

ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ 2(74)2021

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

GRAIN ECONOMY OF RUSSIA

THEORETICAL AND SCIENCE PRACTICAL JOURNAL

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

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

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Баталова Г. А. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого (Киров, Россия);
Беспалова Л. А. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко» (Краснодар, Россия);
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 «ВИЗР» (Санкт-Петербург, 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 Science Editors and Publishers

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

EDITORIAL COUNCIL:

Batalova G. A., Federal Agricultural Research Center of the East named N. V. Rudnitsky – Dr. Sci. (Agriculture), academician of RAS (Kirov, Russia);
Bespalova L. A., "P. P. Lukyanenko National Center of Grain" – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Krasnodar, Russia);
Vislobokova L. N., Tambov branch of the "Russian Agricultural Center" – Cand. Sci. (Agriculture) (Tambov, Russia);
Gontcharenko A. A., Federal Research Center "Nemchinovka" – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Odintsovo, Russia);
Zezin N. N., Uralsky Research Institute of Agriculture – Dr. Sci. (Agriculture) (Ekaterinburg, Russia);
Lukomets V. M., Federal Scientific Center "V. S. Pustovoi All-Russian Research Institute of Oil crops" – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Krasnodar, Russia);
Medvedev A. M., Federal Research Center "Nemchinovka" – Dr. Sci. (Agriculture), corresponding member of RAS (Odintsovo, Russia);
Dolzhenko V. I., All-Russian Research Institute of Plant Protection – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (St. Petersburg, Russia);
Volkova G. V., All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection – Dr. Sci. (Biology) (Krasnodar, Russia);
Podkolzin A. I., Stavropolsky 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 (Persianovsky, Russia);
Ivanisov M. M. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);
Kovalev V. S. – Dr. Sci. (Agriculture), professor, FRC of rice (Krasnodar, Russia);
Kovtunov V. V. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);
Kostylev P. I. – Dr. Sci. (Agriculture), professor, FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);
Kravchenko N. S. – Cand. Sci. (Biology), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);
Krivosheev G. Ya. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);
Marchenko D. M. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);
Metlina G. V. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);
Samofalov A. P. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia).

Свидетельство ПИ № ФС 77-38503 от 18 декабря 2009 г. Зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Журнал включен в Перечень ВАК Минобразования России ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук (группа научных специальностей 06.01.00 – агрономия). Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,602 (2019). Журнал входит в базу данных Russian Science Citation Index на платформе Web of Science (ядро РИНЦ). Журнал входит в международную базу данных DOAJ.

Перевод на английский язык – Скуйбеда О. Н.

Периодичность издания – 6 номеров. Подписано в печать 20.04.2021.

Дата выхода 28.04.2021. Формат 60x84/8. Тираж 300. Заказ № 0000-00.

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

ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ

Содержание

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

- Романюкин А. Е., Ковтунов В. В., Ковтунова Н. А., Шишова Е. А. Исходный материал для создания сортов и гибридов сорго сахарного 3
- Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Донцов Д. П., Брагин Р. Н. Новый раннеспелый сорт ярового ячменя Федос 11
- Некрасова О. А., Кравченко Н. С., Игнатьева Н. Г., Скрипка О. В., Громова С. Н. Содержание белка и клейковины в зерне сортов озимой мягкой пшеницы в зависимости от предшественника 17
- Игнатьев А. С. Оценка новых самоопыленных линий и гибридов восковидной кукурузы (*Zea mays l. Ceratina*) 22
- Перченко Н. А., Сергеева О. Н. Испытания ультраскороспелых гибридов кукурузы французской селекции для производства зерна в условиях Томской области 27
- Иванисов М. М., Марченко Д. М., Некрасов Е. И., Рыбась И. А., Романюкина И. В., Кравченко Н. С. Новый раннеспелый сорт озимой мягкой пшеницы – Жаворонок 34
- Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н., Скулова М. В., Чегунова А. В. Кластерный анализ коллекционного материала гороха с генами усатого типа листа (*af*) и неосыпаемости семян (*def*) 40
- Костылев П. И., Краснова Е. В., Аксенов А. В. Характеристика угандийских сортов риса, выращенных в Ростовской области 45
- Черткова Н. Г., Фирсова Т. И., Скворцова Ю. Г., Филенко Г. А., Рябов Р. О. Использование комплексных удобрений в семеноводстве на сортах озимой пшеницы 52

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

- Артемьева Е. А., Захарова М. Н., Рожкова Л. В. Эффективность гербицидов для борьбы с метлицей обыкновенной в посевах озимой пшеницы в условиях Рязанской области 58
- Каменева А. С., ИONOва Е. В., Марченко Д. М., Иличкина Н. П., Некрасова О. А. Изучение коллекционных образцов озимой твердой пшеницы по качеству зерна в условиях Ростовской области 62
- Шаболкина Е. Н., Шевченко С. Н., Анисимкина Н. В. Индекс деформации (ИДК), определяемый в зерне, как критерий качества клейковины пшеницы 69
- Юсова О. А., Николаев П. Н. Изменение урожайности и качества зерна ячменя ярового с повышением адаптивности сортов 75
- Васильченко С. А., Метлина Г. В., Ашиев А. Р., Кравченко Н. С. Экономическая и энергетическая оценка влияния норм высевы ярового гороха в условиях южной зоны Ростовской области 81
- Энзекрей Е. С., Щуклина О. А., Завгородний С. В. Влияние метеорологических условий и азотных удобрений на биологическую урожайность яровой тритикале сорта Тимирязевская 42 88

GRAIN ECONOMY OF RUSSIA

Contents

PLANT-BREEDING AND SEED PRODUCTION OF AGRICULTURAL CROPS

- Romanyukin A. E., Kovtunov V. V., Kovtunova N. A., Shishova E. A. Initial material for the development of sweet sorghum varieties and hybrids 3
- Filippov E. G., Dontsova A. A., Dontsov D. P., Bragin R. N. The new early maturing spring barley variety 'Fedos' 11
- Nekrasova O. A., Kravchenko N. S., Ignatieva N. G., Skripka O. V., Gromova S. N. Protein and gluten content in grain of the winter bread wheat varieties, depending on the forecrop 17
- Ignatiev A. S. The estimation of the new self-pollinated waxy maize lines and hybrids (*Zea mays l. Ceratina*) 22
- Perchenko N. A., Sergeeva O. N. Testing of the ultra-early maturing maize hybrids of French breeding for grain production in the Tomsk region 27
- Ivanisov M. M., Marchenko D. M., Nekrasov E. I., Rubas' I. A., Romanyukina I. V., Kravchenko N. S. The new early-maturing winter bread wheat variety 'Zavoronok' 34
- Ashiev A. R., Khabibullin K. N., Skulova M. V., Chegunova A. V. Cluster analysis of collection material of peas with genes of leafletless type (*af*) and non-shedding seeds (*def*) 40
- Kostylev P. I., Krasnova E. V., Aksenov A. V. Characteristics of the Ugandan rice varieties grown in the Rostov region 45
- Chertkova N. G., Firsova T. I., Skvortsova Yu. G., Filenko G. A., Ryabov R. O. The use of complex fertilizers in seed production of winter wheat varieties 52

GENERAL AGRICULTURE AND PLANT-BREEDING

- Artemieva E. A., Zakharova M. N., Rozhkova L. V. The effectiveness of herbicides for combating bread windgrass on winter wheat in the Ryazan region 58
- Kameneva A. S., Ionova E. V., Marchenko D. M., Ilichkina N. P., Nekrasova O. A. The study of collection durum winter wheat samples according to grain quality in the Rostov region 62
- Shabolkina E. N., Shevchenko S. N., Anisimkina N. V. Deformation index (GDI) in grain as a criterion for wheat gluten quality 69
- Yusova O. A., Nikolaev P. N. The change of productivity and quality of spring barley grain with the improvement of the varieties' adaptability 75
- Vasilchenko S. A., Metlina G. V., Ashiev A. R., Kravchenko N. S. Economic and energy estimation of the effect of seeding rates of spring peas in the south of the Rostov region 81
- Enzekrey E. S., Shchuklina O. A., Zavgorodny S. V. The effect of meteorological conditions and nitrogen fertilizers on biological productivity of the spring triticale variety 'Timiryazevskaya 42' 88

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

УДК 633.62:631.52

DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-3-10

ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СОРТОВ И ГИБРИДОВ СОРГО САХАРНОГО

А. Е. Романюкин, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового, ORCID ID: 0000-0003-4349-8489;

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

Н. А. Ковтунова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового, n-beseda@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0409-5855;

Е. А. Шишова, техник-исследователь лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового, e-mail: shischovae@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-7406-6622

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

Сорго сахарное в ряде сельскохозяйственных регионов страны является альтернативной кормовой культурой. Оно широко используется для производства зеленой массы, сена, сенажа, травяной муки, то есть дает необходимый комплекс кормов для выращивания сельскохозяйственных животных и птицы. Исследования проводили в период с 2018 по 2019 годы на опытном участке научного севооборота ФГБНУ «АНЦ «Донской», расположенном в южной зоне Ростовской области. Почва опытного участка представлена обыкновенным карбонатным черноземом. В качестве объекта исследований использовано 210 коллекционных образцов сорго сахарного. Коллекционные образцы по фазе периода «всходы-полная спелость» варьировали от 80 до 127 дней. К раннеспелой группе (достигшим полной спелости за 80–101 день) относится 61,4% (129 шт.) изученных образцов коллекции сахарного сорго. В качестве источников раннеспелости выделены образцы K-1437/2, K-1502/1, Сахарное 7, K-1809, Момент, Сахара, Simon с продолжительностью вегетационного периода 82–86 дней. По содержанию сахаров в соке стеблей коллекционные образцы варьировали от 5 до 22%. Высокое (15,1–19,0%) и очень высокое (более 19,1%) содержание сахаров отмечено у 28,1% (59 шт.) и 5,7% (12 шт.) образцов соответственно. Источниками высокой сахаристости являются образцы K-2027/2, Оранжевое улучшенное 01, K-153, K-1373, Simon, Szeegedibanne со значениями 21–22%. К источникам высокой облиственности отнесены образцы Бизон, Зубр, Мамонт, K-668/2, SPV-441, Sacca line, имеющие 14–18 листьев; высокой площади листовой поверхности – OC-20, Зерноградское 1УК, Ярик, Мамонт, Leoti Red, Sacca line, превысившие стандарт на 102–159 см².

Ключевые слова: сорго сахарное, вегетационный период, содержание сахаров, площадь листа, сорт, гибрид.

Для цитирования: Романюкин А. Е., Ковтунов В. В., Ковтунова Н. А., Шишова Е. А. Исходный материал для создания сортов и гибридов сорго сахарного // Зерновое хозяйство России. 2021. № 2(74). С. 3–10. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-3-10.



INITIAL MATERIAL FOR THE DEVELOPMENT OF SWEET SORGHUM VARIETIES AND HYBRIDS

A. E. Romanyukin, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for forage sorghum breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-4349-8489;

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

N. A. Kovtunova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for forage sorghum breeding and seed production, n-beseda@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0409-5855;

E. A. Shishova, research technician of the laboratory for forage sorghum breeding and seed production, shischovae@yandex.ru ORCID ID: 0000-0002-7406-6622

Agricultural Research Center "Donskoy",

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

Sweet sorghum is an alternative forage crop in some agricultural regions of the country. It is widely used for the production of green mass, hay, haylage, grass chop, i.e. it provides the necessary complex of feed for raising farm animals and poultry. The current study was carried out in the period from 2018 to 2019 on the experimental plot of the FSBSI ARC "Donskoy" located in the southern part of the Rostov region. The soil of the experimental plot was ordinary carbonate blackearth (chernozem). The objects of study were 210 collection samples of sweet sorghum. The period 'sprouts – full maturity' of the collection samples varied from 80 to 127 days. The early ripening group (which reached full maturity in 80–101 days) included 61.4% (129 pcs) of the studied sweet sorghum samples. The samples 'K-1437/2', 'K-1502/1', 'Sakharnoe 7', 'K-1809', 'Moment', 'Sahara', 'Simon' with 82–86 days of vegetation period were

identified as the sources of early maturity. According to sugar content in stem sap, the collection samples varied from 5 to 22%. There was identified high (15.1–19.0%) sugar content in 28.1% (59 pcs) of the sorghum samples and very high (more than 19.1%) sugar content in 5.7% (12 pcs) of the sorghum samples. The samples 'K-2027/2', 'Orangevoe uluchshennoe 01', 'K-153', 'K-1373', 'Simon', 'Szeegedibanne' were identified as the samples with high sugar content (21–22%). The samples 'Bizon', 'Zubr', 'Mamont', 'K-668/2', 'SPV-441', 'Sacca line', which had 14–18 leaves, were identified as the sources of high foliage. The samples 'OS-20', 'Zernogradskoe 1UK', 'Yarik', 'Mamont', 'Leoti Red', 'Sacca line' were identified according to high leaf area, exceeding that of the standard variety by 102–159 cm².

Keywords: sweet sorghum, vegetation period, sugar content, leaf area, variety, hybrid.

Введение. Современная селекция сахарного сорго для условий засушливых регионов Российской Федерации направлена на создание нового исходного материала: скороспелых, высокопродуктивных самоопыленных линий и сортов с ценными морфологическими признаками и биологическими свойствами растений.

Сорго сахарное в ряде сельскохозяйственных регионов страны становится альтернативной кормовой культурой. В наши дни сорго широко используется для производства зеленой массы, сена, сенажа, травяной муки, то есть дает необходимый комплекс кормов для выращивания сельскохозяйственных животных и птицы.

Одним из основных направлений в селекции сорго сахарного, является повышение урожайности зеленой массы, а также увеличение содержания сахаров в соке стеблей и протеина в зеленой массе.

Цель исследований – комплексная оценка коллекционного материала сорго сахарного для создания и выделения новых высокоурожайных сортов и гибридов, устойчивых к различным стресс-факторам.

Материалы и методы исследований.

Для комплексной оценки и определения селекционной ценности коллекционных образцов

сорго сахарного были использованы генотипы различного эколого-географического происхождения. Коллекционный питомник включал 210 образцов отечественной и зарубежной селекции.

Исследования проводили в период с 2018 по 2019 годы на опытном участке научного севооборота ФГБНУ «АНЦ «Донской», расположенном в южной зоне Ростовской области. Почвы опытного участка представлены обыкновенным карбонатным черноземом.

Исследования проводили в соответствии с Методикой государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1989), Методикой полевого опыта Б. А. Доспехова (2014) и Методическому указанию по изучению коллекционных образцов кукурузы, сорго и крупяных культур (1968). В коллекционном питомнике сорго сахарного через 10 номеров размещали стандарт Зерноградский янтарь.

Результаты и их обсуждение. Коллекция сорго сахарного представлена 210 образцами из 22 стран мира (Россия, США, Австралия, Украина, Бразилия и др.) (рис. 1). В изучении коллекции основными направлениями являются раннеспелость, продуктивность и ее слагаемые, приспособленность к механизированной уборке, содержание сахаров в соке стеблей.

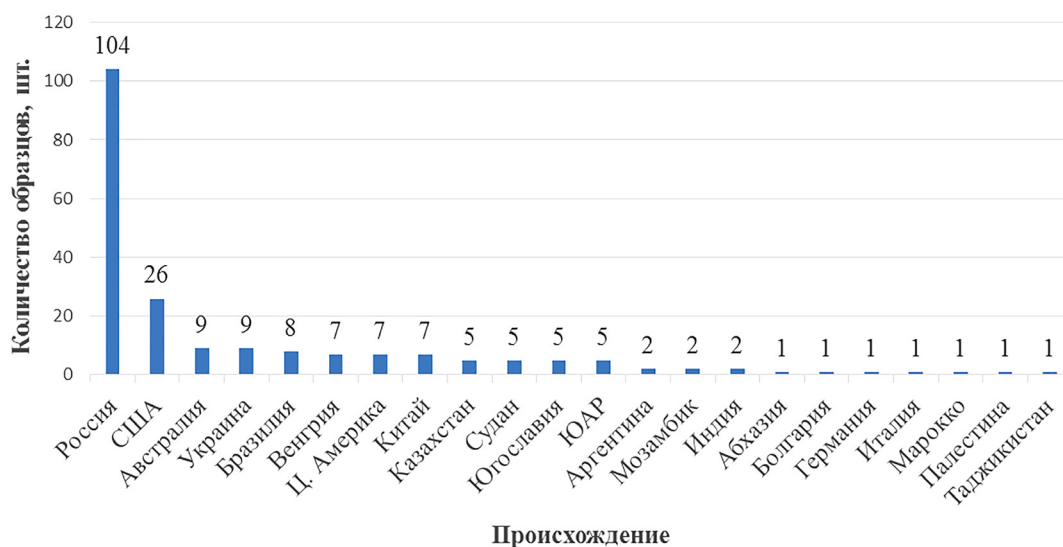


Рис. 1. Происхождение образцов коллекции (2018–2019 гг.)

Fig. 1. Origin of the collection samples (2018–2019)

Современный анализ селекции растений на скороспелость показывает, что существует много сложностей в решении поставлен-

ных вопросов (Кривошеев и др., 2019). Одной из причин является то, что признак позднеспелости положительно коррелирует с урожай-

ностью ($r = 0,46 \pm 0,04$) (Алабушев и др., 2017). Повышения урожайности гораздо легче достичь за счет удлинения вегетационного периода, чем за счет других факторов.

Основная задача селекции состоит в создании сорта, который способен совмещать скороспелость и высокую урожайность (Ашиев и др., 2018; Костылев и др., 2018).

Коллекционные образцы по фазе периода «всходы-полная спелость» варьировали от 80 до 127 дней. К раннеспелой группе (достигшим полной спелости за 80–101 день) относится 61,4% (129 шт.) образцов всей коллекции сахарного сорго, к среднеспелой (101–120 дн.) – 38,1% (80 шт.), к позднеспелой (более 120 дн.), не вызревающей в условиях Ростовской области, – 0,5% (1 шт.) (рис. 2).

