок, выбраковывались. Семьи, которые отклонялись по высоте растений в большую или меньшую сторо-

ну от общей высоты растений данного сорта, также браковались. Доля браковки по сортам в лабораторных условиях приходилась на такие показатели, как масса 1000 семян и масса делянки, а также по однородности и выполненности зерновок в пределах семьи. В совокупности по этим показателям приходилась большая часть браковок за все годы исследования.

Наиболее однородными и стабильными сортами были те, которые внесены в Государственный реестр селекционных до-

стижений в более ранние сроки и уже более выравненные по таким показателям, как высота растений, вегетационный период, полегаемость, крупность зерна и другие признаки. Степень поражения патогенами была различной и связана не только с климатическими условиями, но и с реакцией каждого сорта на устойчивость к болезням.

Допущенные к использованию сорта (Вольница, Вольный Дон, Жаворонок, Донская степь) и сорта, переданные на государственное сортоиспытание (Полина, Амбар, Юбилей Дона) браковались по всем показателям от 16 до 32%. Сорт Жаворонок был наиболее выравненным по данным показателям – браковка составила 7%.

Все оценки в ПИП-1 проводили по семьям на основе их хозяйственно-биологической характеристики, а именно: по типичности, дли-

не вегетационного периода, крупности зерна и т. д. Процент браковки от посева до уборки ПИП-1 варьировал от 3 до 33%. Высокий процент выбраковки говорит о том, что передаваемые новые сорта на данном этапе выращивания не выравнены по многим признакам. У сортов, которые находятся длительное время в производстве, происходит расщепление, биологическое и механическое засорение. Устранить эти недостатки можно только путем пересева семей из одного колоса с дальнейшим отбором типичных растений. Все оставшиеся семьи пересевались для размножения оригинальных семян в питомнике испытания потомств второго года (ПИП-2). Ежегодно этот питомник занимает от 3,0 до 4,0 га, в зависимости от потребности сортового состава, пользующегося спросом у сельскохозяйственных товаропроизводителей (табл. 2).

2. Сортовой состав питомника испытания потомств второго года (ПИП-2), урожайность, сортовые и посевные качества семян (2016–2019 гг.)
2. Varietal composition of the nursery for the second year progeny testing (PIP-2), productivity, varietal and sowing qualities of seeds (2016–2019)

Сорт	Урожайность, т/га	Выход семян, %	Масса 1000 зерен, г	Чистота семян, %	% браковки	
					в полевых условиях	в лабораторных условиях
Краса Дона	11,5	86	52,7	99,4	3	2
Ростовчанка 5	10,3	93,3	47,7	99,9	5	3
Капризуля	10,4	74,1	46	99,9	2	4
Дон 107	9,7	76,6	42,4	99,9	6	2
Донская юбилейная	9,0	79,2	44,2	99,8	3	1
Лидия	9,9	76,3	49,2	99,8	4	2
Станичная	10,0	75,5	47,5	99,8	3	1
Аскет	8,9	77,8	43,2	99,9	4	3
Конкурент	9,8	67,4	45,1	99,9	6	4
Марафон	11,5	72,5	44,7	99,6	2	1
Дон 93	8,4	75,7	47,7	99,7	4	2
Донской сюрприз	9,5	78,6	47,6	99,9	7	2
Лилит	10,8	86,3	45	99,8	4	2
Изюминка	9	75,9	44,7	99,8	3	3
Зерноградка 11	11,2	73,7	45,7	99,8	2	1
Танаис	10,6	82,8	43,8	99,6	6	2
Находка	9,7	87,1	45,2	99,7	4	3
Ермак	10,8	84,5	46,9	99,4	2	1
Ростовчанка 7	10,9	74,1	48,6	99,5	6	2
Вольный Дон	7,5	79	49,8	99,9	6	8
Вольница	8,6	76,9	49,1	99,8	5	4
Жаворонок	9	80,7	47,4	99,5	3	2
Шеф	8,1	70,3	43,4	99,9	3	3
Капитан	8,7	78,1	47	99,9	3	2
Аксинья	9,7	77,2	46,6	99,9	5	3