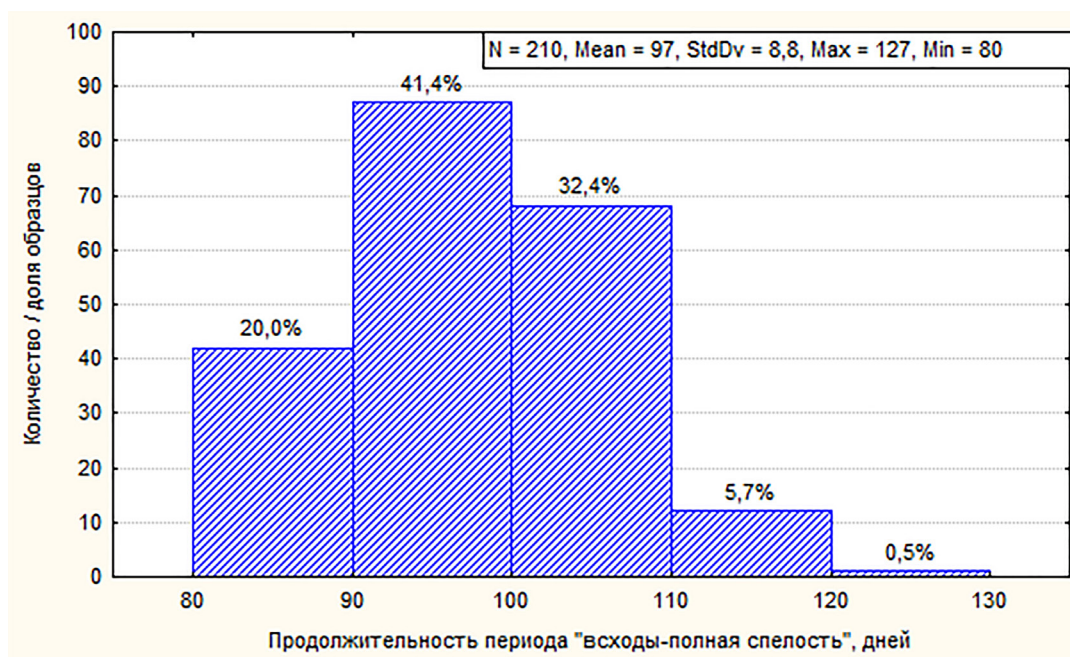


Рис. 2. Распределение образцов коллекции сорго сахарного по продолжительности вегетационного периода (2018–2019 гг.)

Fig. 2. Distribution of the samples of sweet sorghum collection according to the length of the vegetation period (2018–2019)

Для гибридизации при подборе родительских пар особое внимание надо обратить на раннеспелые образцы, у которых вегетационный период до 100 дней. В таблице 1 приведены образцы-источники по раннеспелости. Продолжительность вегетационного периода у них составляет 82–86 дней при среднем зна-

чении признака по коллекции – 97 дней, у стандарта – 99 дней. Они характеризуются различным содержанием сахаров в соке стеблей (от 8 до 21%), среднерослостью (148–193 см), площадью листовой поверхности (131–145 см²), количеством листьев (8–9 шт).

1. Характеристика источников раннеспелости сорго сахарного (2018–2019 гг.) 1. Characteristics of sources of early maturity of sweet sorghum (2018–2019)

Образец	Происхождение	Вегетационный период, дней	Содержание сахаров в соке стеблей, %	Высота главного стебля, см	Площадь листовой поверхности, см ²	Количество листьев, шт.
Зерноградский янтарь, ст.	Россия	99	13	210	150	11
K-1437/2	Австралия	82	9	182	144	8
K-1502/1	Индия	84	13	193	131	8
Сахарное 7	Россия	84	13	188	141	8
K-1809	Австралия	84	8	192	133	9
Момент	Россия	86	8	148	145	9
Simon	Казахстан	86	21	183	150	8
Сахара	Россия	86	11	150	140	8
Среднее по коллекции	–	97	13	203	177	11
S	–	8	5	35	38	2

Сорго сахарное – источник получения сиропа с высоким содержанием сахаров для приготовления ликеров, кондитерских изделий, консервов и получения биоэтанола. Поэтому селекционная работа направлена на увеличение сахаров в соке стеблей.

Так, по содержанию сахаров в соке стеблей коллекционные образцы варьировали от 5 до 22%. Высокое (15,1–19,0%) и очень высокое (более 19,1%) содержание сахаров отмечено у 59 шт. (28,1%) и 12 шт. (5,7%) образцов соответственно (рис. 3).

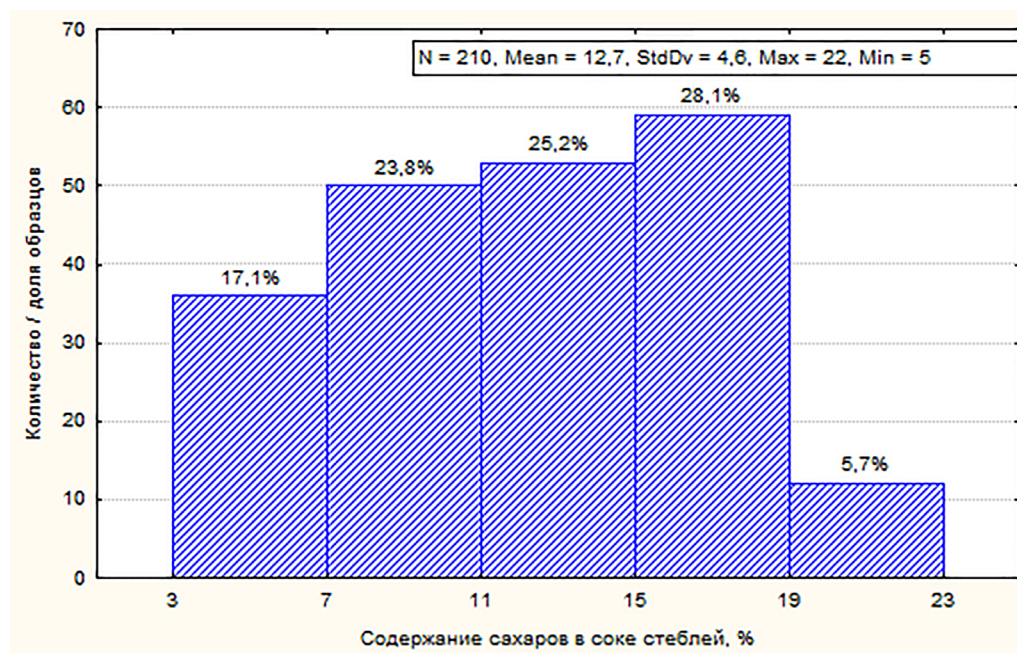


Рис. 3. Распределение образцов коллекции сорго сахарного по содержанию сахаров в соке стеблей (2018–2019 гг.)

Fig. 3. Distribution of the samples of sweet sorghum collection according to sugar content in stem sap (2018–2019)

В результате проведенных исследований выделены источники высокой сахаристости со значениями 21–22%: К-2027/2, Оранжевое улучшенное 01, К-153, К-1373, Simon, Szeegedibanne, которые являются средне- и высокорослыми (183–252 см), с продолжительностью ве-

гетационного периода от 86 до 107 дней, по показателю площади листовой поверхности на уровне или выше стандартного показателя (150–221 см²), и количеством листьев от 8 до 13 шт. (табл. 2).

2. Характеристика источников высокого содержания сахаров сорго сахарного (2018–2019 гг.) 2. Characteristics of sources of high sugar content of sweet sorghum (2018–2019)

Образец	Происхождение	Содержание сахаров в соке стеблей, %	Вегетационный период, дней	Высота главного стебля, см	Площадь листовой поверхности, см ²	Количество листьев, шт.
Зерноградский янтарь, ст.	РФ	13	99	210	150	11
К-2027/2	Мозамбик	22	102	205	170	11
Оранжевое улучшенное 01	РФ	22	103	220	165	13
К-153	США	21	103	252	221	12
К-1373	Ц. Америка	21	106	208	180	10
Simon	Казахстан	21	86	183	150	8
Szeegedibanne	Венгрия	21	107	200	160	10
Среднее по коллекции	–	13	97	203	177	11
S	–	5	8	35	38	2

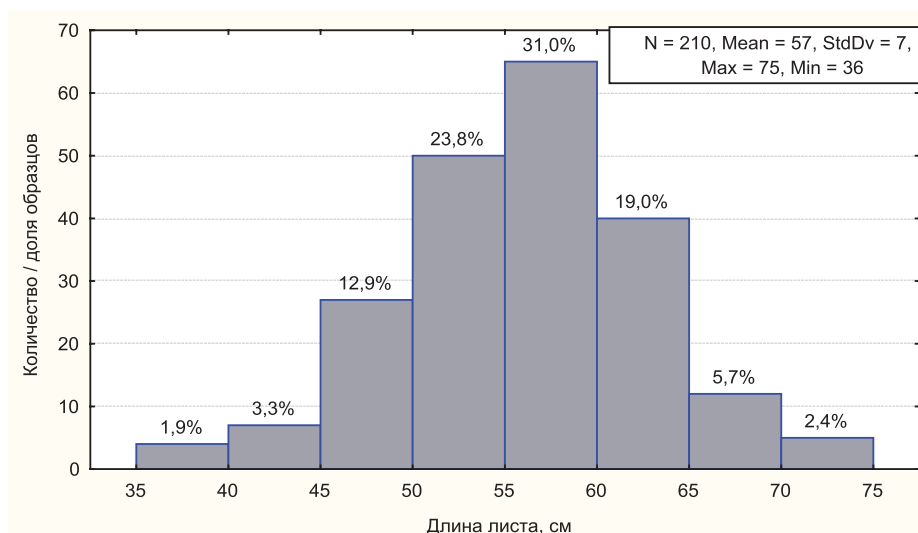
У кормовых культур большое значение имеет листовая поверхность, так как она непосредственно составляет значительную долю вырабатываемой продукции (Мещеряков и др., 2013; Алабушев и др., 2017). Морфологические

признаки сорго сахарного, такие как длина ($r = 0,48 \pm 0,01$), ширина ($r = 0,62 \pm 0,02$) и количество листьев ($r = 0,42 \pm 0,01$) имеют среднюю положительную связь с урожайностью зеленой массы, убранной на силос (Алабушев и др., 2017).

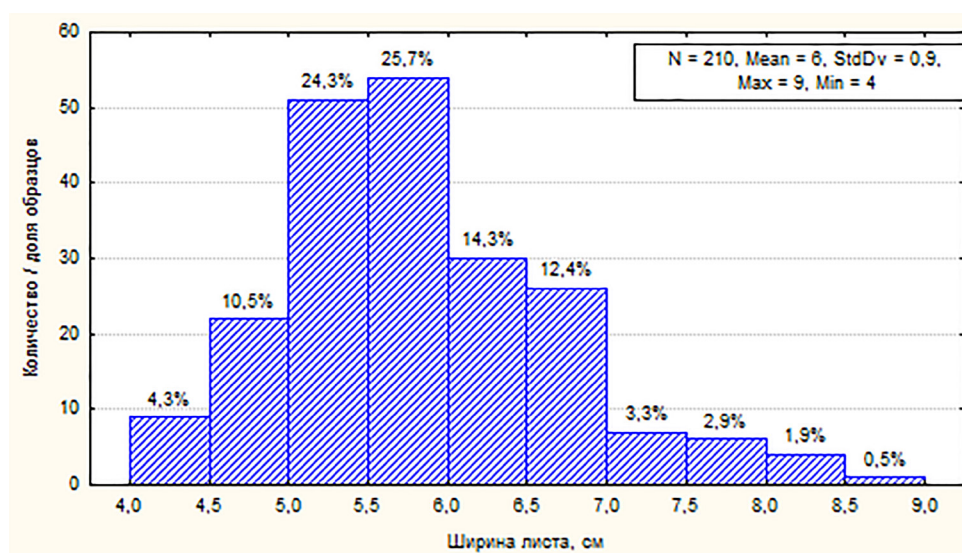
У изучаемых образцов коллекции длина листа варьировала от 36 до 75 см, ширина – от 4,0 до 9,0 см, количество листьев – от 7 до 18 шт. Наибольшая часть коллекции представлена образцами с коротким листом (45–60 см) – 142 шт.

(67,7%); по ширине листа основную долю (80%, или 168 шт.) коллекции занимали узколистные формы (5,0–7,5 см), а по количеству листьев – хорошо облиственными (более 9 листьев) формами – 148 шт. (70,5%) (рис. 4).

а)



б)



в)



Рис. 4. Распределение образцов коллекции сорго сахарного по длине листа (а); ширине листа (б); количеству листьев (в) в 2018–2019 гг.

Fig. 4. Distribution of the samples of sweet sorghum collection according to leaf length (a); leaf width (b); number of leaves (c) (2018–2019)

К источникам высокой облиственности относятся Бизон, Зубр, Мамонт, К-668/2, SPV-441, Sacca line, имеющие от 14 до 18 листьев. Эти образцы являются ранне- и среднеспелыми

(89–117 дней), с содержанием сахаров 13–15%, высокорослые (205–280 см), с площадью листовой поверхности на уровне или выше стандарта (табл. 3).

3. Характеристика источников высокой облиственности сорго сахарного (2018–2019 гг.) 3. Characteristics of sources of high foliage of sweet sorghum (2018–2019)

Образец	Происхождение	Количество листьев, шт.	Вегетационный период, дней	Содержание сахаров в соке стеблей, %	Высота главного стебля, см	Площадь листовой поверхности, см ²
Зерноградский янтарь, ст.	Россия	11	99	13	210	150
Бизон	Украина	16	105	17	280	208
Зубр	Украина	16	107	15	275	250
Мамонт	Украина	14	112	15	250	252
К-668/2	США	16	110	13	235	188
SPV-441	Казахстан	18	89	13	225	246
Sacca line	Австралия	15	117	13	204	287
Среднее по коллекции	–	11	97	13	203	177
S	–	2	8	5	35	38

Листовая поверхность является маркерным показателем высокой урожайности зеленой массы (Алабушев и др., 2017). Значительное

превышение по площади листовой поверхности над стандартом отмечено у 31,9%, или 67 образцов коллекции (рис. 5).

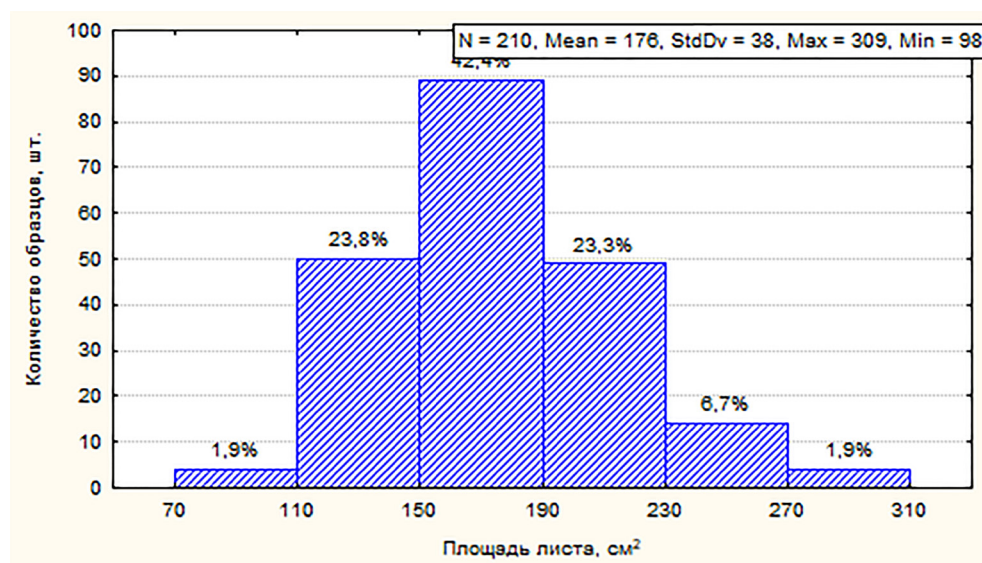


Рис. 5. Распределение образцов коллекции сорго сахарного по площади листовой поверхности (2018–2019 гг.)

Fig. 5. Distribution of the samples of sweet sorghum collection according to leaf area (2018–2019)

Выделены образцы с наибольшей площадью листовой поверхности ОС-20, Зерноград-

ское 1УК, Ярик, Мамонт, Leoti Red, Sacca line, превысившие стандарт на 102–159 см² (табл. 4).

4. Характеристика источников большой площади листа сорго сахарного (2018–2019 гг.) 4. Characteristics of sources of large leaf area of sweet sorghum (2018–2019)

Образец	Происхождение	Площадь листовой поверхности, см ²	Вегетационный период, дней	Количество листьев, шт.	Высота главного стебля, см	Содержание сахаров в соке стеблей, %
Зерноградский янтарь, ст.	Россия	150	99	11	210	13
ОС-20	Россия	309	96	8	215	17
Зерноградское 1УК	Россия	271	93	9	180	7
Ярик	Россия	270	96	9	220	9

Образец	Происхождение	Площадь листовой поверхности, см ²	Вегетационный период, дней	Количество листьев, шт.	Высота главного стебля, см	Содержание сахаров в соке стеблей, %
Мамонт	Украина	252	112	14	250	15
Leoti Red	Бразилия	294	111	12	227	17
Sacca line	Австралия	287	117	15	204	13
Среднее по коллекции	–	177	97	11	203	13
S	–	38	8	2	35	5

Эти образцы относятся к ранне- и среднеспелой группам созревания (93–117 дней), имеют содержание сахаров в соке стеблей от 7 до 17%, являются средне- и высокорослыми (180–250 см), а также средне- и хорошо облиственными (8–15 листьев на растении).

Выводы. В результате изучения коллекционных образцов сорго сахарного выделены источники ценных признаков:

– раннеспелости (К-1437/2, К-1502/1, Сахарное 7, К-1809, Момент, Сахара, Simon)

с продолжительностью вегетационного периода 82–86 дней;

– высокой сахаристости (К-2027/2, Оранжевое улучшенное 01, К-153, К-1373, Simon, Szeegedibanne) со значениями 21–22%;

– высокой облиственности (Бизон, Зубр, Мамонт, К-668/2, SPV-441, Sacca line), имеющие 14–18 листьев;

– высокой площади листовой поверхности (ОС-20, Зерноградское 1УК, Ярик, Мамонт, Leoti Red, Sacca line), превысившие стандарт на 102–159 см².

Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Ковтунова Н. А., Романюкин А. Е., Горпиниченко С. И., Ермолина Г. М. Основные факторы повышения урожайности и качества зеленой массы сорго // Успехи современного естествознания. 2017. № 6. С. 50–55.
2. Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н., Костылев П. И., Игнатъева Н. Г. Изучение генетического потенциала сортообразцов гороха разных морфотипов в условиях Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 47–52.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропроизд., 1985. 308 с.
4. 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. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-55-1-12-17.
5. Кривошеев Г. Я., Игнатъев А. С., Горбачева А. Г., Ветошкина И. А. Подбор исходного материала для различных направлений селекции кукурузы на основе многокритериальной оценки // Зерновое хозяйство России. 2019. № 3(63). С. 44–47. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-63-3-44-47.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. Москва, 1989. 194 с.
7. Мещеряков А. Г., Баширов В. Д., Жданов Р. Р. Особенности роста, развития и формирования продуктивности сорго сахарного в чистых и смешанных посевах // Известия ОГАУ. 2013. № 4(42). С. 233–237.

References

1. Alabushev A. V., Kovtunova N. A., Romanyukin A. E., Gorpichenko S. I., Ermolina G. M. Osnovnye faktory povysheniya urozhajnosti i kachestva zelenoj massy sorgo [The main factors of improvement of sorghum productivity and green mass quality] // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2017. № 6. S. 50–55.
2. Ashiev A. R., Habibullin K. N., Kostylev P. I., Ignat'eva N. G. Izuchenie geneticheskogo potenciala sortoobrazcov goroha raznykh morfotipov v usloviyah Rostovskoy oblasti [Study of the genetic potential of pea varieties of different morphotypes in the conditions of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(55). S. 47–52.
3. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Agropromizd., 1985. 308 s.
4. Kostylev P. I., Krasnova E. V., Aksenov A. V., Kostyleva L. M., Galayan A. G. Analiz elementov struktury urozhajnosti i drugih kolichestvennykh 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. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-55-1-12-17.
5. Krivosheev G. Ya., Ignat'ev A. S., Gorbacheva A. G., Vetoshkina I. A. Podbor iskhodnogo materiala dlya razlichnykh napravlenij selekcii kukuruzy na osnove mnogokriterial'noj ocenki [Selection of initial material for various areas of maize breeding based on multi-criteria assessment] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 3(63). S. 44–47. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-63-3-44-47.
6. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Methodology of the State Variety Testing of agricultural crops]. Vypusk vtoroj. Zernovye, krupyanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kul'tury. Moskva, 1989. 194 s.
7. Meshcheryakov A. G., Bashirov V. D., Zhdanov R. R. Osobennosti rosta, razvitiya i formirovaniya produktivnosti sorgo saharnogo v chistyh i smeshannykh posevakh [Features of growth, development and formation of sweet sorghum productivity in mono- and mixed sowings] // Izvestiya OGAU. 2013. № 4(42). S. 233–237.

Поступила: 7.12.20; принята к публикации: 23.12.20.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Романюкин А. Е. – выполнение полевых опытов и сбор данных, подготовка рукописи; Ковтунов В. В. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Ковтунова Н. А. – концептуализация исследований; Шишова Е. А. – выполнение полевых опытов и сбор данных.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

НОВЫЙ РАННЕСПЕЛЫЙ СОРТ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ФЕДОС

Е. Г. Филиппов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий отделом селекции и семеноводства ячменя, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

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

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

Р. Н. Брагин, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства ярового ячменя, ORCID ID: 0000-0002-4617-751X

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

В последние годы в условиях Ростовской области в весенне-летний период характерен недостаток влаги в начальный период роста растений и закладки генеративных органов, а также в период налива зерна ярового ячменя. Наибольшую продуктивность в этих условиях, по наблюдениям предыдущих лет, формируют сорта среднеранние и раннеспелые. Селекционная программа по созданию раннеспелых сортов ярового ячменя в ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» ведется на протяжении многих десятилетий. Целью исследований являлось создание нового высокоурожайного раннеспелого сорта ярового ячменя, адаптированного к засушливым почвенно-климатическим условиям юга России. В статье представлена характеристика нового раннеспелого сорта ярового ячменя Федос, адаптированного к почвенно-климатическим условиям засушливых регионов России и устойчивого к проявлению негативных стресс-факторов среды. Новый сорт характеризуется высокой урожайностью (+0,4 т/га к стандарту), крупнозерностью (масса 1000 более 47 г), достаточно высоким содержанием белка в зерне (+1,3% к стандарту). Более высокую урожайность по сравнению со стандартом новый сорт формирует за счет повышенного количества продуктивных стеблей на 1 м² (в среднем за 2018–2020 гг. больше на 12 шт.) и массы зерна с колоса (+0,2 г). Кроме того, Федос формирует крупное, хорошо выполненное зерно даже в годы с острой засухой (+5,6 г к стандарту Ратник). Новый сорт более устойчив, чем стандарт к поражению основными листовыми болезнями.

Ключевые слова: яровой ячмень, сорт, стандарт, урожайность, крупнозерность.

Для цитирования: Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Донцов Д. П., Брагин Р. Н. Новый раннеспелый сорт ярового ячменя Федос // Зерновое хозяйство России. 2021. № 2(74). С. 11–16. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-11-16.



THE NEW EARLY MATURING SPRING BARLEY VARIETY 'FEDOS'

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

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

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

R. N. Bragin, junior researcher of the laboratory for spring barley breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-4617-751X

Agricultural Research Center "Donskoy",

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

In recent years, the spring-summer period of the Rostov region is characterized with a lack of moisture supply in the initial period of plant growing and formation of generative organs, as well as in the filling period of spring barley grain. The highest productivity under these conditions, according to the study of previous years, has been formed by the middle-early and early-maturing varieties. The breeding work for the development of early-maturing spring barley varieties has been going on for many decades in the FSBSI Agricultural Research Center "Donskoy". The purpose of the current study was to develop a new highly productive early-maturing spring barley variety, adapted to the arid soil and climatic conditions of the south of Russia. The current paper has presented characteristics of the new early-maturing spring barley variety 'Fedos', adapted to the soil and climatic conditions of the arid Russian regions and resistant to negative environmental stress factors. The new variety was characterized by high yields (+0.4 t/ha to the standard one), large kernel (1000 kernel weight was more than 47 g), fairly high protein percentage in grain (+1.3% to the standard one). In comparison with the standard variety, the new variety has formed higher yields due to the increased number of productive stems per 1 m² (on 12 pcs. more) and kernel weight per head (+0.2 g). In addition, the variety 'Fedos' produced large, well-filled kernel even in severely arid years (+5.6 g to the standard one). The new variety is more resistant to major leaf diseases than the standard one.

Keywords: spring barley, variety, standard, productivity, large kernel.

Введение. Ячмень относится к наиболее важным зерновым культурам как в мировом, так и в отечественном земледелии. Это объясняется несколькими причинами, важнейшими

из которых являются способность удовлетворять различным требованиям сельхозпроизводства (животноводства) и перерабатывающей промышленности, а также сравнительно

небольшие затраты по возделыванию и невысокая себестоимость зерна (Ильин, 2010). Зерно ярового ячменя используют для приготовления продуктов питания (крупы), в кондитерской промышленности, в животноводстве, в пивоварении, в медицине (Донцова и др., 2016). В условиях Ростовской области под яровой ячмень отводятся наибольшие площади посева среди зернофуражных культур (Филенко и др., 2020).

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

В настоящее время в сельскохозяйственном производстве выращивается большое количество сортов ячменя. Яровой ячмень ценится за более короткие сроки созревания, меньшую по сравнению с озимой пшеницей требовательность к почвенному составу и условиям выращивания.

Несмотря на это, к современным сортам ярового ячменя предъявляется достаточно много требований: они должны обладать высокой урожайностью, крупностью зерна, устойчивостью к поражению листовыми болезнями и полеганию, адаптивностью к стресс-факторам внешней среды, иметь зерно высокого качества, сбалансированного по питательным веществам. Кроме того, современные сорта ячменя должны иметь оптимальную длительность вегетационного периода для конкретных почвенно-климатических условий выращивания (Филиппов и др., 2014).

Как показывает практика, при равной урожайности преимущество следует отдавать сорту с максимальной экологической приспособленностью, то есть сорту местной селекции (Морозов и др., 2020).

Первостепенная значимость адаптивного районирования сельскохозяйственных культур, особенно в неблагоприятных почвенно-климатических условиях, обусловлена тем, что высокая потенциальная урожайность может быть реализована лишь в том случае, если она защищена устойчивостью к действию абиотических и биотических стрессоров (Самофалова и др., 2019).

Для обеспечения производителей зерна ячменя сортами с высокой и стабильной урожайностью, селекция этих сортов должна быть ориентирована на специфические особенности зоны (Ершова и др., 2017). Ростовская область находится в зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения. В последние годы для области в весенне-летний период характерен недостаток влаги в начальный период роста растений и закладки генератив-

ных органов, а также в период налива зерна. Наибольшую продуктивность в этих условиях, по наблюдениям предыдущих лет, формируют сорта среднеранние и раннеспелые.

В связи с этим целью исследований являлось создание нового высокоурожайного раннеспелого сорта ярового ячменя, адаптированного к засушливым почвенно-климатическим условиям юга России. Для достижения поставленной цели был подобран разнообразный исходный материал, который активно использовали в селекционной программе.

Итогом данной работы стало выведение и передача на Государственное сортоиспытание РФ нового раннеспелого сорта ярового ячменя Федос, который был включен в Госреестр охраняемых селекционных достижений РФ по 6 региону с 2019 года.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили на полях научного севооборота отдела селекции и семеноводства ячменя ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2018–2020 гг. Основным методом селекции, используемым при создании нового сорта, являлась межсортная, внутривидовая гибридизация отдаленных в эколого-географическом отношении сортов. Посев в конкурсном сортоиспытании осуществляли сеялкой Wintersteiger Plotseed, учетная площадь – 10 м², повторность 6-тикатная. Норму высева – 500 всхожих зерен на 1 м², стандартный сорт Ратник располагали через 10 номеров. В течение вегетации проводили фенологические наблюдения. Проводили оценку на устойчивость к полеганию, анализ элементов структуры урожая. Фитопатологическую оценку осуществляли в полевых условиях.

Учеты, наблюдения и оценки селекционного материала проводили согласно Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (2019). Математическую обработку полученных данных – по методике Б. А. Доспехова (2014). Оценку экологической пластичности и стабильности произвели по методике S. A. Eberchart, W. A. Russell (1966) в редакции В. А. Зыкина.

В марте 2018 года осадков выпало больше среднемноголетних данных (43,8 и 37 мм соответственно). Однако уже в апреле количество осадков резко сократилось по сравнению со среднемноголетними данными. В мае, июне и июле данная тенденция сохранилась. Кроме того, в эти месяцы было отмечено также значительное повышение температурного режима по сравнению со среднемноголетним показателем, что привело к недобору урожая ярового ячменя. В июне наблюдались дни с суховеями явлениями, в связи с чем влажность воздуха опустилась до 38% (на 23% ниже среднемноголетней).

Для весеннего периода 2019 года был характерен повышенный температурный режим: март – 5,0 °C (+3,0 °C к среднемноголетней), апрель – 11,3 °C (+0,6 °C), май – 19 °C (+2,5 °C). Осадки выпадали неравномерно. Так, в марте выпало 58,0 мм (+21,0 мм к среднемноголет-

ней), в апреле – 27,2 мм (-15,5 мм) и в мае – 57,4 мм (+6,5 мм). В июне наблюдалось заметное усиление засушливости. Так, при среднемесячной температуре воздуха 25,2 °С (+4,7 °С к среднемноголетней) количество выпавших осадков было всего 10,8 мм при среднемноголетнем показателе 71,3 мм. Такие же показатели были и в первой декаде июля. Фаза налива зерна ярового ячменя проходила в неблагоприятных условиях (повышенный температурный режим, недостаток влаги, проявление суховейных явлений), что в дальнейшем сказалось на урожайности.

В 2020 году весной так же как и в 2019 наблюдался повышенный температурный режим в марте – +7,7 °С (+5,7 °С к среднемноголетней). В апреле и мае среднесуточная температура воздуха была на уровне среднемноголетних значений – +9,1 °С (среднесуточная 10,7 °С) и +16,5 °С (+15,4 °С) соответственно. Осадки выпадали неравномерно. Так, в марте и апреле они вообще отсутствовали (0,0 мм). А в мае выпало 79,9 мм (+28,9 мм к среднемноголетним). Ранневесенние заморозки привели к частичной гибели ранних всходов ярового ячменя. В июне наблюдалось усиление засушливости. Так, при среднемесячной температуре воздуха в июне +23,1 °С (+2,7 °С к среднемноголетней) количество выпавших осадков было 38,5 мм при среднемноголетнем показателе 71,3 мм. В июле также среднемесячная температура воздуха была выше среднемноголетней – +25,7 °С (+2,6 °С к среднемноголетней). Несмотря на полное отсутствие влаги в марте и апреле, урожайность ярового ячменя была выше, чем в 2019 году, благодаря большому количеству выпавших осадков в мае.

В целом сложившиеся климатические условия позволили достаточно полно и достоверно оценить селекционный материал по основным хозяйственно-ценным признакам и свойствам.

Результаты и их обсуждение. Сорт ярового ячменя Федос создан методом внутривидовой гибридизации с последующим индивидуальным отбором из гибридной комбинации сортов Сокол (ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», Россия) x CWBE-17-5-9/.JCB-10407, HTBON-03 (IKARDA, Сирия).

От материнской формы Сокол новый сорт унаследовал раннеспелость, высокую урожайность, крупнозерность, устойчивость к поражению основными листовыми болезнями, распространенными в Ростовской области.

От отцовской формы (образца из Сирии CWBE-17-5-9/.JCB-10407, HTBON-03) сорт Федос унаследовал высокую засухоустойчивость на протяжении всего периода вегетации и высокое качество зерна.

Разновидность – putans. Масса 1000 зерен за годы проведения исследований составила в среднем 47,1 г (+5,6 г к стандарту). Сорт среднерослый (66,4-85,6 см). Устойчивость к полеганию высокая, так как обладает прочной соломиной.

Раннеспелый, длина вегетационного периода за годы исследований варьировала от 79 до 89 дней, созрел на 3-8 дней раньше стандартного сорта Ратник. Имеет высокий уровень засухоустойчивости в течение всего периода вегетации.

За годы изучения в конкурсном сортоиспытании ФГБНУ «Аграрного научного центра «Донской» (2018-2020) он формировал урожайность 4,1-5,0 т/га, что выше стандарта Ратник в среднем на 0,4 т/га (рис. 1).

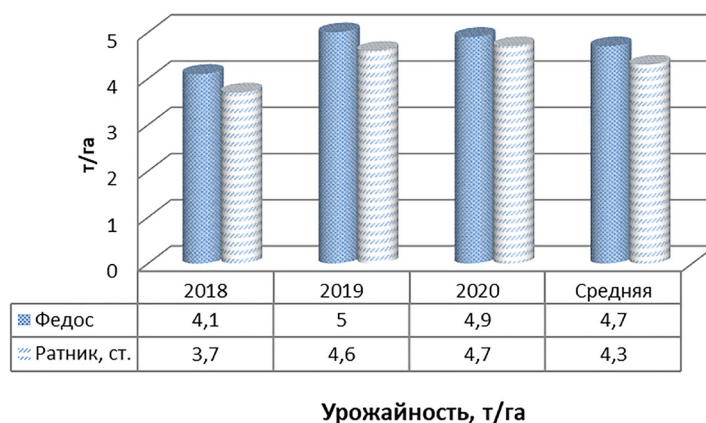


Рис. 1. Урожайность нового сорта Федос в сравнении со стандартом (2018–2020 гг.)

Fig. 1. Productivity of the new variety 'Fedos' in comparison with the standard variety (2018–2020)

Анализ структуры урожайности нового сорта показывает, что сорт Федос имеет преимущества по сравнению со стандартом прак-

тически по всем представленным признакам (табл. 1).

1. Элементы структуры урожайности нового сорта Федос в сравнении со стандартом (среднее за 2018–2020 гг.)

1. Yield structure elements of the new variety 'Fedos' in comparison with the standard variety (mean in 2018–2020)

Сорт	Количество продуктивных стеблей на 1 м ² , шт.	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г	Масса 1000 зерен, г
Федос	568	19	0,9	47,1
Ратник, ст.	556	18	0,7	41,5

Более высокую урожайность по сравнению со стандартом новый сорт формирует за счет повышенных показателей количества продуктивных стеблей на 1 м² (в среднем за 2018–2020 гг. больше на 12 шт.), массы зерна с колоса (+0,2 г). Кроме того, Федос формирует крупное, хорошо выполненное зерно даже в годы с проявлениями острых засух последних лет (+5,6 г к стандарту Ратник).

Новый сорт рекомендуется использовать на продовольственные цели не только благодаря крупнозерности и выровненности зерна, но и высоким питательным свойствам. В отдельные годы сорт Федос способен накапливать в зерне белка более 13%, превышая стандарт в среднем за годы изучения на 1,3% (рис. 2).