В ПИП-2 высевали сорта, пользующиеся коммерческим спросом (Аскет, Ермак, Станичная, Изюминка, Лидия), а также новые, включенные в реестр (Шеф, Эюд, Краса Дона, Вольный Дон, Вольница, Жаворонок) и перспективный сорт Амбар. Браковка в питомнике испытания потомств второго года (ПИП-2) была аналогичной ПИП-1. На этом этапе ведения семеноводства важно отобрать выравненный материал по морфологическим и апробационным признакам. За годы сортоиспытаний исследуе-

мые сорта озимой мягкой пшеницы имели браковку в полевых условиях по всем показателям от 2 до 7%. В лабораторных условиях процент браковки несколько отличался и колебался от 1 до 8% и приходился на такие показатели, как масса 1000 семян и масса семьи, однородность и выполненность зерновок в пределах семьи, чистота семян.

В 2016–2019 гг. по продуктивности в питомниках испытания потомств второго года (ПИП-2) выделились такие сорта озимой пше-

ницы, как Аксинья (9,7 т/га), Зерноградка 11 (11,2 т/га), Ермак (10,8 т/га), Марафон (11,5 т/га), а также новый сорт Краса Дона (11,5 т/га). Процент выхода семян озимой пшеницы колебался в пределах от 67,4 до 93,3%. Максимальный процент выхода семян отмечен у сортов Ростовчанка 5 (93,3%), Находка (87,1%), Лилит (86,3%), Краса Дона (86%); минимальный выход семян – у сорта Конкурент (67,4%). Наилучшие показатели по массе 1000 семян от-

мечались у сортов Краса Дона (52,7 г), Вольный Дон (49,8 г), Вольница (49,1 г).

После всех браковок семьи из ПИП-2 объединяются и семена высеваются в питомнике размножения оригинальных семян (ОС(ПР-1)). В зависимости от урожайности и потребности семян в последующих репродукциях, семена из ПИП-2 частично высевались, а часть их оставляли на страховые фонды и для посева при необходимости в последующие годы (табл. 3).

3. Сортовой состав и качественные показатели оригинальных семян в питомнике размножения (2016-2019 гг.)

3. Varietal composition and quality indicators of original seeds in the breeding nursery (2016-2019)

Сорт	Урожайность, т/га	Чистота семян, %	Выход семян, %	Масса 1000 семян, г
Станичная	7,1	99,9	75,1	45,2
Аскет	6,5	99,9	75,6	43,0
Лидия	6,8	99,9	77,2	47,8
Донская юбилейная	6,6	99,9	78,6	44,1

В питомниках размножения урожайность по сортам озимой пшеницы варьировала от 6,6 т/га (сорт Донская юбилейная) до 7,1 т/га (сорт Станичная). Максимальное значение массы 1000 семян – у сортов Лидия (47,8 г). В семеноводстве чистота семян по всем сортам находилась на уровне 99,9%, а выход семян колебался в пределах от 75,1 до 78,6%, все основные сортовые и посевные показатели качества семян озимых культур соответствовали ГОСТ Р 52325-2005.

Выводы. Учитывая изменчивость признаков, определяющих урожайность и качество новых сортов озимой мягкой пшеницы, необходимо проводить при отборе типич-

ных растений оценку в полевых условиях, а затем их браковку в лабораторных условиях. Для обеспечения растениеводства чистосортным и качественным посевным материалом, для повышения урожайности посевов за счет использования потенциальных возможностей сорта требуется постоянная работа по ведению первичного семеноводства. Использование методики производства оригинальных семян (индивидуально-семейственный отбор) позволяет получать чистосортный посевной материал, что является продолжением селекционного процесса по сохранению и улучшению качественных показателей сортов.

Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Фирсова Т. И., Филенко Г. А. Семеноводство зерновых культур в Ростовской области. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2012. 240 с.
2. Алабушев А. В., Ковтунов В. В., Ковтунова Н. А., Горпиниченко С. И. Семеноводство сорго зернового в Ростовской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 1. С. 12–15.
3. Василенко В. Н. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы. Ч. II. Ростов н/Д.: Донской изд. дом, 2013. 272 с.
4. Газе В. Л., Ионова Е. В., Марченко Д. М., Лиховидова В. А. Сортосмена озимой мягкой пшеницы как механизм увеличения продуктивности и устойчивости к абиотическим факторам среды // Зерновое хозяйство России. 2018. № 6(60). С. 16–21 DOI: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-16-20.
5. Ионова Е. В., Лобунская И. А., Лиховидова В. А. Засуха и гидротермический коэффициент увлажнения как один из критериев оценки степени ее интенсивности (обзор литературы) // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 18–22. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-18-22.
6. Костылев П. И., Тесля Ю. П., Балюкова Э. С. Влияние репродукций семян на структуру урожайности риса // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 50–54.
7. Малкандуев Х. А., Малкандуева А. Х., Шамурзаев Р. И., Гажева Р. А. Влияние репродуцирования семян на урожайность и качество озимой пшеницы // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН № 1. 2017. С. 129–131.
8. Тимошенкова Т. А., Ващенко Ю. С. Семеноводство *Triticum durum* в Оренбургской области: проблемы и перспективы // Евразийский союз ученых. 2015. № 12(5). С. 11–14.

References

1. Alabushev A. V., Firsova T. I., Filenko G. A. Semenovodstvo zernovykh kul'tur v Rostovskoj oblasti [Seed production of grain crops in the Rostov region]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2012. 240 s.
2. Alabushev A. V., Kovtunov V. V., Kovtunova N. A., Gorpichenko S. I. Semenovodstvo sorgo zernovogo v Rostovskoj oblasti [Seed production of grain sorghum in the Rostov region] // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2016. № 1. S. 12–15.
3. Vasilenko V. N. Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoj oblasti na 2013–2020 gody [Zonal farming systems of the Rostov region for 2013–2020]. Ch. II. Rostov n/D.: Donskoj izd. dom, 2013. 272 s.
4. Gaze V. L., Ionova E. V., Marchenko D. M., Lihovidova V. A. Sortosmena ozimoy myagkoj pshenicy kak mekhanizm uvelicheniya produktivnosti i ustojchivosti k abioticheskim faktoram sredy [Variety change

of winter common wheat as a mechanism for improving productivity and resistance to abiotic environmental factors] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2018. № 6(60). S. 16–21 DOI: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-16-20.

5. Ionova E. V., Lobunskaya I. A., Lihovidova V. A. Zasuha i gidrotermicheskiy koeffitsient uvlazhneniya, kak odin iz kriteriev ocenki stepeni ee intensivnosti (obzor literatury) [Drought and hydrothermal moisture coefficient, as one of the criteria for assessing the degree of its intensity (literature review)] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2019. № 6(66). S. 18–22. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-18-22.

6. Kostylev P. I., Teslya Yu. P., Balyukova E. S. Vliyanie reprodukcij semyan na strukturu urozhajnosti risa [Influence of seed reproduction on the rice yield structure] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2019. № 6(66). S. 50–54.

7. Malkanduev H. A., Malkandueva A. H., Shamurzaev R. I., Gazheva R. A. Vliyanie reproducirovaniya semyan na urozhajnost' i kachestvo ozimoj pshenicy [Influence of seed reproduction on the winter wheat productivity and quality] // *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN* № 1. 2017. S. 129–131.

8. Timoshenkova T. A., Vashchenko Yu. S. Semenovodstvo Triticum durum v Orenburgskoj oblasti: problemy i perspektivy [Seed production of Triticum durum in the Orenburg region: problems and prospects] // *Evrazijskiy soyuz uchenyh*. 2015. № 12(5). S. 11–14.

Поступила: 15.07.20; принята к публикации: 10.09.20.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Скворцова Ю. Г., Фирсова Т. И., Черткова Н. Г., Филенко Г. А. – концептуализация исследования, подготовка опыта, выполнение полевых и лабораторных опытов, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

УДК 633.161:632.938.1

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-86-90

ВЫЯВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ УСТОЙЧИВОСТИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ К ЛИСТОВЫМ БОЛЕЗНЯМ И КАМЕННОЙ ГОЛОВНЕ

Н. В. Шишкин, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, nik.shishkin.1961@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3863-0297;

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

Е. С. Дорошенко, младший научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, katyalevchenko1@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6015-5616;

О. С. Кононенко, агроном лаборатории иммунитета и защиты растений, olapavlenko3008@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7012-6440

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

Устойчивость растений ярового ячменя к поражению болезнями позволяет сократить потери растениеводческой продукции и количество используемых средств защиты растений, а соответственно, материальные затраты на производство его возделывания. Одной из важнейших задач и условий селекции является расширение генетического разнообразия источников устойчивости к неблагоприятным условиям окружающей среды и создание сортов, отличающихся выносливостью к воздействию патогенов. На территории Ростовской области наиболее вредоносны и экономически значимы такие болезни ярового ячменя, как гельминтоспориозные пятнистости и каменная головня. Цель исследований – выделить сорта ярового ячменя, устойчивые к гельминтоспориозу и каменной головне. Представлены трехлетние результаты по оценке отечественных и зарубежных сортов ярового ячменя на устойчивость к листовым болезням и каменной головне. Изучалось 117 отечественных и зарубежных сортов. Иммунологические свойства сортов ярового ячменя изучали в полевом инфекционном питомнике. Заспoreние семян проводили по методу С. Димитрова с использованием питательной среды. Посев инокулированных семян проводили в конце оптимальных сроков. Учет проводили по количеству пораженных стеблей. Закладку инфекционного питомника по гельминтоспориозу проводили согласно методическим пособиям (2008). На основании проведенных исследований, по иммунологической оценке, сорта были распределены на различные группы устойчивости к изучаемым патогенам. Наибольшую селекционную ценность представляют генотипы, обладающие высокими иммунологическими качествами к комплексу патогенов. Выделены источники устойчивости к двум патогенам. Это сорта Ратник, Зерноградский 73, Азов, Кумир, Эльф, Тан 1, Зерноградский 35, Виконт (Россия), Гетьман, Одесский 22 (Украина), Viking (Швеция). Выявленные источники устойчивости ярового ячменя к каменной головне и пятнистостям рекомендуются к использованию в селекционных программах на иммунитет.

Ключевые слова: яровой ячмень, сорт, балл, устойчивость, поражение, каменная головня, пятнистости.

Для цитирования: Шишкин Н. В., Дерова Т. Г., Дорошенко Е. С., Кононенко О. С. Выявление источников устойчивости ярового ячменя к листовым болезням и каменной головне // Зерновое хозяйство России. 2020. № 5(71). С. 86–90. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-86-90.



IDENTIFICATION OF THE SOURCES OF SPRING BARLEY RESISTANCE TO LEAF DISEASES AND SMUT

N. V. Shishkin, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for plant immunity and protection, nik.shishkin.1961@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3863-0297;

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

E. S. Doroshenko, junior researcher of the laboratory for plant immunity and protection, katyalevchenko1@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6015-5616;

O. S. Kononenko, agronomist of the laboratory for plant immunity and protection, olapavlenko3008@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7012-6440