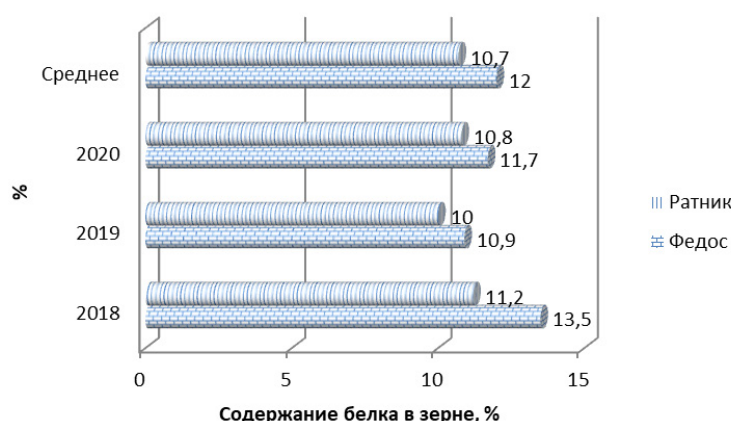


Рис. 2. Содержание белка в зерне сорта Федос в сравнении со стандартом (2018–2020 гг.)

Fig. 2. Protein percentage in grain of the new variety 'Fedos' in comparison with the standard variety (2018–2020)

За годы проведения исследований значительного проявления гельминтоспориозных пятнистостей на посевах ярового ячменя отмечено не было. Анализ устойчивости к пора-

жению мучнистой росой показал, что в среднем за 2018–2020 гг. Федос более устойчив, чем стандарт к поражению данным патогеном (табл. 2).

2. Устойчивость к поражению листовыми болезнями (2018–2020 гг.)

2. Resistance to leaf diseases (2018–2020)

Сорт	Мучнистая роса, балл, по годам			Гельминтоспориозные пятнистости, балл, по годам		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Ратник, ст.	2–2,5	1–1,5	2–2,5	0–1	0–1	0–1
Федос	2–2,5	1	1–1,5	0–1	0–1	0–1

3. Показатели экологической пластичности и стабильности (2018–2020 гг.)

3. Indicators of environmental adaptability and stability (2018–2020)

Название сорта	Средняя урожайность за год, т/га			ΣY_i^*	Y_i^*	b_i^*	$\sigma_a^2^*$
	2018	2019	2020				
Ратник	3,6	4,3	4,7	12,6	4,2	0,87	0,33
Федос	4,1	5,0	4,8	13,9	4,6	0,97	0,41
I_j^*	-0,49	0,45	0,04	–	–	–	–

Примечание: ΣY_i^* – сумма урожайности по годам; Y_i^* – средняя урожайность за годы исследований; I_j^* – индекс условий среды (характеризует изменчивость условий, в которых выращивали сорта в данном опыте); b_i^* – коэффициента линейной регрессии (показывает отклик сорта на улучшение условий выращивания); $\sigma_a^2^*$ – среднее квадратическое отклонение (характеризует стабильность сорта в различных условиях среды).

Расчет показателей экологической пластичности и стабильности выявил, что сорта Ратник и Федос с коэффициентами линейной регрессии $b_1 = 0,87$ и $b_1 = 0,97$, соответственно, по своим значениям близки к единице, что говорит об их пластичности, выраженной в стабильно высокой урожайности при благоприятных условиях выращивания. Оба сорта показали себя стабильными: Ратник $\sigma_a^2 = 0,33$, Федос $\sigma_a^2 = 0,41$ (табл. 3).

При этом значения данных показателей оказались выше у нового сорта Федос, что сви-

детельствует о его более высокой агроэкологической адаптивности по сравнению со стандартом.

Выводы. Всесторонняя оценка нового раннеспелого сорта ярового ячменя Федос показала его неоспоримые преимущества в сравнении со стандартом Ратник. Федос характеризуется высокой урожайностью, адаптивностью к почвенно-климатическим условиям засушливых регионов России и устойчивостью к проявлению негативных стресс-факторов среды.

Библиографические ссылки

1. Донцова А. А., Филиппов Е. Г., Донцов Д. П., Терновая Е. А. Производство ячменя в мире и в России // Зерновое хозяйство России. 2016. № 5(47). С. 7–13.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 2014. 336 с.
3. Ершова Л. А., Голова Т. Г. Новые генотипы ячменя, выделенные по комплексу хозяйственно-ценных признаков // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 12(66). Ч. 3. С. 103–106. doi.org/10.23670/IRJ.2017.66.102.
4. Зыкин В. А., Белан И. А., Юсов В. С. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений. Уфа: БашГАУ, 2005. 100 с.
5. Иванисов М. М., Марченко Д. М., Некрасов Е. И., Рыбась И. А., Романюкина И. В., Кравченко Н. С. Результаты изучения сортов озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения в условиях юга Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 12–17.
6. Ильин А. В. Селекция ярового ячменя на Краснокутской селекционно-опытной станции // Земледелие. 2010. № 6. С. 41–42.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Москва: ООО «Группа Компаний Море», 2019. Вып. 1. 384 с.
8. Морозов Н. А., Иванов В. В., Самсонов И. В. Корона – новый адаптивный сорт озимой мягкой пшеницы для Северо-Кавказского региона // Зерновое хозяйство России. 2020. № 4(70). С. 56–60. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-56-60.
9. Самофалова Н. Е., Иличкина Н. П., Дубинина О. А., Ионова Е. В., Макарова Т. С., Костыленко О. А., Каменева А. С., Кравченко Н. С. Эйрена – сорт озимой твердой пшеницы, адаптированный к абиотическим и биотическим факторам среды // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 60–67. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-60-67.
10. Филенко Г. А., Фирсова Т. И., Сковорода Ю. Г., Черткова Н. Г. Урожайность и посевные качества семян ярового ячменя при использовании биостимуляторов в первичных звеньях семеноводства // Зерновое хозяйство России. 2020. № 6. С. 71–77. https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-72-6-71-77.
11. Филиппов Е. Г., Алабушев А. В. Селекция ярового ячменя. Ростов н/Д: ЗАО «Книга», 2014. 208 с.

References

1. Doncova A. A., Filippov E. G., Doncov D. P., Ternovaya E. A. Proizvodstvo yachmenya v mire i v Rossii [Barley production in the world and in Russia] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 5(47). S. 7–13.
2. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Kolos, 2014. 336 s.
3. Ershova L. A., Golova T. G. Novye genotipy yachmenya, vydelennye po kompleksu hozyajstvenno-cennykh priznakov [New barley genotypes, identified according to a complex of economically valuable traits] // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2017. № 12(66). CH. 3. S. 103–106. doi.org/10.23670/IRJ.2017.66.102.
4. Zykin V. A., Belan I. A., Yusov V. S. Metodika rascheta i ocenki parametrov ekologicheskoy plastichnosti sel'skohozyajstvennykh rastenij [Methodology for calculating and estimating the parameters of the ecological adaptability of agricultural plants]. Ufa: BashGAU, 2005. 100 s.
5. Ivanisov M. M., Marchenko D. M., Nekrasov E. I., Rybas' I. A., Romanyukina I. V., Kravchenko N. S. Rezul'taty izucheniya sortov ozimoy myagkoj pshenicy razlichnogo ekologo-geograficheskogo proiskhozhdeniya v usloviyah yuga Rostovskoy oblasti [The study results of winter bread wheat varieties of various ecological and geographical origin in the south of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 6(66). S. 12–17.
6. Il'in A. V. Selekcija yarovogo yachmenya na Krasnokutskoj selekcionno-opytnoj stancii [Spring barley breeding at the Krasnokutsk breeding and experimental station] // Zemledelie. 2010. № 6. S. 41–42.
7. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Methodology for the State Variety Testing of agricultural crops]. Moskva: ООО «Группа Компаний Море», 2019. Vyp. 1. 384 s.
8. Morozov N. A., Ivanov V. V., Samsonov I. V. Korona – novyj adaptivnyj sort ozimoy myagkoj pshenicy dlya Severo-Kavkazskogo regiona ['Korona' is a new winter bread wheat variety adapted for the North Caucasus region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2020. № 4(70). S. 56–60. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-56-60.
9. Samofalova N. E., Ilichkina N. P., Dubinina O. A., Ionova E. V., Makarova T. S., Kostylenko O. A., Kameneva A. S., Kravchenko N. S. Ejrena – sort ozimoy tvrdoj pshenicy, adaptirovannyj k abioticheskim

i bioticheskim faktorom sredy ['Eirena' is a winter durum wheat variety adapted to abiotic and biotic environmental factors] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 6(66). S. 60–67. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-60-67.

10. Filenko G. A., Firsova T. I., Skvorcova Yu. G., CHertkova N. G. Urozhajnost' i posevnye kachestva semyan yarovogo yachmenya pri ispol'zovanii biostimulyatorov v pervichnyh zven'yah semenovodstva [Productivity and sowing qualities of spring barley seeds when using biostimulants in the primary links of seed production] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2020. № 6. S. 71–77. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-72-6-71-77>.

11. Filippov E. G., Alabushev A. V. Selekcija yarovogo yachmenya [Spring barley breeding]. Rostov n/D: ZAO «Kniga», 2014. 208 s.

Поступила: 17.12.20; принята к публикации: 29.01.21.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад: Филиппов Е. Г. – концептуализация и проектирование исследования, анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи; Донцова А. А. – выполнение полевых опытов, анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи; Донцов Д. П., Брагин Р. Н. – выполнение полевых опытов и сбор данных, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА И КЛЕЙКОВИНЫ В ЗЕРНЕ СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКА

О. А. Некрасова, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, nekrasova_olesya@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-4409-4542;

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

Н. Г. Игнатьева, техник-исследователь лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ORCID ID: 0000-0002-8506-8711;

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

С. Н. Громова, младший научный сотрудник лаборатории озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, ORCID ID: 0000-0002-8627-279X

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

Одной из важных задач, стоящих перед сельским хозяйством, является повышение производства высококачественного зерна. Известно, что сорт является динамичным биологическим фактором, способным реализовать генетический потенциал при разном сочетании факторов внешней среды и может выступать как биологический фундамент для производства зерна высокого качества. Предшественник в современном земледелии выступает как самостоятельный фактор увеличения урожайности и качества зерна сельскохозяйственных культур. Целью исследований являлась оценка содержания белка и клейковины в зерне у сортов озимой мягкой пшеницы интенсивного типа по предшественникам кукуруза на зерно и подсолнечник в условиях Ростовской области. Объектами исследований были 9 сортов озимой мягкой пшеницы интенсивного типа селекции ФГБНУ «Аграрного научного центра «Донской». Исследования проводили в 2018–2020 гг. на полях отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы. Были выделены сорта, сформировавшие наибольшее количество белка в зерне в среднем за годы изучения: по предшественнику кукуруза на зерно – Этюд, Юбилей Дона и Шеф (12,44–13,06%); по предшественнику подсолнечник – Рубин Дона, Шеф и Зодиак (14,09–14,33%). Выявлены сорта Зодиак и Юбилей Дона, сформировавшие наибольшее количество клейковины в зерне в среднем за годы исследований: по предшественнику кукуруза на зерно – 24,63 и 25,53% соответственно; по предшественнику подсолнечник – 28,20 и 27,66% соответственно. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа доказывают влияние фактора «предшественник» на содержание белка и клейковины в зерне озимой мягкой пшеницы в большей степени, чем влияние фактора «сорт» и их взаимодействия.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, сорт, белок, клейковина, качество, предшественник.

Для цитирования: Некрасова О. А., Кравченко Н. С., Игнатьева Н. Г., Скрипка О. В., Громова С. Н. Содержание белка и клейковины в зерне сортов озимой мягкой пшеницы в зависимости от предшественника // Зерновое хозяйство России. 2021. № 2(74). С. 17–21. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-17-21.



PROTEIN AND GLUTEN CONTENT IN GRAIN OF THE WINTER BREAD WHEAT VARIETIES, DEPENDING ON THE FORECROP

O. A. Nekrasova, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and seed quality, nekrasova_olesya@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-4409-4542;

N. S. Kravchenko, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and seed quality, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548;

N. G. Ignatieva, research technician of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and seed quality, ORCID ID: 0000-0002-8506-8711;

O. V. Skripka, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for the breeding and seed production of winter bread wheat of intensive type, ORCID ID: 0000-0002-6183-8312;

S. N. Gromova, junior researcher of the laboratory for the breeding and seed production of winter bread wheat of intensive type, ORCID ID: 0000-0002-8627-279X

Agricultural Research Center "Donskoy",

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

One of the important tasks facing agriculture is to increase the production of high quality grain. It is known knowledge that the variety is a dynamic biological factor capable of realizing its genetic potential with a different combination of environmental factors and can act as a biological foundation for the production of high quality grain. The forecrop in modern agriculture acts as an independent factor in increasing grain yield and quality. The purpose of the current study was to estimate protein and gluten content in grain of winter bread wheat varieties of intensive type when sown

after maize for grain and sunflower in the conditions of the Rostov region. The objects of the study were 9 winter bread wheat varieties of the intensive type developed in the FSBSI "ARC "Donskoy". The study was carried out in the fields of the department of winter wheat breeding and seed production in 2018–2020. There were identified the varieties that formed the largest percentage of protein in grain on average over the years of study. They were the varieties 'Etyud', 'Yubiley Dona' and 'Shef' (12.44–13.06%) sown after maize for grain, and the varieties 'Rubin Dona', 'Shef' and 'Zodiak' (14.09–14.33%) sown after sunflower. There have been identified the varieties 'Zodiak' and 'Yubiley Dona' with the largest amount of gluten in grain on average over the years of study. They produced 24.63%, 25.53%, respectively after maize for grain; after sunflower they produced 28.20%, 27.66%, respectively. The results of two-way analysis of variance proved a greater effect of the factor 'forecrop' on protein and gluten content in grain of winter bread wheat than the effect of the factor 'variety' and their correlation.

Keywords: winter bread wheat, variety, protein, gluten, quality, forecrop.

Введение. Одной из важных задач, стоящих перед сельским хозяйством, является повышение производства высококачественного зерна (Некрасов и др., 2019; Иванисов и др., 2019). Главное место в выполнении этой задачи принадлежит селекции, успех которой во многом зависит от знания значений генотип-средовых взаимодействий, генотипически обусловленных взаимосвязей признаков качества, от подбора родительских форм для гибридизации, своевременной и объективной оценки и браковки селекционного материала (Иванисов и др., 2020).

Известно, что сорт является динамичным биологическим фактором, способным реализовать генетический потенциал при разном сочетании факторов внешней среды и может выступать как биологический фундамент для производства зерна высокого качества (Кочетов, 2012).

Предшественник в современном земледелии выступает как самостоятельный фактор увеличения урожайности и качества зерна сельскохозяйственных культур. В разных почвенно-климатических зонах предшественники неодинаково реализуют свои потенциальные возможности, имеют разные показатели по биологическим и хозяйственным свойствам. В оптимальных условиях их влияние наиболее выражено, поэтому важно изучать реакцию сортов на предшественники в конкретных условиях возделывания (Мельник и др., 2009; Долгополова, 2015).

Целью исследований являлась оценка содержания белка и клейковины в зерне у сортов озимой мягкой пшеницы интенсивного типа по предшественникам кукуруза на зерно и подсолнечник в условиях Ростовской области.

Материалы и методы исследований. Объектами исследований, результаты которых в данной статье, были 9 сортов озимой мягкой пшеницы интенсивного типа селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». Исследования проводили в 2018–2020 гг. на полях отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы, предшественники – кукуруза на зерно и подсолнечник.

Почва опытного участка представляет собой обыкновенный чернозем с содержанием гумуса 3,6–4,0%, имеет сильно выраженную карбонатность.

Климат – зона неустойчивого увлажнения с преобладанием засушливых лет. Среднегодовое количество осадков – 588,8 мм, среднегодовая температура – +9,7 °С.

В 2018 году период колошение – созревание протекал при повышенном температурном режиме в мае-июне 21,5 °С (+3,0 °С к среднемноголетней норме). За текущий период выпало 16,9 мм осадков (13,8% от нормы).

Формирование зерна в 2019 году происходило в условиях повышенных температур – 22,1 °С, что на 3,6 °С выше среднемноголетних значений. Количество осадков в этот период было 74,7 мм осадков, что составило 60,9% от среднемноголетней нормы.

В 2020 году оптимальный температурный режим и интенсивные осадки в мае (155,7% к норме) благоприятно повлияли на рост и развитие растений озимой пшеницы. Температурный режим в июне был выше среднемноголетней нормы на 2,6 °С, наблюдался недобор осадков – 38,8 мм (54,4% от нормы).

Показатели качества зерна у сортов озимой мягкой пшеницы определяли в лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна ФГБНУ «Аграрного научного центра «Донской» с помощью ИК-спектроскопии на анализаторе SpektraStar 2200.

Математическую и статистическую обработку данных проводили по методике Б. А. Доспехова (2014).

Результаты и их обсуждение. Содержание белка в зерне у изучаемых сортов по предшественнику кукуруза на зерно в среднем за годы исследований находилось в пределах от 11,24% (Раздолье) до 13,06% (Шеф) (рис. 1).

Согласно требованиям ГОСТ, к первому классу качества относятся сорта с содержанием белка в зерне не менее 14,5%; ко второму – не менее 13,5%; к третьему – не менее 12,0%; к четвертому – не менее 10%.

Было установлено, что к четвертому классу качества по содержанию белка в зерне относились два сорта. Большинство образцов соответствовали третьему классу, в том числе сорта Эюд, Юбилей Дона и Шеф, сформировавшие наибольшее количество белка в зерне (12,44–13,06%).

По предшественнику подсолнечник в среднем за три года изучения содержание белка было выше и изменялось в пределах от 12,92% (Раздолье) до 14,33% (Зодиак). К третьему классу качества относилось 4 образца, ко второму – 5 сортов: Ермак, Юбилей Дона, Рубин Дона, Шеф и Зодиак.