Agricultural Research Center "Donskoy",

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

Spring barley resistance to diseases can reduce yield losses and amount of the applied plant protection products, and, accordingly, the costs for its cultivation. One of the most important tasks and conditions of the breeding process is the expansion of the genetic diversity of sources of resistance to unfavorable environmental conditions and the development of the varieties that possess resistance to pathogens. On the territory of the Rostov region, the most harmful and economically significant diseases of spring barley are helminth-spore spots and stone smut. The purpose of the current study was to identify the spring barley varieties resistant to helminth-spore spots and smut. There have been presented the 3-year results on assessment of the domestic and foreign spring barley varieties for resistance to leaf diseases and smut. There have been studied 117 domestic and foreign varieties. The immunological properties of the spring barley varieties were studied in a field infectious nursery. The seed infection with spores was carried out by

the S. Dimitrov's method using a nutrient environment. Sowing of the inoculated seeds was carried out at the end of the optimal terms. The analysis was carried out according to the number of infected stems. The infectious nursery with helminth-sporiosis was set up according to the Methodological recommendations (2008). On the basis of the current study, according to the immunological assessment, the varieties were divided into different groups of resistance to the studied pathogens. The genotypes with high immunological resistance degree to the complex of pathogens are of the greatest breeding value. There have been identified the sources of resistance to two pathogens. These are the varieties 'Ratnik', 'Zernogradsky 73', 'Azov', 'Kumir', 'Elf', 'Tan 1', 'Zernogradsky 35', 'Vikont' (Russia), 'Getman', 'Odessa 22' (Ukraine), 'Viking' (Sweden). The identified sources of spring barley resistance to smut and spot diseases have been recommended for use in breeding programs for immunity.

Keywords: spring barley, variety, score/point, resistance, infection, smut, spot.

Введение. Яровой ячмень является одной из ведущих сельскохозяйственных культур. Сравнительно высокая урожайность, скороспелость, меньшая требовательность к условиям выращивания, а также разностороннее использование определяют большое народнохозяйственное значение ячменя.

Мировые площади под ячменем составляют около 54 млн га. По данным Росстата, на 2019 г. площадь под яровым ячменем в России составила 8171,59 тыс. га, в Ростовской области – 315,12 тыс. га. По валовому сбору ячмень в РФ значительно превышает другие зернофуражные культуры (Филиппов и Алабушев, 2014).

С увеличением доли зерновых культур в севообороте важным фактором, ограничивающим реализацию потенциала продуктивности сортов ячменя, становятся болезни растений. В Ростовской области ячмень в полевых условиях в основном поражается следующими заболеваниями: мучнистая роса (возбудитель – гриб *Erysiphe graminis* f. *hordei*); гельминтоспориозные пятнистости – сетчатая (возбудитель – гриб *Drechslera teres*) и темно-бурая (возбудитель – гриб *Bipolaris sorokiniana*); карликовая ржавчина (возбудитель – гриб *Puccinia hordei* G. H. Otth.); головневые – каменная головня (возбудитель – *Ustilago hordei* (Pers.)) и пыльная головня (возбудитель – гриб *Ustilago nuda* (Jens)). Несмотря на то, что все они достаточно хорошо изучены и разработаны меры борьбы с ними, ежегодные потери зерна от указанных болезней все еще велики (Филиппов и Алабушев, 2014). Поэтому одним из важных резервов повышения урожайности ярового ячменя является защита от болезней, особенно от гельминтоспориоза и каменной головни.

Вредоносность болезней состоит не только в прямых потерях урожая из-за сниженного фотосинтеза растений, но и в снижении качества зерна, делающим его непригодным в пищевой, пивоваренной промышленности и в кормопроизводстве (Дорошенко и др., 2016). Использование устойчивых сортов в производстве, помимо экономической выгоды за счет снижения потерь и повышения гарантии получения высоких урожаев, позволит подавить численность популяций болезней, снизить расход фунгицидов.

Одним из перспективных и эффективных методов борьбы с патогенами является создание и возделывание устойчивых к болезни сортов ярового ячменя. Основным источником материала для селекционной работы на устойчивость к болезням служит мировая коллекция

ВИР, содержащая богатейшее разнообразие сортов зарубежной и российской селекции.