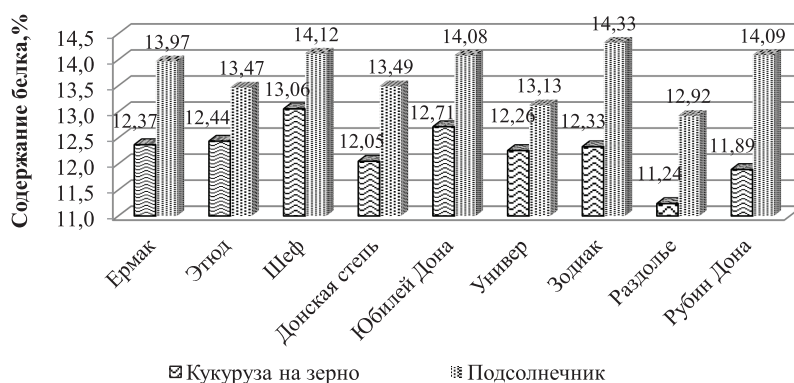


Рис. 1. Содержание белка в зерне сортов озимой пшеницы по предшественникам кукуруза на зерно и подсолнечник (2018–2020 гг.)

Fig. 1. Protein percentage in grain of the winter bread wheat varieties when sown after maize for grain and sunflower (2018–2020)

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа данных по содержанию белка в зерне сортов озимой мягкой пшеницы, представленные в таблице 1, показывают, что значения

$F_{\text{факт}}$ факторов «сорт», «предшественник» и их взаимодействия превышают значения $F_{\text{теор}}$, это позволяет считать полученные значения в опыте достоверными.

1. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа сортов озимой мягкой пшеницы по содержанию белка в зерне

1. Results of two-way analysis of variance of the winter bread wheat varieties according to protein percentage in grain

Источники вариации	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	$F_{\text{факт}}$	$F_{\text{таб095}}$	Влияние, %
Фактор А (сорт)	18,46	8	18,46	83,88	2,20	15,51
Фактор В (предшественник)	19,10	1	2,39	10,88	4,09	16,09
Взаимодействие А + В	4,43	8	0,55	2,51	2,20	3,72

Наибольший вклад в изменчивость рассматриваемого показателя вносит фактор «предшественник» (16,09%). При этом доля фактора «сорт» в общем варьировании признака была несколько ниже (15,51%). Вклад изменчивости, обусловленной взаимодействием указанных факторов, оценивался в 3,72%.

Согласно требованиям ГОСТ к первому классу качества относятся сорта с содержанием клейковины в зерне не менее 31,0%; ко вто-

рому – не менее 28,0%; к третьему – не менее 23,0%, к четвертому – не менее 18,0%.

По предшественнику кукуруза на зерно в среднем за годы исследований содержание клейковины у сортов озимой мягкой пшеницы находилось в пределах от 20,97% (Универ) до 25,53% (Юбилей Дона) (рис. 2). К четвертому классу качества относились 5 сортов, третьему классу соответствовали 4 сорта: Этюд, Шеф, Зодиак и Юбилей Дона.

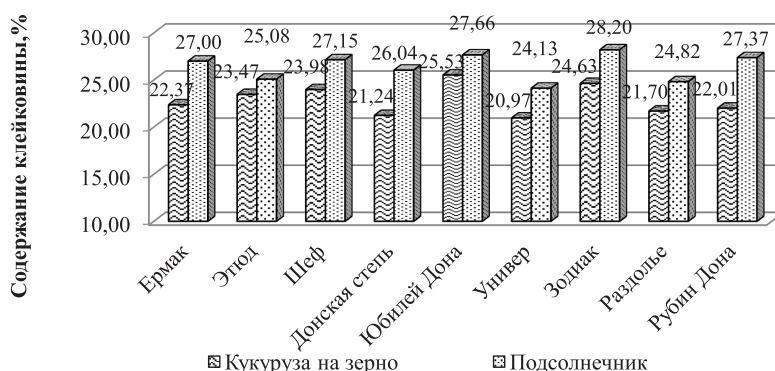


Рис. 2. Содержание клейковины в зерне сортов озимой пшеницы по предшественникам кукуруза на зерно и подсолнечник (2018–2020 гг.)

Fig. 2. Gluten content in grain of the winter bread wheat varieties when sown after maize for grain and sunflower (2018–2020)

По предшественнику подсолнечник в среднем за годы исследований содержание клейковины в зерне сортов озимой мягкой пшеницы изменялось от 24,13% (Универ) до 28,20% (Зодиак). Было установлено, что третьему классу качества соответствовали практически все образцы, кроме сорта Зодиак, относившегося

ко второму классу качества и накопившего наибольшее количество клейковины в зерне.

По результатам двухфакторного дисперсионного анализа было установлено, что значения $F_{\text{факт}}$ факторов «сорт», «предшественник» и их взаимодействия превышают значения $F_{\text{теор}}$, что подтверждает достоверность полученных значений в опыте (табл. 2).

2. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа сортов озимой мягкой пшеницы по содержанию клейковины в зерне

2. Results two-way analysis of variance of the winter bread wheat varieties according to gluten content in grain

Источники вариации	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	$F_{\text{факт}}$	$F_{\text{таб095}}$	Влияние, %
Фактор А (сорт)	61,55	8	7,69	6,48	2,20	14,21
Фактор В (предшественник)	160,58	1	160,58	135,28	4,09	37,09
Взаимодействие А+В	24,81	8	3,10	2,61	2,20	5,73

На изменчивость количества клейковины в зерне в большей степени оказывал влияние фактор «предшественник» (37,09%), доля фактора «сорт» ниже (14,21%). Вклад изменчивости, обусловленной взаимодействием указанных двух факторов, оценивается в 5,73%.

Выводы

1. Были выделены сорта, сформировавшие наибольшее количество белка в зерне в среднем за годы изучения: по предшественнику кукуруза на зерно – Эюд, Юбилей Дона и Шеф (12,44–13,06%); по предшественнику подсолнечник – Рубин Дона, Шеф и Зодиак (14,09–14,33%).

2. Выявлены сорта Зодиак и Юбилей Дона, сформировавшие наибольшее количество клейковины в зерне в среднем за годы исследований: по предшественнику кукуруза на зерно – 24,63 и 25,53% соответственно; по предшественнику подсолнечник – 28,20 и 27,66% соответственно.

3. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа доказывают влияние фактора «предшественник» на содержание белка и клейковины в зерне озимой мягкой пшеницы в большей степени, чем влияние фактора «сорт» и их взаимодействия.

Библиографические ссылки

1. Долгополова Н. В. Влияние предшественников на урожайность и качество зерна посевов озимой пшеницы // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 5. С. 49–52.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5 изд., перераб. и доп. Стереотип. изд. М.: Альянс, 2014. 351 с.
3. Иванисов М. М., Марченко Д. М., Некрасов Е. И., Рыбась И. А., Гричаникова Т. А., Романюкина И. В., Кравченко Н. С. Результаты изучения сортов озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения в условиях юга Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 12–17. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-12-17.
4. Иванисов М. М., Марченко Д. М., Некрасов Е. И., Рыбась И. А., Романюкина И. В., Чухненко Ю. Ю., Кравченко Н. С. Сравнительная оценка сортов озимой мягкой пшеницы в межстанционном испытании по показателям качества // Зерновое хозяйство России. 2020. № 4(70). С. 14–18. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-14-18.
5. Кочетов В. К. Сорт озимой пшеницы – основной фактор увеличения продуктивности и получения зерна и муки заданного качества // Научный журнал КубГАУ. 2012. № 75(01). С. 1025–1036.
6. Мельник А. Ф., Кондрашин Б. С., Митюшкин Н. И. Влияние предшественников на урожайность и качество зерна озимой пшеницы // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2009. № 4(19). С. 27–30.
7. Некрасов Е. В., Марченко Д. М., Иванисов М. М., Рыбась И. А., Гричаникова Т. А., Романюкина И. В., Копусь М. М. Оценка урожайности и качества зерна сортов озимой мягкой пшеницы в условиях Ростовской области // Таврический вестник аграрной науки. 2019. № 4(20). С. 79–85. DOI: 10.333952/2542-0720-2019-4-20-79-85.

References

1. Dolgoplova N. V. Vliyanie predshestvennikov na urozhajnost' i kachestvo zerna posevov ozimoy pshenicy [The effect of forecrops on the productivity and grain quality of winter wheat crops] // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2015. № 5. S. 49–52.
2. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of study results)]. 5 izd., pererab. i dop. Stereotip. izd. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
3. Ivanisov M. M., Marchenko D. M., Nekrasov E. I., Rybas' I. A., Grichanikova T. A., Romanyukina I. V., Kravchenko N. S. Rezul'taty izucheniya sortov ozimoy myagkoj pshenicy razlichnogo ekologo-geograficheskogo proiskhozhdeniya v usloviyah yuga Rostovskoj oblasti [Study results of winter bread

wheat varieties of various ecological and geographical origin in the south of the Rostov region] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2019. № 6(66). S. 12–17. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-12-17.

4. Ivanisov M. M., Marchenko D. M., Nekrasov E. I., Rybas' I. A., Romanyukina I. V., Chuhnenko Yu. Yu., Kravchenko N. S. Sravnitel'naya ocenka sortov ozimoy myagkoj pshenicy v mezhestancionnom ispytanii po pokazatelyam kachestva [Comparative estimation of winter bread wheat varieties in an inter-station trials for quality indicators] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2020. № 4(70). S. 14–18. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-14-18.

5. Kochetov V. K. Sort ozimoy pshenicy – osnovnoj faktor uvelicheniya produktivnosti i polucheniya zerna i muki zadannogo kachestva [A winter wheat variety is the main factor in improving productivity and obtaining grain and flour of a given quality] // *Nauchnyj zhurnal KubGAU*. 2012. № 75(01). S. 1025–1036.

6. Mel'nik A. F., Kondrashin B. S., Mityushkin N. I. Vliyanie pedshestvennikov na urozhajnost' i kachestvo zerna ozimoy pshenicy [The effect of forecrops on the productivity and grain quality of winter wheat] // *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2009. № 4(19). S. 27–30.

7. Nekrasov E. V., Marchenko D. M., Ivanisov M. M., Rybas' I. A., Grichanikova T. A., Romanyukina I. V., Kopus' M. M. Ocenka urozhajnosti i kachestva zerna sortov ozimoy myagkoj pshenicy v usloviyah Rostovskoj oblasti [Estimation of productivity and grain quality of winter bread wheat varieties in the Rostov region] // *Tavrisheskij vestnik agrarnoj nauki*. 2019. № 4(20). S. 79–85. DOI: 10.333952/2542-0720-2019-4-20-79-85.

Поступила: 11.12.20; принята к публикации: 22.01.21.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Некрасова О. А. – концептуализация исследований, выполнение лабораторных опытов, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Кравченко Н. С., Игнатова Н. Г. – выполнение лабораторных опытов и анализ данных; Скрипка О. В., Громова С. Н. – выполнение полевых опытов и сбор данных.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ОЦЕНКА НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ И ГИБРИДОВ ВОСКОВИДНОЙ КУКУРУЗЫ (*ZEА MAYS L. CERATINA*)

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 слабо изучен, несмотря на то, что его зерно является ценным сырьем для крахмалопаточной промышленности. Цель работы – изучить новые гибриды и самоопыленные линии восковидной кукурузы по комплексу хозяйственно-ценных признаков и выделить перспективные из них для дальнейшей селекции. Исследования проведены в «Аграрном научном центре «Донской» в 2019–2020 гг. Объектом исследований служили 40 самоопыленных линий восковидной кукурузы и 30 гибридов, созданных на их основе. Они были изучены по комплексу хозяйственно-ценных признаков. Выделены самоопыленные линии (24/82, 26/18, 26/51, 24/15) с высокой урожайностью зерна 0,91–2,23 т/га, низкой и средней уборочной влажностью зерна (14,0–14,7%), высокой устойчивостью к полеганию (0–4,6% полегших растений), слабым поражением пузырчатой головней на естественном фоне (0–5,0% пораженных растений). Выделены линии (24/15, 26/18), отличающиеся высоким содержанием крахмала в спелом зерне (69,2 и 69,8%). Созданы новые гибриды восковидной кукурузы (91×93, 103×105), значительно превышающие стандартный гибрид Зерноградский 282 МВ как по урожайности зерна (на 0,41–0,80 т/га), так и по сбору амилопектинового крахмала (на 0,20–0,54 т/га). Новые гибриды отличались низкой уборочной влажностью зерна (13,3–13,9%), устойчивостью к полеганию и поражению пузырчатой головней на естественном фоне. Выделены новые гибриды кукурузы (91×94, 91×93, 91×95) с высоким содержанием крахмала (68,5–68,9%), средним содержанием жира (4,4–4,6%) и белка (12,1–12,2%) в спелом зерне.

Ключевые слова: урожайность, восковидная кукуруза (*Zea mays l. ceratina*), самоопыленные линии, гибриды, содержание крахмала, амилопектиновый крахмал.

Для цитирования: Игнатьев А. С. Оценка новых самоопыленных линий и гибридов восковидной кукурузы (*Zea mays l. ceratina*) // Зерновое хозяйство России. 2021. № 2(74). С. 22–26. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-22-26.



THE ESTIMATION OF THE NEW SELF-POLLINATED WAXY MAIZE LINES AND HYBRIDS (*ZEА MAYS L. CERATINA*)

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

Though waxy maize is a valuable raw material for the starch industry, its subspecies are still poorly studied. The purpose of the current work was to study the new self-pollinated hybrids and lines of waxy maize according to a complex of economically valuable traits and to identify promising ones for further breeding. The study was carried out at the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" in 2019–2020. The objects of research were 40 self-pollinated waxy maize lines and 30 hybrids developed in the Center. They were studied according to a set of economically valuable traits. There have been identified the self-pollinated lines (24/82, 26/18, 26/51, 24/15) with a high kernel productivity of 0.91–2.23 t/ha, low and medium harvest moisture content of kernel (14.0–14.7%), high resistance to lodging (0–4.6% of lodged plants), weak infestation with smut on a natural background (0–5.0% of damaged plants). There have been identified the lines (24/15, 26/18), characterized by a high starch content in matured kernel (69.2% and 69.8%). There have been developed the new waxy maize hybrids (91×93, 103×105), which significantly exceeded the standard hybrid 'Zernogradsky 282 MB' both in kernel productivity (on 0.41–0.80 t/ha) and in the yield of amylopectin starch (on 0, 20–0.54 t/ha). The new hybrids were characterized with low harvest moisture content of kernels (13.3–13.9%), resistance to lodging and smut on a natural background. There have been identified the new maize hybrids (91 × 94, 91×93, 91×95) with a high starch content (68.5–68.9%), an average oil content (4.4–4.6%) and protein percentage (12.1–12.2%) in matured kernel.

Keywords: productivity, waxy maize, (*Zea mays l. Ceratina*), self-pollinated lines, hybrids, starch content, amylopectin starch.

Введение. Кукуруза в мировом земледелии используется как зерновая культура. По посевным площадям и валовому сбору она занимает третье место, уступая пшенице и рису. Более 50% всех продаж крахмала в мире приходится на кукурузный крахмал. Ежегодно крахмалопаточная отрасль осваивает 1,5 млн тонн зерна. Одним из направлений развития агро-

промышленного комплекса является глубокая переработка зерна. В технологической цепочке при глубокой переработке зерна кукурузы процесс выработки крахмала происходит с выделением из зерна зародыша, замочной воды, клетчатки. Из побочной продукции в виде зародыша получают кукурузное масло, из белка и клетчатки – кормовые добавки, а крахмал

направляют на производство заменителей сахара в виде глюкозных и глюкознофруктозного сиропов, крахмальной и мальтозной патоки, кристаллической глюкозы, мальтодекстринов, а также модифицированных крахмалов (Аппаев и др., 2020; Корабут, 2019). Как основное сырье для производства крахмала чаще всего используют гибриды кукурузы, отличающиеся высоким содержанием крахмала. Он состоит на 80% из амилопектина и на 20% из амилозы. Крахмал восковидной кукурузы на 100% состоит из амилопектина с разветвленной структурой полимерной цепи. 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 (Игнатьев, 2020). Создание отечественных гибридов кукурузы с высоким содержанием амилопектинового крахмала в зерне актуально. В Госреестре нет российских гибридов подобного типа (Кривошеев и Игнатьев, 2018).

Цель работы – изучить новые гибриды и самоопыленные линии восковидной кукурузы по комплексу хозяйственно-ценных признаков и выделить перспективные из них для дальнейшей селекции.

Материалы и методы исследований.

Исследования проведены в 2019–2020 гг. в «Аграрном научном центре «Донской», расположенном в южной зоне Ростовской области. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый. Содержание в пахотном слое почвы: гумус – 3,2%; pH – 7,0; P_2O_5 – 18,5–20,0; K_2O – 342–360 мг/кг почвы (Алабушев и др., 2020). Годы проведения эксперимента оказались засушливыми. В 2019 году в период вегетации кукурузы выпало 129,7 мм атмосферных осадков, что составляет 70,8% среднегодовой нормы. В 2020 году выпало 224,1 мм атмосферных осадков, что на уровне среднегодовой нормы. Однако, распределение их в течение вегетации было крайне неравномерным. Осадки выпадали, как правило, в виде ливней и не полностью впитывались почвой, среднесуточная температура воздуха превыша-

ла среднегодовую на 0,4–4,7 °С, минимальная относительная влажность воздуха снижалась до 13–14%. Исходным материалом служили 40 новых константных самоопыленных линий восковидной кукурузы (*Zea mays L. ceratina*) и 30 простых гибридов, созданных на их основе.

Посев проводили селекционной сеялкой «Клен 4,2» с последующим формированием густоты стояния (40 тыс. шт/га). Учетная площадь делянки – 9,8 м², расположение делянок рендомизированное. Биохимическая оценка спелого зерна образцов кукурузы проведена в лаборатории биохимической оценки селекционного материала: крахмал – поляриметрическим методом по Эверсу, протеин – по Къельдалю, жир – по методу Ружковского.

Создание самоопыленных линий осуществляли согласно Методическим указаниям по селекции кукурузы (1982) и Унифицированным методам селекции кукурузы (1978), закладку опытов, фенологические наблюдения, учеты и измерения проводили согласно Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1979) и Методическим рекомендациям по проведению полевых опытов с кукурузой (1985). Математическую обработку экспериментальных данных проводили по методике полевого опыта Б. А. Доспехова (2014).

Результаты и их обсуждение. Урожайность зерна является одним из основных признаков в характеристике всех сельскохозяйственных культур.

Всесторонняя изученность исходного материала по основным хозяйственно-ценным признакам обеспечивает ускорение селекционного процесса за счёт целенаправленного подбора родительских форм для гибридизации. Поэтому одной из основных задач при выделении источников высокой урожайности является постоянное изучение нового исследованного исходного материала. Урожайность изучаемого набора линий варьировала от 0,15 до 2,23 т/га, средняя урожайность составила 1,20 т/га. Наибольшую урожайность в среднем за два года изучения сформировали линии 24/82 (1,06 т/га) и 26/18 (2,23 т/га) (табл. 1).

1. Хозяйственно-ценные признаки самоопыленных линий восковидной кукурузы (2019–2020 гг.)

1. Economically valuable traits of the self-pollinated waxy maize lines (2019–2020)

Линии	Урожайность зерна при 14% влажности, т/га	Уборочная влажность зерна, %	Период «всходы – цветение початков», дн.	Полегание, %	Поражение пузырчатой головней, %	Высота, см	
						растения	прикрепления початка
24/15	0,91	15,6	69	0,0	3,6	143,0	39,5
24/34	0,55	14,5	67	3,4	2,4	143,0	42,8
24/67	0,67	18,0	72	1,9	0,0	123,8	37,3
24/82	1,06	15,0	66	0,0	1,3	137,0	44,3
25/51	0,93	15,9	70	4,6	5,2	147,0	47,5
25/72	0,74	14,7	71	0,0	1,4	143,2	49,7
25/75	0,59	15,0	64	0,0	1,2	108,0	33,5
26/6	0,66	17,2	67	3,3	0,0	142,5	55,6

Линии	Урожайность зерна при 14% влажности, т/га	Уборочная влажность зерна, %	Период «всходы – цветение початков», дн.	Полегание, %	Поражение пузырчатой головней, %	Высота, см	
						растения	прикрепления початка
26/18	2,23	14,7	63	0,0	1,2	166,5	56,1
26/51	1,69	14,0	63	1,2	2,4	135,0	43,5
27/17	0,77	15,2	70	0,0	2,9	139,9	43,7
27/72	1,22	15,3	70	4,3	6,3	135,5	37,5
S	0,91	1,9	2,1	1,3	2,4	21,5	10,2

Изучаемые линии можно отнести к среднеспелым и среднепоздним группам спелости ФАО. Продолжительность периода «всходы – цветение початков» у самой раннеспелой линии составило 63, у позднеспелой – 72 дня. Новые самоопыленные линии отличаются средней уборочной влажностью зерна (14,0–15,0%), устойчивы к полеганию растений (0–4,6% по-

легших растений), слабо поражались пузырчатой головней на естественном фоне (0–6,3% пораженных растений), характеризуются технологичностью при уборке (высота прикрепления початка 33,5–56,1 см).

Анализ результатов биохимических исследований позволил выделить образцы с высокими значениями изучаемых признаков (табл. 2).

2. Биохимический состав самоопыленных линий восковидной кукурузы (2019–2020 гг.) 2. Biochemical composition of the new self-pollinated waxy maize lines (2019–2020)

Линии	Содержание в спелом зерне, %		
	крахмал	белок	жир
24/15	70,2	11,0	4,7
24/34	68,1	10,6	5,4
24/67	67,6	12,2	5,0
24/82	66,7	12,5	5,0
25/51	67,3	14,6	5,0
25/72	66,8	12,2	5,8
25/75	66,9	12,8	5,9
26/6	66,4	12,1	5,4
26/18	69,8	10,4	4,8
26/51	66,2	13,2	5,1
27/17	65,1	13,6	5,5
27/72	66,3	13,2	5,6

Выделены самоопыленные линии 24/15 и 26/18 с высоким содержанием крахмала в спелом зерне (70,2 и 69,8% соответственно) и средним содержанием белка (11,0–10,4%) и жира (4,7–4,8%). Остальные изучаемые линии восковидной кукурузы формировали средние показатели содержания крахмала, белка и жира.

На основе изучаемых самоопыленных линий восковидной кукурузы созданы простые гибридные комбинации. Урожайность зерна стандартного гибрида Зерноградский 282 МВ составила 2,43 т/га, уборочная влажность зерна – 18,2% (табл. 3).

3. Хозяйственно-ценные признаки новых гибридов восковидной кукурузы (2019–2020 гг.) 3. Economically valuable traits of the new waxy maize hybrids (2019–2020)

Гибрид	Урожайность зерна при 14% влажности, т/га	Уборочная влажность зерна, %	Период «всходы – цветение початков», дн.	Полегание, %	Поражение пузырчатой головней, %	Высота, см	
						растения	прикрепления початка
Зерноградский 282 МВ	2,43	18,2	65	12,9	3,9	180,0	69,5
89×93	2,68	19,3	66	7,4	1,1	183,0	65,5
89×94	2,71	18,6	66	5,8	3,2	187,0	77,5
89×95	2,65	20,7	66	4,5	3,4	184,5	71,2
90×94	2,34	14,6	67	26,6	11,1	175,0	66,0
91×93	3,23	13,3	62	6,3	4,1	183,0	60,7
91×94	2,77	12,8	62	3,1	4,1	188,5	66,0
91×95	2,68	12,5	62	3,6	7,2	172,0	65,5
101×99	2,40	22,0	68	12,7	2,2	178,7	60,7
103×105	2,84	13,9	65	7,0	3,0	177,2	56,5
103×106	2,78	14,4	62	3,2	5,4	175,5	67,2
НСР ₀₅	0,36	–	–	–	–	–	–

Выделены новые гибриды восковидной кукурузы 91×93 (3,23 т/га) и 103×105 (2,84 т/га), существенно превысившие стандарт (на 0,80 и 0,41 т/га) по урожайности зерна. Данные гибриды характеризовались низкой уборочной влажностью зерна (13,3–13,9%), были устойчивы к поражению пузырчатой головней (4,1–3,0 пораженных растений), отличались технологичностью к уборке (6,3–7,0% полегших растений) и высоким прикреплением верхнего початка (60,7–56,5 см). Новые гибриды 91×94 и 103×106 сформировали равноценную стандарту урожайность зерна (2,77 и 2,78 т/га) с низкой уборочной влажностью зерна (12,8 и 14,4%).

Основными продуктами, получаемыми в крахмалопаточной промышленности, являются крахмал, масло и белковые корма. Содержание амилопектина в зерне восковидной кукурузы достигает 100%, поэтому отсутствует трудоемкий процесс отделения амилопектина от амилозы. При этом стандарт с большей урожайностью будет иметь меньше крахмала в зерне за счет доли амилозы в амилопектине (Хатефов и др., 2018).

Выделены новые гибриды кукурузы, значительно превысившие стандарт по сбору крахмала с 1 га 91×93, 91×94, 103×105, 103×106, превышение над стандартом составило 0,20–0,54 т/га (табл. 4).

4. Содержание крахмала в урожае новых гибридов восковидной кукурузы (2019–2020 гг.) 4. Starch content in the harvest of the new waxy maize hybrids (2019–2020)

Гибрид	Урожайность зерна, т/га	Содержание крахмала в урожае зерна	
		т/га	±к стандарту
Зерноградский 282 МВ	2,43	1,65	–
89×93	2,68	1,83	0,18
89×94	2,71	1,78	0,13
89×95	2,65	1,81	0,16
90×94	2,34	1,57	-0,08
91×93	3,23	2,17	0,52
91×94	2,77	1,89	0,24
91×95	2,68	1,81	0,16
101×99	2,40	1,63	-0,02
103×105	2,84	1,92	0,27
103×106	2,78	1,85	0,20
НСР 05	0,36	0,19	–

Остальные гибриды по данному признаку были на уровне стандарта Зерноградский 282 МВ (1,65 т/га). Полученные значения свидетельствуют о том, что гибриды обладают достаточной продуктивностью по сбору амилопектинового крахмала с 1 га.

Особенностью производства крахмала из кукурузного зерна является качество побочной продукции (масло и белок). Содержание белка в новых гибридах восковидной кукурузы варьировало в пределах от 9,2 до 12,2% (табл. 5).

5. Биохимический состав зерна новых гибридов восковидной кукурузы (2019–2020 гг.) 5. Biochemical composition of kernels of the new waxy maize hybrids (2019–2020)

Гибрид	Содержание в спелом зерне, %		
	крахмал	белок	жир
Зерноградский 282 МВ	68,1	12,0	4,0
89×93	68,4	9,7	5,6
89×94	65,6	9,9	5,4
89×95	68,2	9,2	5,5
90×94	67,3	10,3	5,1
91×93	68,5	12,2	4,5
91×94	68,6	12,1	4,9
91×95	69,0	12,2	4,4
101×99	68,0	11,6	4,7
103×105	67,7	11,9	4,6
103×106	66,7	11,7	5,2

Выделившиеся по сбору крахмала с 1 га гибриды 91×93, 91×94 имели наибольшее содержание белка (12,19 и 12,24% соответственно). Новые гибриды кукурузы сформировали среднее значение жира в спелом зерне (4,00–5,64%).

Выводы. Изучено 40 самоопыленных линий и 30 гибридов подвиги восковидной куку-

рузы. Выделены линии 26/18 и 24/15, сочетающие высокую продуктивность (0,91–2,23 т/га) с высоким содержанием крахмала в спелом зерне.

Созданы гибриды кукурузы 91×93, 103×105, превышающие стандарт по урожайности зерна (на 0,41–0,80 т/га), а также они значительно

превосходили стандартный гибрид по сбору крахмала в зерне (68,5–69,0%) и средним содержанием крахмала с 1 га. Новые гибриды восковидной кукурузы отличались высоким содержанием крахмала в зерне (68,5–69,0%) и средним содержанием жира и белка.

Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Попов А. С., Овсянникова Г. В., Сухарев А. А. Влияние сроков посева по различным предшественникам на урожайность и качество зерна мягкой озимой пшеницы сорта Краса Дона в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1(67). С. 4–10.
2. Аппаев С. П., Кагермазов А. М., Хачидогов А. В., Гоникова М. Р., Хатефов Э. Б. Оценка новых гибридов восковидной кукурузы по хозяйственно ценным признакам // Известия КБНЦ РАН № 6(98) 2020. С. 113–120.
3. Игнат'ев А. С. Характеристика новых самоопыленных линий восковидной кукурузы // Зерновое хозяйство России. 2020. № 5(60). С. 59–62.
4. Карабут Т. Трудности передела. Что мешает развитию глубокой переработки зерна // «Агроинвестор» [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/analytics/article/32529-trudnosti-peredela/>.
5. Кривошеев Г. Я., Игнат'ев А. С. Анализ количественных признаков у самоопыленных линий восковидной кукурузы (*Zea mays l. Ceratina*) // Зерновое хозяйство России. 2018. № 6(71). С. 59–62.
6. Хатефов Э. Б., Матвеева Г. В., Хачидогов А. В., Кагермазов А. М., Казмахов, А. В. Ресурсный потенциал коллекции кукурузы ВИР как источник амилопектинового крахмала // АПК России. Том 25. № 2. С. 244–248.

References

1. Alabushev A. V., Popov A. S., Ovsyannikova G. V., Suharev A. A. Vliyanie srokov poseva po razlichnym predshestvennikam na urozhajnost' i kachestvo zerna myagkoj ozimoy pshenicy sorta Krasa Dona v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti [The effect of sowing dates for various forecrops on the productivity and grain quality of the winter bread wheat variety 'Krasa Dona' in the southern part of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2020. № 1(67). S. 4–10.
2. Appaev S. P., Kagermazov A. M., Hachidogov A. V., Gonikova M. R., Hatefov E. B. Ocenka novyh gibridov voskovidnoj kukuruzy po hozyajstvenno cennym priznakam [Estimation of the new waxy maize hybrids according to economically valuable traits] // Izvestiya KBNC RAN № 6(98). 2020. S. 113–120.
3. Ignat'ev A. S. Harakteristika novyh samoopylennyh linij voskovidnoj kukuruzy [Characteristics of the new self-pollinated waxy maize lines] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2020. № 5(60). S. 59–62.
4. Karabut T. Trudnosti peredela. CHto meshaet razvitiyu glubokoj pererabotki zerna [Difficulties of redistribution. What hinders the development of deep grain processing] // «Agroinvestor» [Elektronnyj resurs] Rezhim dostupa: <https://www.agroinvestor.ru/analytics/article/32529-trudnosti-peredela/>.
5. Krivosheev G. Ya., Ignat'ev A. S. Analiz kolichestvennyh priznakov u samoopylennyh linij voskovidnoj kukuruzy (*Zea mays l. Ceratina*) [Analysis of quantitative traits of the self-pollinated waxy maize lines (*Zea mays l. Ceratina*)] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 6(71). S. 59–62.
6. Hatefov E. B., Matveeva G. V., Hachidogov A. V., Kagermazov A. M., Kazmahov, A. V. Resursnyj potencial kolekcii kukuruzy VIR kak istochnik amilopektinovogo krahmala [Resource potential of the IPI maize collection as a source of amylopectin starch] // APK Rossii. Tom 25. № 2. S. 244–248.

Поступила: 16.02.21; принята к публикации: 18.03.21.

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

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Игнат'ев 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.

ИСПЫТАНИЯ УЛЬТРАСКОРОСПЕЛЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ ФРАНЦУЗСКОЙ СЕЛЕКЦИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА В УСЛОВИЯХ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. А. Перченко, кандидат биологических наук, доцент, кафедры агрономии и технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ORCID ID: 0000-0001-8075-8273;
О. Н. Сергеева, старший преподаватель кафедры агрономии и технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ksuser@vtomske.ru, ORCID ID: 0000-0002-1762-3146
Томский сельскохозяйственный институт – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет», 634050, г. Томск, ул. Карла Маркса, 19; e-mail: tshi@ngs.ru

Приведены результаты испытаний ультраскороспелых гибридов кукурузы французской селекции с разными ФАО: Зета 102 (ФАО – 115), Зета 140 С (ФАО – 140), Лазулия (ФАО – 170) в течение двух лет – 2019 и 2020 гг. Фенологические наблюдения показали, что оба года площадь листьев кукурузы в начале вегетации более интенсивно нарастала у гибрида Зета 102 и достигала максимальной величины к фазе выметывания, но уже с фазы 6-го листа интенсивнее формировалась листовая поверхность у других гибридов, особенно у более поздней Лазулии (ФАО – 170). Кроме того более высокорослые растения сформировались у гибридов кукурузы с более удлиненным ФАО – средняя высота растений Лазулии достоверно больше, чем у двух гибридов Зеты. Также у этого гибрида обнаружилось более высокие показатели структуры урожая и выход зерна. Этот гибрид отличался не только большей массой початка по сравнению с другими гибридами, но и достоверно большим количеством зерен в початке, соответственно и более высокой урожайностью зерна. В то же время биологическая урожайность оказалась выше у гибрида кукурузы Зета 102 (ФАО – 115), что может свидетельствовать о более высокой обильности этого гибрида, это подтверждается и самым низким коэффициентом хозяйственной эффективности. В результате проведенных испытаний можно предположить, что в условиях Томской области целесообразно возделывать на зерно гибрид кукурузы Лазулия, а на силос – Зета 102. Испытания будут продолжены в других районах Томской области.

Ключевые слова: кукуруза; урожайность; структура урожая; выход зерна.

Для цитирования: Перченко Н. А., Сергеева О. Н. Испытания ультраскороспелых гибридов кукурузы французской селекции для производства зерна в условиях Томской области // Зерновое хозяйство России. 2021. № 2(74). С. 27–33. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-27-33.



TESTING OF THE ULTRA-EARLY MATURING MAIZE HYBRIDS OF FRENCH BREEDING FOR GRAIN PRODUCTION IN THE TOMSK REGION

N. A. Perchenko, Candidate of Biological Sciences, associate professor of the department of agronomy and technologies for production and processing of agricultural products, ORCID ID: 0000-0001-8075-8273;

O. N. Sergeeva, senior lecturer of the department of agronomy and technologies for production and processing of agricultural products, ksuser@vtomske.ru, ORCID ID: 0000-0002-1762-3146

Tomsk Agricultural Institute, a branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Novosibirsk State Agricultural University" 634050, RF, Tomsk, Karl Marks Str., 19; e-mail: tshi@ngs.ru

The current paper has presented the testing results of such ultra-early maturing maize hybrids of French breeding with different FAOs, as 'Zeta 102' (FAO – 115), 'Zeta 140 S' (FAO – 140), 'Lasuliya' (FAO – 170) in 2019 and 2020. The phenological study has shown that at the beginning of the vegetation period the maize leaf area of the hybrid 'Zeta 102' increased more intensively and reached its maximum value at the heading stage. At the same time, at the period of the 6th leaf formation, the leaf surface of the later maturing hybrid 'Lasuliya' (FAO – 170) formed more intensively. In addition, the maize hybrids with a more elongated FAO formed taller plants, the average plant height of the hybrid 'Lasuliya' was significantly higher than that of the two hybrids 'Zeta'. The hybrid 'Lasuliya' also showed higher yield structure and grain yield. The hybrid 'Lasuliya' was characterized with not only a larger cob weight compared to other hybrids, but also with a significantly larger number of grains per cob, and, accordingly, a higher grain yield. At the same time, the biological yield of the maize hybrid 'Zeta 102' (FAO – 115) turned out to be higher, which may indicate a higher foliage of this hybrid, this is also confirmed by the lowest coefficient of economic efficiency. The results of the tests showed that in the Tomsk region it is preferable to grow the maize hybrid 'Lasuliya' for grain, and 'Zeta 102' for silage. The tests are going to be continued in other districts of the Tomsk region.

Keywords: maize, productivity, yield structure, grain yield.

Введение. Зерно кукурузы является источником кормов для животноводства, сырьем для пищевой и перерабатывающей промышленности.