Цель настоящей работы – выделить сорта ярового ячменя – источники устойчивости к гельминтоспориозу и каменной головне для включения их в селекционные программы на иммунитет.

Материалы и методы исследований.

Исследования проводились на полевом участке лаборатории иммунитета и защиты растений ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2018–2020 гг. Объектом изучения были коллекционные образцы из зарубежных стран Европы, коммерческие сорта ярового ячменя из различных регионов России в количестве 117 образцов, в том числе: из России – 65 сортов; Германии – 11; Украины – 15; Франции – 9; Белоруссии – 3; Чехии – 5; Голландии – 2; США – 1; Швеции – 1; Канады – 2; Сирии – 2 и Латвии – 1. В питомнике гельминтоспориозных пятнистостей образцы ярового ячменя высевали двухрядковыми деланками длиной 1 м в ярусе длиной 15 м. Площадь деланок составила 0,7 м² в одной повторности с высевом через каждые двадцать номеров восприимчивого сорта. Для создания провокационного фона патогена питомник обсеивался восприимчивыми сортами. В период кушения ячменя по питомнику равномерно разбрасывались пораженные листья для инокуляции растений. Учеты развития пятнистостей листьев ячменя проводили в динамике (2–3 раза), начиная с фазы выхода в трубку растений до молочно-восковой спелости, по следующей шкале в баллах (Методическое пособие, 2008):

- 0 – признаки поражения отсутствуют;
- 1 – единичные пятна на нижних листьях;
- 2 – поражено более 50% листовой поверхности нижних листьев и единичные пятна на листьях 2-го яруса;
- 3 – нижние листья отмирают, поражено более 50% поверхности листьев 2-го яруса и единичные пятна на верхних листьях;
- 4 – нижние листья отмирают, листовая поверхность всех ярусов поражена более чем на 50%.

Заражение семян испытуемых образцов каменной головней проводили по методу С. Димитрова (1968) с использованием жидкой питательной среды, содержащей 6%-й раствор пивного сула, 0,2% агар-агара и 1% декстрина, разработанной в ВИР (Радченко, 2008). Изучаемые образцы семян ячменя помещают в пробирки, установленные в штативы, по 100 зерен в 2 повторностях. Заливали в про-

бирки подготовленную смесь головневых спор и питательной среды, выдерживали в течение 15 минут, энергично встряхивали через каждые 5 минут пробирки.

Высев заспоренных каменной головней образцов проводили в конце оптимальных сроков двухрядковыми деланками длиной 1 м. При тестировании сортов определяли количество больных и здоровых растений. При иммунологической характеристике сорта использовали максимальный показатель из полученных данных.

Классификацию устойчивости изученного материала ячменя проводили по следующей шкале (Методическое пособие, 2008):

0 – высокая устойчивость, поражение отсутствует;

1 – практическая устойчивость, поражение не выше 5%;

2 – слабая восприимчивость, поражение не превышает 20%;

3 – средняя восприимчивость, поражение не превышает 40%;

4 – сильная восприимчивость, поражение более 40%.

Условия проведения опытов. Ростовская область расположена в засушливой степной зоне с преобладанием черноземов. Климатические условия в зоне проведения ис-

следований характеризуются крайне неравномерным распределением осадков как по годам, так и в течение года, а также резкими колебаниями температуры и низкой влажностью воздуха.

Установившаяся в апреле, мае и июне 2018–2019 гг. длительная почвенно-воздушная засуха сдерживала развитие пятнистостей и заражение ячменя каменной головней.

Для всходов ячменя в 2020 г. сложились оптимальные условия как для заражения проростков каменной головни, так и для распространения листовых пятнистостей. Высокая влажность почвы (прошли обильные осадки перед посевом и после) и оптимальные температуры воздуха и почвы способствовали получению дружных всходов и заражению патогенами. Восприимчивые сорта в 2020 г. были поражены до 3–3,5 балла (60–80%).

Результаты и их обсуждение. По результатам трехлетнего изучения сорта были условно распределены по максимальному поражению за любой год в определенные классы устойчивости, согласно приведенной выше шкале. Так, устойчивых сортов с поражением до 1 балла выявлено 56 сортов (48%), слабовосприимчивых до 2 баллов – 48 сортов (41%), средневосприимчивых до 3 баллов – 12 сортов (10%), к сильно восприимчивому до 4 баллов отнесен один сорт – Норд 07 111 (табл. 1).

1. Распределение сортов ярового ячменя по устойчивости к гельминтоспориозным пятнистостям. Искусственное заражение (2018–2020 гг.)
1. Distribution of the spring barley varieties by resistance to helminth-spore spots. Artificial infection (2018–2020)

Происхождение	Общее число сортов	Количество, шт.			
		Устойчивых	Слабовосприимчивых	Средневосприимчивых	Восприимчивых
Россия	65	33	28	4	–
Германия	11	1	6	3	1
Франция	9	3	3	3	–
Чехия	5	4	1	–	–
Украина	15	9	5	1	–
Голландия	2	1	–	1	–
США	1	1	–	–	–
Швеция	1	1	–	–	–
Беларусь	3	1	2	–	–
Сирия	2	–	2	–	–
Латвия	1	–	1	–	–
Канада	2	2	–	–	–

Российские сорта по трехлетним данным отнесены к устойчивыми и слабовосприимчивым с поражением гельминтоспориозом до 2 баллов. К этим сортам относятся: Новик, Щедрый, Грис, Федос, Ратник, Маруся, Зерноградский 385, Рубикон, Дивный, Камышенский 23 и др.

Среди зарубежных сортов слабую восприимчивость в годы исследований проявили сорта: Гетьман, Вакула, Эней, Одесский 22 (Украина), Аскольд (Беларусь), KWS-10-206, Odin (Германия), Astoria, Athos (Франция).

Наибольший интерес представляют сорта ярового ячменя, проявившие устойчивость

к возбудителю каменной головни в различные по погодно-климатическим условиям годы. Эти сорта, используя свои защитные механизмы, стабильно проявляют высокую устойчивость в условиях искусственного заражения патогенам. Для этих сортов характерно либо отсутствие поражения в отдельные годы, либо очень низкий процент пораженных растений, не превышающих 5%. Такие сорта выявлены как среди отечественных сортов, так и среди иностранных.

2. Распределение сортов ярового ячменя по устойчивости к каменной головне.

Искусственное заражение (2018–2020 гг.)

2. Distribution of the spring barley varieties by resistance to smut.
Artificial infection (2018–2020)

Сорт, линия	Происхождение	Поражение каменной головней, %			Сорт	Происхождение	Поражение каменной головней, %		
		2016	2017	2018			2016	2017	2018
Добрыня 3, восприимчивый тест-сорт	20,6	53,4	71,8	Explorer 1	Франция	1,3	0	4,3	
Кордон	Россия	0	0,5	1,0	Explorer 8	Франция	0	0	3,7
Эспада	Россия	0	0	0,9	Trasco	Германия	0	0,5	3,0
Роман	Россия	1,7	0	3,2	Rocsa	Германия	0	0	1,0
Премьер	Россия	2,7	4,0	5,0	Уши	Германия	2,8	1,6	3,0
Самсон	Россия	3,9	2,0	3,9	Blanka	Германия	3,2	0	4,1
Жаворонок	Россия	3,4	4,4	4,8	Nixe	Германия	0	1,0	2,1
Мастер	Россия	4,2	1,9	5,0	Tiffani	Германия	4,1	0	3,1
Параллелум 1910	Россия	0	0,7	3,1	Willis	Германия	3,9	1,6	4,6
Паллидум 1915	Россия	3,3	1,0	1,0	Окал	Чехия	4,7	0	3,2
Паллидум 1916	Россия	3,3	1,1	1,2	Метелица	Украина	1,5	1,0	1,1
Паллидум 1925	Россия	2,4	1,0	3,6	Тату	Швейцария	1,9	0	3,7
18513 ЕН 11	Франция	0	0	0	Хоббит	Швейцария	1,9	2,6	4,3