Значительным резервом повышения урожайности кукурузы является внедрение новых высокопродуктивных гибридов, устойчивых к неблагоприятным условиям внешней среды. В Томской области 11 хозяйств возделывают кукурузу, но ни в одном из них она не доходит до товарного состояния ввиду короткого вегетационного периода и невысокой суммы активных температур. Однако селекционный процесс не стоит на месте, и в настоящее время зона выращивания кукурузы на силос значительно продвинулась на север. В то же время препятствием к распространению зерновой кукурузы в условиях Сибири является отсутствие холодостойких гибридов с коротким периодом вегетации. Поэтому подбор адаптированных гибридов для выращивания кукурузы в Западной Сибири и разработка ее агротехники остаются очень важными.

В настоящее время на сельскохозяйственном мировом рынке лидером по выведению эксклюзивных гибридов кукурузы является ведущая европейская семейная компания LABOULET Semences (Лабуле Семенсис), основанная Эрнестом Лабуле в 1885 г. на севере Франции в Пикардии. История предприятия началась с производства семян клевера. В начале 90-х годов прошлого века была запущена программа по производству семян масличного льна, но настоящий прорыв был сделан в 1996 году с началом селекции семян кукурузы. Они принесли компании успех на европейском рынке, а в 2017 году было открыто представительство в России – ООО «Лабуле» (LABOULET Semences в России ООО "Лабуле", 2020).

Сегодня приоритетом компании является селекция ранних и ультран ранних гибридов кукурузы, например, таких как Зета 101, Зета 102, Зета 140, Зета 200, Эламия, Тирнавия, Тюркизия и др. Они относятся к группе F1, устойчивы к климатическим аномалиям, поражению вредителями и болезнями. Наибольший интерес представляют ультран ранние узколистные зерновые гибриды Зета 101 (ФАО – 110) и Зета 102 (ФАО – 115), позволяющие сформировать початки и получать качественное зерно в неблагоприятных климатических условиях для возделывания традиционной кукурузы. Кроме морозоустойчивости гибриды обладают хорошей засухоустойчивостью, что позволит возделывать их даже в регионах с континентальным засушливым климатом.

Цель нашей работы – провести испытания ультран ранних гибридов кукурузы для получения зерна в условиях Томской области.

Материалы и методы исследований. Кукуруза (*Zea mays* L.) – травянистое, однолетнее растение, требовательное к теплу, сумма эффективных температур – не менее 900 °С. Биологический минимум для прорастания семян – 8–10 °С. В фазе всходов, а также во время образования вегетативных органов растения этот показатель составляет 10–12 °С. При образовании генеративных органов, цветении и созревании этот минимум составляет

12–15 °С. Наиболее благоприятная для выращивания температура днем – 22–25 °С, ночью – +18 °С (Прохорова и др., 2015).

Испытания гибридов кукурузы в Томской области проводили в 2019 и 2020 годах на полях СПК Нелюбино. Опыты закладывали по методике Б. А. Доспехова (1985) и Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1956). Согласно отчету о научно-исследовательской работе по теме: Подготовка предложений по разработке и содержанию «Правил рационального использования земель сельскохозяйственного назначения в Томской области» (2018) почва серая лесная среднесуглинистая, которая характеризуется невысоким содержанием гумуса (3,5%), кислой реакцией среды ($pH_{\text{сол.}} = 5,3$). Средневзвешенное содержание подвижного фосфора достаточно высокое – 151–220 мг/кг, обменного калия в почвах – до 148 мг/кг.

Исследования проводили в соответствии с общепринятой методикой государственного сортоиспытания (1956). Опыты были заложены в трех вариантах в трехкратной повторности. Площадь одной делянки составила 100 м², размещение рендомизированное. Кукурузу сеяли после озимой пшеницы 6 мая сеялкой СУПН-8. Обработку почвы после уборки предшественника проводили по типу улущенной зяби. Весной обработка почвы состояла из двух культиваций, последняя перед посевом. Агротехника возделывания соответствовала зональным рекомендациям (Дмитриев и др., 2014). Фенологические наблюдения за вегетирующими растениями проводили в фазы формирования очередных листьев, площадь листьев вычисляли методом промеров, который подходит для зерновых и других культур с линейной формой листьев (Лавренко, 1959). Из каждой пробы методом случайной выборки выбирали по 10 зеленых листьев, взвешивали и определяли площадь методом линейных измерений по длине (Д) и наибольшей ширине (Ш). Площадь измеренных листьев (S) рассчитывали по формуле:

$$S = D_{\text{cp}} \times Ш_{\text{cp}} \times 0,7 \times n,$$

где n – число измеренных листьев.

Уборку урожая кукурузы на зерно проводили сплошным методом поделочно-вручную в фазу полной спелости зерна. Убранные с учетной площади каждой делянки початки взвешивали непосредственно в поле. Оценку экспериментальных данных проводили дисперсионным и корреляционным методами.

Объектами исследования были выбраны гибриды французской селекции с разными ФАО: Зета 102 (ФАО – 115), Зета 140 С (ФАО – 140), Лазулия (ФАО – 170).

ФАО – это индекс скороспелости кукурузы, внедренный FAO (расшифровка: Food and Agricultural Organization, или Организация по продовольствию и сельскому хозяйству) при Организации объединенных наций. Согласно этой классификации все гибриды ку-

курузы были поделены на девять основных групп, а за основу систематики были взяты цифры от 100 до 999.

Сотни в индексе ФАО означают спелость гибрида, а десятки – отличительные особенности по сроку вегетации внутри своей группы спелости. Таким образом, по показателю ФАО можно легко определить подходит ли гибрид под конкретные условия выращивания. В группу кукурузы с ФАО 100-199 входят только раннеспелые гибриды. В группу ФАО 200-299 – среднеранние, а в группу ФАО 300-399 – среднеспелые и так далее. В пределах одной группы различные гибриды будут отличаться продолжительностью периода вегетации.

В нашей стране различают пять основных групп ФАО: раннеспелые, среднеранние, среднеспелые, среднепоздние, позднеспелые. Каждая из них имеет свои характеристики и особенности возделывания.

Систематизация была внедрена во избежание путаницы и для создания единой единицы измерения характеристик кукурузы по всему миру. Фермеры могут по ФАО легко подобрать оптимальный гибрид кукурузы для конкретных целей и условий выращивания.

Зета 102 (ФАО – 115) – Силосный спринтер. Тип зерна – кремнистый. Инновационный ультратранний силосный гибрид. Равномерное созревание зерна до восковой спелости. Рекомендованное количество растений к уборке – 95–100 тыс. шт./га. Возможно использование культуры в системе органического земледелия, в повторных посевах и на орошаемых участках. Средняя высота растений 220–240 см, длина початка – 25–27 см (Описание сортов. LABOULET Semences, 2019).

Зета 140 С (ФАО – 140) – обладает универсальным использованием. Тип зерна – кремнисто-зубовидный. Идеально подходит для позднего посева. Высокая урожайность при выращивании на зерно и силос, отличная адаптация для повторных посевов в зонах достаточного увлажнения и на орошаемых участках. Высокое содержание сухого вещества при раннем посеве. Тип скрещивания – трехлинейный гибрид. Рекомендованное количество растений к уборке: 90 тыс. шт./га на зерно и 95 тыс. шт./га на силос в зонах устойчивого увлажнения; 80 тыс. шт./га на зерно и 85 тыс. шт./га на силос в засушливых зонах. Гибрид способен выдерживать загущение, расположение листьев эректоидное. Средняя высота растений – 250–270 см, высота крепления початка – 55 см, длина початка – до 25 см (Описание сортов. LABOULET Semences, 2019).

Лазулия (ФАО – 170) – универсально-го использования. Тип зерна кремнисто-зубовидный. Раскрывает свой потенциал при выращивании по интенсивной технологии, с хорошей отзывчивостью на повышенный агрофон. Устойчива к полеганию и засушливым условиям. Хороший рост на ранних стадиях развития и влагоотдача при созревании. Растение высокорослое, высота –

до 230–250 см, высота крепления початка – 55–60 см. Рекомендованное количество растений к уборке: 80 тыс. шт./га на зерно и 85 тыс. шт./га на силос. Количество рядов в початке – 16–20, число зерен в ряду – 30–46. Очень здоровые початки, высокая устойчивость к фузариозу и пузырчатой головне. Масса 1000 зерен – 290–300 г. Высококачественное сырье для нужд крахмалопаточной промышленности (Описание сортов. LABOULET Semences, 2019).

Результаты и их обсуждение.

Биометрические показатели. Кукуруза образует надземные органы в два этапа: первый заключается в образовании вегетативных органов растения, а второй – в образовании репродуктивных органов. Длительность межфазных периодов определяется сортовыми особенностями, погодными условиями и агротехникой.

Особое влияние на особенности роста и развития растений кукурузы оказывают конкретные почвенно-климатические условия местности. Вегетационный период 2019 г. в целом был стабилен по температуре, но в июле и августе отмечалась нехватка влаги. Следует отметить, что сумма эффективных температур за вегетацию 2019 г. составила 889 °С, поэтому в период уборки (начало второй декады сентября) початки кукурузы разных гибридов были в различных фазах спелости зерна. В 2020 г., который отличился ранней теплой весной, продолжительным теплым вегетационным периодом (сумма активных температур – 1146 °С), фаза полной спелости зерна к уборке отмечалась в разной степени у всех гибридов, но более всего у Лазулии.

В формировании сырой биомассы и сухого вещества кукурузы ведущая роль принадлежит фотосинтезу, поэтому интенсивность листового образования и площадь листовой поверхности растений оказывают большое влияние на продуктивность растений, так как до 95% сухой биомассы формируется из органических веществ, первично образующихся в листьях.

Проведенные наблюдения в течение 2-х лет показали, что длина листа первых промеров в фазе 4-х листьев у гибрида Зета 102 (ФАО – 115) достоверно выше, чем у Зета 140 С (ФАО – 140) и Лазулии (ФАО – 170), поскольку этот гибрид более скороспелый. К моменту появления четвертого листа запас питательных веществ семени заканчивается, и растение кукурузы на данном этапе перестраивается на автотрофное питание. Как отмечает Н. И. Володарский (1986), в течение 5–7 дней после всходов у кукурузы создается стабильная ассимиляционная поверхность, обслуживающая формирующиеся части растения. Этому способствует и небольшая площадь ассимиляционной поверхности, а также неполное развитие корневой системы кукурузы. Тем не менее, листья кукурузы на этом этапе уже достаточно крупные. Появление последующих листьев кукурузы наблюдалось несколько быстрее, с интервалом в один-два дня.

Площадь листьев в наших опытах варьировала в течение вегетации в зависимости от условий увлажнения и питания. У всех изучаемых гибридов она в начале вегетации интенсивно нарастала и достигала максимальной величины к фазе выметывания, но уже с фазы 6-го листа интенсивнее стала формироваться листовая поверхность у более поздней Лазулии (ФАО – 170), что свидетельствует о том, что в этот период у них более интенсивно накапливаются продукты ассимиляции, чем у более ранней Зеты 102, что и подтверждается индексами средней площади листьев (табл. 1). Этот показатель рассчитывается в процентах от максимальной площади, и чем он выше, тем устойчивее посев как фотосинтезирующая сис-

тема. По данным Д. С. Филева, Н. И. Логачева (1971), а также Н. И. Володарского (1986), площадь листовой поверхности кукурузы, её размеры увеличиваются при попадании растения в оптимальные по температурному и водному режиму условия.

Таким образом, более поздние гибриды в условиях как 2019 года, так и 2020, формировали больший ассимиляционный аппарат листьев, что позволило им увеличить продуктивность растений в сравнении с более ранним гибридом Зета 102. Вопрос о размере формируемой растением ассимиляционной поверхности имеет важное практическое значение, так как с этим показателем связана урожайность зерна (табл. 1).

1. Биометрические показатели листа гибридов кукурузы 1. Biometric indicators of a leaf of maize hybrids

Гибрид	Размеры листа, см						Площадь листа, см ²		
	длина			ширина					
	4 лист	6 лист	10 лист	4 лист	6 лист	10 лист	4 лист	6 лист	10 лист
2019 г.									
Зета 102 (ФАО – 115)	15,0±1,0	62,0±3,1	86,3±4,2	2,5±0,3	6,2±0,3	9,4±0,4	262,5	2690,8	5678,5
Зета 140 С (ФАО – 140)	13,0±0,9	63,8±3,6	90,2±4,3	2,5±0,3	6,4±0,3	10,0±0,6	227,5	2876,2	6314,0
Лазулия (ФАО – 170)	12,5±0,8	64,2±4,3	94,8±4,6	2,2±0,3	6,8±0,4	10,2±0,6	192,5	3036,9	6768,7
Индекс средней площади листьев, %							100,0	88,6	83,9
							86,6	94,7	93,3
							73,3	100,0	100,0
2020 г.									
ЗЕТА 102 (ФАО – 115)	15,9±0,9	62,3±3,3	87,1±4,3	2,5±0,3	6,3±0,3	9,5±0,4	278,2	2747,4	5792,1
ЗЕТА 140 С (ФАО – 140)	13,6±0,9	64,1±3,3	91,3±4,2	2,5±0,3	6,4±0,3	10,1±0,5	238,0	2871,7	6454,9
Лазулия (ФАО – 170)	12,8±0,8	64,9±4,3	95,8±4,6	2,2±0,3	6,9±0,4	10,3±0,6	197,1	3134,7	6907,2
НСР ₀₅	1,6	2,8	3,2	0,3	0,6	0,7	14,6	81,7	126,4
Индекс средней площади листьев, %							100,0	87,6	83,9
							85,5	91,6	93,4
							70,8	100,0	100,0

Высота растений является важным морфологическим признаком, по величине которого можно определить динамику роста растений. В начальный период, до образования первого надземного стеблевого узла, кукуруза росла очень медленно, постепенно набирая скорость, и достигла максимума перед выметыванием. В это время прирост растений составлял 10–12 см в сутки. После цветения рост растений в высоту прекращался. Конечная высота растений явилась результатом среднесуточ-

ных приростов в разные периоды вегетации, максимум роста растений в высоту отмечался за 10–15 дней до выметывания и спустя 10 дней после выметывания. В этот период растения накапливают до 75% органической массы.

В наших опытах более высокорослые растения сформировались у гибридов кукурузы с более удлиненным ФАО – средняя высота растений Лазулии достоверно больше, чем у двух гибридов Зеты (табл. 2).

2. Биометрические показатели стебля гибридов кукурузы 2. Biometric indicators of a stem of maize hybrids

Гибрид	Высота растения по фазам, см		
	4 лист	6 лист	10 лист
2019 г.			
ЗЕТА 102 (ФАО – 115)	8,3±0,8	70,4±6,3	125±8,4
ЗЕТА 140 С (ФАО – 140)	8,2±0,7	90,2±7,2	130±8,6
ЛАЗУЛИЯ (ФАО – 170)	7,0±0,4	93,8±7,6	132±8,8
2020 г.			
ЗЕТА 102 (ФАО – 115)	8,5±0,5	77,6±6,2	127±8,2
ЗЕТА 140 С (ФАО – 140)	8,4±0,5	92,3±6,4	131±8,3
ЛАЗУЛИЯ (ФАО – 170)	7,6±0,4	95,1±6,8	134±8,5
НСР ₀₅	0,8	9,7	1,1

Структура урожая кукурузы. Как известно, в формировании высоты растений кукурузы выделяются два критических периода: фаза 2–3 листьев, когда происходит дифференциация зачаточного стебля, и фаза 6–7 листьев, когда формируется початок, что в определенной мере определяет урожайность кукурузы. Как показали наши опыты, высота растений находится в прямой связи с урожайностью и выражается коэффициентом корреляции $r = 0,79–0,84$. Кроме этого мы обнаружили отрицательную корреляцию между высотой стебля и скороспелостью кукурузы ($r = -0,58 – -0,64$).

Конечная продуктивность кукурузы оценивается по показателям урожайности и структуре урожая. Урожай кукурузы складывается из его элементов (длина початка, размеры зерен, озерненность початка, масса початка, мас-

са зерна с початка, масса 1000 зерен). Расчет коэффициентов линейной корреляции урожайности зерна с показателями структуры урожая показал наличие статистически достоверной связи ($r = 0,69–0,72$).

Одним из важнейших показателей структуры урожая является масса 1000 зерен, которая характеризует их крупность: чем полновеснее семена, тем лучше их качество. Полновесные и выравненные семена дают дружные всходы, растения равномерно развиваются, одновременно созревают и дают высокий урожай.

Анализируя структуру урожая, мы отметили, что более качественные показатели обнаружались у гибрида кукурузы Лазулия (ФАО – 170). По всем элементам структуры урожая различия достоверны на 5%-м уровне (табл. 3).

3. Структура урожая гибридов кукурузы 3. Yield structure of maize hybrids

Гибрид	Масса початка, г	Кол-во семян в початке, шт.	Масса 1000 семян, г	Длина початка, см	Ширина початка, см	Длина зерна, мм	Ширина зерна, мм	Кол-во растений на 1 м ²
2019 г.								
Зета 102 (ФАО – 115)	70±1,2	230±1,2	221,8±1,2	12±0,6	3,5±0,1	8±0,2	8±0,2	4
Зета 140 С (ФАО – 140)	127±1,8	210±1,1	239,4±1,1	17±0,8	4,5±0,1	8±0,2	8±0,2	4
Лазулия (ФАО – 170)	193±2,1	240±1,2	304,8±1,2	17±0,8	4,0±0,1	10±0,2	8±0,2	4
2020 г.								
ЗЕТА 102 (ФАО – 115)	72	230	232	12	3,6	9	8	4
ЗЕТА 140 С (ФАО – 140)	129	220	246	17	–	–	–	4
Лазулия (ФАО – 170)	–	–	–	–	–	–	–	4
НСР ₀₅	24	91	15	2	0,8	1,6	–	–

Мы рассчитали выход зерна из початков кукурузы как отношение массы зерна кукурузы

к массе необмолоченных початков, выраженное в процентах (ГОСТ 27186-86) (табл. 4).