Среди российских образцов выделено устойчивых ряд сортов, которые рекомендуются для селекции на иммунитет к каменной головне. Лучшими из них были сорта: Приазовский 9, Сокол, Грис, Формат, Тимофей, Маруся, Нутанс 642, Азов, Тонус, Виконт и другие, у которых степень поражения за годы исследований составила 0–10%.

Практически все сорта из Германии (KWS-11-228, KWS-10-206, KWS-12-213, CW-715 205, CW-102 236), три сорта из Франции (Annabel, Danuta, Scarlett), а также многие сорта из других стран показали высокую устойчивость к патогену. Наибольшее поражение (42,3%) показал сорт Пионер (Франция).

Наибольшую селекционную ценность среди ярового ячменя представляют генотипы, обладающие высокими иммунологическими качествами к комплексу патогенов. В результате проведенных исследований, нами выде-

лены источники устойчивости к двум патогенам. Это сорта Ратник, Зерноградский 73, Азов, Кумир, Эльф, Тан 1, Зерноградский 35, Виконт (Россия), Гетьман, Одесский 22 (Украина), Viking (Швеция), Ditta (Чехия).

Все выделенные устойчивые сорта ярового ячменя достоверно могут пополнить запас источников устойчивости к гельминтоспориозу и каменной головне.

Выводы. В результате проведенных исследований выделено 104 сорта, которые устойчивы к листовым пятнистостям, 108 сортов – к заражению каменной головней и ряд сортов со стабильной отрицательной реакцией на заражение двумя патогенами. Источники устойчивости ярового ячменя к изучаемым грибным болезням позволят расширить перечень сортов в качестве исходного материала, который целесообразно широко вовлекать в селекционные программы в данной зоне.

Библиографические ссылки

1. Дорошенко Е. С., Костылев П. И., Шишкин Н. В. Скрининг селекционного и коллекционного материала озимого и ярового ячменя по устойчивости к мучнистой росе и гельминтоспориозным пятнистостям // Окружающая среда и человек. Современные проблемы генетики, селекции и биотехнологии: сб. мат. междунар. науч. конференции и молодежной науч. конференции. 2016. С. 424–426.
2. Филиппов Е. Г., Алабушев А. В. Селекция ярового ячменя. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2014. 208 с.
3. Димитров С. А. Физиологични раси при покритата по ечемика – *Ustilago hordei* (Pers.) Jagerh в България // Растен науки. 1968. Рр. 48–61.

References

1. Doroshenko E. S., Kostylev P. I., Shishkin N. V. Screening selection and collection winter and spring barley material for resistance to powdery mildew and helminth-spore spots // Okruzhayushchaya sreda i chelovek. Sovremennye problemy genetiki, selekcii i biotekhnologii: sb. mat. mezhdunar. nauch. konferencii i molodezhnoj nauch. konferencii. 2016. S. 424–426.
2. Filippov E. G., Alabushev A. V. Selekcija yarovogo yachmenya [Spring barley breeding]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2014. 208 s.
3. Димитров С. А. Физиологични раси при покритата по ечемика – *Ustilago hordei* (Pers.) Jagerh в България // Растен науки. 1968. Рр. 48–61.

Поступила: 14.09.20; принята к публикации: 24.09.20.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Шишкин Н. В., Дерова Т. Г. – концептуализация исследования; Дорошенко Е. С. – подготовка опыта; Шишкин Н. В., Дерова Т. Г., Дорошенко Е. С., Кононенко О. С. – выполнение полевых/лабораторных опытов и сбор данных; Шишкин Н. В. – анализ данных и их интерпретация; Дерова Т. Г., Кононенко О. С. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.