4. Выход зерна гибридов кукурузы 4. Grain yield of maize hybrids

Гибрид	Масса 1000 семян, г	Кол-во семян в початке, шт.	Масса семян в початке, г	Масса початка, г	Выход зерна, %
2019 г.					
Зета 102 (ФАО – 115)	230±1,2	221,8±1,2	60,2	70±1,2	86,0
Зета 140 С (ФАО – 140)	210±1,1	239,4±1,1	111,5	127±1,8	87,8
Лазулия (ФАО – 170)	240±1,2	304,8±1,2	176,0	193±2,1	91,2
2020 г.					
ЗЕТА 102 (ФАО – 115)	240	234,6	76,3	86	88,7
Зета 140 С (ФАО – 140)	220	242,8	120,9	132	91,6
Лазулия (ФАО – 170)	260	334,7	194,4	201	96,7
НСР ₀₅	15	91	10	24	–

Оказалось, что наибольший выход зерна отмечался у гибрида Лазулия, который отличался не только большей массой початка по сравнению с другими гибридами, но и достоверно большим количеством зерен в початке.

Урожайность гибридов кукурузы. Мы определили биологическую урожайность массы растения в полевых условиях перед уборкой урожая. Она представляет собой сумму суточных приростов сухой массы на гектар посева в течение вегетационного периода. Размер су-

точных приростов определяется величинами площади листовой поверхности и продуктивностью фотосинтеза. Повышение биологического урожая сельскохозяйственных культур не всегда приводит к повышению его хозяйственно-ценной части, ради которой культура возделывается. Поэтому большое значение имеет доля хозяйственного урожая от биологического, или коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза ($K_{хоз}$). В зависимости от целей возделывания кукурузы ее хозяйственно ценную часть составляют надземная

вегетативная масса с недозревшими початками и зерно в фазе полной спелости.

Наши расчеты показали, что биологическая урожайность оказалась выше у гибрида кукурузы Зета 102 (ФАО – 115), что может свидетельствовать о более высокой облиственности

этого гибрида, это подтверждается и самым низким коэффициентом хозяйственной эффективности. По результатам двух лет испытаний можно предварительно рекомендовать этот гибрид для возделывания на силос (табл. 5).

5. Биологическая урожайность гибридов кукурузы 5. Biological productivity of maize hybrids

Гибрид	Выход зерна, %	Биологическая урожайность зерна	Фактическая урожайность	$K_{\text{хоз}}$, ц/га
2019 г.				
Зета 102 (ФАО – 115)	86,0	60,0	54,8	0,91
Зета 140 С (ФАО – 140)	87,8	58,4	56,3	0,96
Лазулия (ФАО – 170)	91,2	42,8	62,2	1,45
2020 г.				
Зета 102 (ФАО – 115)	88,7	68,0	61,6	0,91
Зета 140 С (ФАО – 140)	91,6	62,0	60,2	0,97
Лазулия (ФАО – 170)	96,7	48,0	78,2	1,63

Фактические данные об урожайности трех испытываемых гибридов были получены после уборки сплошным методом в фазу полной спелости зерна. Различия между урожайно-

стями зерна в посевах кукурузы на этих вариантах статистически значимо на 5%-м уровне (табл. 6).

6. Урожайность гибридов кукурузы 6. Productivity of maize hybrids

Гибрид	Выход зерна с початка, %	Урожайность, ц/га	Прибавка	
			ц/га	%
2019 г.				
Зета 102 (ФАО – 115)	86,0	54,8	–	–
Зета 140 С (ФАО – 140)	87,8	56,3	1,5	2,7
Лазулия (ФАО – 170)	91,2	62,2	7,4	14,0
2020 г.				
Зета 102 (ФАО – 115)	88,7	61,6	–	–
Зета 140 С (ФАО – 140)	91,6	60,2	1,4	2,3
Лазулия (ФАО – 170)	96,7	78,2	16,6	26,9
НСР05	–	–	4,8	–

Самые высокие показатели оказались у гибрида Лазулия (ФАО – 170), что позволяет выделить этот гибрид как лучший из трех испытываемых для выращивания на зерно в условиях Томской области.

Выводы

1. Биометрические исследования показали, что гибрид кукурузы Лазулия с более растянутым периодом вегетации имеет большую площадь листьев, что в последующем сказывается и на структуре урожая.

2. Анализ структуры урожая выявил лучшие показатели у гибрида Лазулия (ФАО – 170).

3. Исследования, проведенные в Томской области на серых лесных почвах, позволили выявить наиболее высокоурожайный, способный вызревать до полной спелости зерна гибрид французской селекции Лазулия (ФАО – 170).

4. Расчет коэффициента хозяйственной эффективности позволил предварительно рекомендовать гибрид Зета 102 (ФАО – 115) для возделывания на силос.

Библиографические ссылки

1. Володарский Н. И. Биологические основы возделывания кукурузы. М.: Агропромиздат, 1986. 187 с.
2. Дмитриев В. И., Пунда Н. А., Кваша А. В. Технология возделывания кукурузы на фуражное зерно в степной и лесостепной зоне Западной Сибири. Омск: Вариант, 2014. 28 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Лавренко Е. М. Полевая геоботаника. М.: Рипол Классик, 1959. 444 с.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Овощные, бахчевые культуры, картофель и кормовые корнеплоды. М.: Сельхозгиз, 1956. 264 с.
6. Прохорова Л. Н., Волков А. И., Кириллов Н. А., Куликов Л. А. Энергетическая эффективность биопрепаратов при зерновой технологии возделывания кукурузы // Аграрная Россия. 2015. № 9. С. 2–5. DOI.ORG/10.30906/1999-5636-2015-9-2-5.

7. Филев Д. С., Логачев Н. И. Изменчивость морфо-биологических признаков и продуктивность растений кукурузы в связи с условиями выращивания // Бюллетень ВНИИК. Днепропетровск. 1971. № 22. С. 15–18.
8. LABOULET Semences в России ООО "Лабуле" [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://laboulet.ru>.
9. Описание сортов. LABOULET Semences [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://laboulet.ru>.

References

1. Volodarskij N. I. Biologicheskie osnovy vozdel'yvaniya kukuruzy [Biological basis of maize cultivation]. M.: Agropromizdat, 1986. 187 s.
2. Dmitriev V. I., Punda N. A., Kvasha A. V. Tekhnologiya vozdel'yvaniya kukuruzy na furazhnoe zerno v stepnoj i lesostepnoj zone Zapadnoj Sibiri [Cultivation technology of maize for feed grain in the steppe and forest-steppe zone of Western Siberia]. Omsk: Variant, 2014. 28 s.
3. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniya) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of study results)]. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
4. Lavrenko E. M. Polevaya geobotanika [Field geobotany]. M.: Ripol Klassik, 1959. 444 s.
5. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur. Ovoshchnye, bahchevye kul'tury, kartofel' i kormovye korneplody [Methodology for the State Variety Testing of agricultural crops. Vegetables, melons and gourds, potatoes and fodder root crops]. M.: Sel'hozgiz, 1956. 264 s.
6. Prohorova L. N., Volkov A. I., Kirillov N. A., Kulikov L. A. Energeticheskaya effektivnost' biopreparatov pri zernovoj tekhnologii vozdel'yvaniya kukuruzy [Energy efficiency of biological products in the grain technology of maize cultivation] // Agrarnaya Rossiya. 2015. № 9. S. 2–5. DOI.ORG/10.30906/1999-5636-2015-9-2-5.
7. Filev D. S., Logachev N. I. Izmenchivost' morfo-biologicheskikh priznakov i produktivnost' rastenij kukuruzy v svyazi s usloviyami vyrashchivaniya [Variability of morpho-biological traits and productivity of maize varieties due to growing conditions] // Byulleten' VNIIC. Dnepropetrovsk. 1971. № 22. S. 15–18.
8. LABOULET Semences v Rossii ООО "Labule" [LABOULET Semences in Russia LLC 'LABOULET'] [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://laboulet.ru>.
9. Opisanie sortov [Description of varieties] LABOULET Semences [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://laboulet.ru>.

Поступила: 10.20.10; принята к публикации: 11.01.21.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Перченко Н. А., Сергеева О. Н. – концептуализация исследования, подготовка опыта, выполнение полевых, лабораторных опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

НОВЫЙ РАННЕСПЕЛЫЙ СОРТ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ЖАВОРОНОК

М. М. Иванисов, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, ivaniso561991@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7395-0910;

Д. М. Марченко, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. отделом селекции и семеноводства озимой пшеницы, wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

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

И. А. Рыбась, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, rybasia@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8443-7714;

И. В. Романюкина, техник-исследователь лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, aleksandr-romanjukin@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-8679-7844;

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

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

Представлена характеристика нового раннеспелого сорта озимой мягкой пшеницы Жаворонок по хозяйственно-ценным признакам и свойствам. Создание скороспелых сортов зерновых культур – одна из главных задач растениеводства. Сочетание в одном генотипе сравнительно короткого вегетационного периода с высокой продуктивностью помогает решить ряд проблем, стоящих перед сельским хозяйством. Это позволяет более планомерно использовать технику, снизить напряженность уборочных работ и значительно уменьшить потери урожая, которые отмечаются при возделывании на больших площадях одновременно созревающих сортов. Цель исследования – оценить новый раннеспелый сорт озимой мягкой пшеницы Жаворонок по комплексу хозяйственно-ценных признаков. Исследования проводили в 2015–2019 гг. по предшественникам кукуруза на зерно, черный пар, горох и подсолнечник. В отделе селекции и семеноводства озимой пшеницы ФГБНУ «Аграрного научного центра «Донской» ведется большая работа по селекции озимой пшеницы, одним из важных направлений является и создание раннеспелых сортов. Сорт озимой мягкой пшеницы Жаворонок включен в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации с 2020 года и допущен к использованию в производстве по Северо-Кавказскому и Нижневолжскому регионам. По продолжительности вегетационного периода относится к раннеспелой группе. Его высокая и стабильная урожайность по различным предшественникам объясняется комплексом положительных хозяйственно-ценных признаков и свойств, таких как высокая продуктивность колоса, устойчивость к полеганию и бурой ржавчине, достаточно высокая морозостойкость (на уровне Дон 107). Жаворонок способен давать хорошую урожайность и выполненное зерно в засушливые годы, его раннеспелость позволяет «уходить» от засухи, поражения болезнями и других неблагоприятных условий.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, раннеспелость, устойчивость, предшественник, качество.

Для цитирования: Иванисов М. М., Марченко Д. М., Некрасов Е. И., Рыбась И. А., Романюкина И. В., Кравченко Н. С. Новый раннеспелый сорт озимой мягкой пшеницы Жаворонок // Зерновое хозяйство России. 2021. № 2(74). С. 34–39. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-34-39.



THE NEW EARLY-MATURING WINTER BREAD WHEAT VARIETY ‘ZHAVORONOK’

M. M. Ivanisov, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory for breeding and seed production of winter bread wheat of half-intensive type, ivaniso561991@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7395-0910;

D. M. Marchenko, Candidate of Agricultural Sciences, head of the department of winter wheat breeding and seed production, wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

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

I. A. Rubas, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory for breeding and seed production of winter bread wheat of half-intensive type, rybasia@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8443-7714;

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

N. S. Kravchenko, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and seed quality, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548
Agricultural Research Center "Donskoy", 347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

There has been presented the characteristics of the new early-maturing winter bread wheat variety 'Zhavoronok' according to economically valuable traits and properties. The development of early-maturing grain crop varieties is one of the main issues of grain production. The combination of a relatively short vegetation period with high productivity in one genotype helps to solve a number of agricultural concerns. This allows using techniques more systematic, reducing the intensity of harvesting and yield loss significantly, which occur when cultivating simultaneously maturing varieties on large areas. The purpose of the current study was to evaluate the new early-maturing winter bread wheat variety 'Zhavoronok' on the basis of a set of economically valuable traits. The study was carried out in 2015–2019 with such forecrops as maize for grain, weedfree fallow, peas and sunflower. In the department of winter wheat breeding and seed production of the FSBSI Agricultural Research Center "Donskoy" a lot of work is being done on winter wheat breeding, and one of the important directions is the development of early-maturing varieties. The winter bread wheat variety 'Zhavoronok' has been included in the State List of Breeding Achievements of the Russian Federation since 2020 and approved for use the North Caucasus and Nizhne-Volga regions. According to the length of the growing period, it belongs to the early-maturing group. Its high and stable productivity with various forecrops is explained by a complex of positive economically valuable traits and properties, such as high productivity of a head, resistance to lodging and brown rust, high frost resistance (the same as that of the variety 'Don 107'). The variety 'Zhavoronok' is capable of producing good yields and full grain in arid years, its early maturity allows it to 'escape' drought, disease and other unfavorable conditions.

Keywords: winter wheat, variety, early maturity, resistance, forecrop, quality.

Введение. На Северном Кавказе и в некоторых других регионах нашей страны озимая пшеница является основной продовольственной культурой, её высевают здесь на огромных площадях. Только в Ростовской области под пшеницу ежегодно выделяется более 2,5 млн гектаров пашни (Алабушев и др., 2020).

При современной интенсификации сельскохозяйственного производства особо остро стоит проблема создания раннеспелых сортов озимой пшеницы с потенциалом продуктивности среднеранних и среднеспелых. Продолжительность вегетационного периода – один из важнейших признаков селекции озимой пшеницы. Селекционеры всегда стремились к выведению сортов более скороспелых, способных «уходить» от летней засухи, массового развития болезней и других неблагоприятных условий. Идеальный раннеспелый сорт озимой пшеницы должен сочетать высокую продуктивность, высокие технологические качества зерна и достаточную морозостойкость (Игнатьева и др., 2017).

Создание скороспелых сортов зерновых культур – одна из главных задач растениеводства. Сочетание в одном генотипе сравнительно короткого вегетационного периода с высокой продуктивностью помогает решить ряд проблем, стоящих перед сельским хозяйством (Андрияш, автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственных наук, 1984; Скрипка и др., 2014).

Опыт последних лет указывает на необходимость возделывания в хозяйствах раннеспелого сорта озимой пшеницы, который созревает на 3–4 дня раньше других сортов. Это позволит более планомерно использовать технику, снизить напряженность уборочных работ и, значительно уменьшить потери урожая, которые отмечаются при возделывании на больших площадях одновременно созревающих сортов (Коледа и др., 2018).

Создание раннеспелых сортов актуально для всех зон возделывания культуры. За последние годы в нашей стране создан ряд скороспелых генотипов озимой мягкой пшеницы (Скрипка и др., 2014). Одним из таких является сорт Жаворонок, оригинатором которого является ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Цель исследования – оценить новый раннеспелый сорт озимой мягкой пшеницы Жаворонок по комплексу хозяйственно-ценных признаков.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2015–2019 гг. на полях ФГБНУ «АНЦ «Донской». Конкурсное сортоиспытание закладывали по предшественникам кукуруза на зерно, черный пар, горох и подсолнечник в четырехкратной повторности с учетной площадью делянки 10 м². Посев, фенологические наблюдения и оценки устойчивости выполняли по Методике Государственного сортоиспытания (1989). Стандартом служил сорт озимой мягкой пшеницы Дон 107. Посев проводили селекционной сеялкой Wintersteiger Plotseed на глубину 4–6 см с нормой высева 5 млн всхожих зерен на 1 га по кукурузе на зерно и подсолнечнику и 4,5 млн шт. – по черному пару и гороху. Уборку осуществляли комбайном Wintersteiger Classic в фазе полной спелости зерна.

Климат юга Ростовской области резко континентальный, позволяет получать здесь высокие урожаи озимых зерновых культур. Но урожайность их по годам значительно колеблется из-за неблагоприятно складывающихся в отдельные годы агрометеорологических факторов. Почвенный покров зоны представлен черноземом обыкновенным, содержание гумуса в пахотном слое – в среднем 3,0–3,5%, легкогидролизуемого азота – 60–100 мг/кг почвы, подвижного фосфора – 15–25 мг/кг почвы, обменного калия – 300–500 мг/кг почвы.

Погодные условия за годы исследований различались температурным режимом и рас-

пределением осадков в течение вегетации растений озимой пшеницы, что позволило полнее оценить новый сорт Жаворонок по важнейшим хозяйственно-ценным признакам.

Анализ полученных данных осуществляли с помощью компьютерных программ и методов биометрической статистики.

Результаты и их обсуждение. В отделе селекции и семеноводства озимой пшеницы ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» ведется большая работа по селекции озимой пшеницы, одним из важных направлений является создание раннеспелых сортов. Изучение образцов данной культуры показывает возможность сочетания в одном генотипе высокой продуктивности и скороспелости. Сорт озимой мягкой пшеницы Жаворонок служит яв-

ным подтверждением сказанному. Он получен в результате межсортовой гибридизации раннеспелого сорта местной селекции Станичная, получившего широкое распространение на полях сельхозтоваропроизводителей Ростовской области и других регионов нашей страны, со среднеранним сортом Куяльник (Украина).

Жаворонок включен в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации с 2020 года и допущен к использованию в производстве по Северо-Кавказскому и Нижневолжскому регионам.

Разновидность – *erythrospermum* (Koern). Колос белый, веретеновидный, средней длины и плотности. Зерно яйцевидной формы, красное, бороздка неглубокая (рис. 1).



Рис. 1. Зерно и колос сорта озимой мягкой пшеницы Жаворонок (2016 г.)

Fig. 1. Grain and head of the winter bread wheat variety 'Zhavoronok' (2016)

Жаворонок – раннеспелый сорт озимой мягкой пшеницы, выколашивается и созревает в среднем на 3 дня раньше среднеран-

него стандарта Дон 107, низкорослый (высота растений – 93 см), устойчивый к полеганию (табл. 1).

1. Хозяйственно-биологическая характеристика сорта озимой мягкой пшеницы Жаворонок, предшественник – кукуруза на зерно (2015–2019 гг.)

1. Economic and biological characteristics of the winter bread wheat variety 'Zhavoronok' sown after maize for grain (2015-2019)

Показатель	Единица измерения	Дон 107, стандарт	Жаворонок
Вегетационный период	суток	252	249
Морозостойкость	%	73,2	61,1
Засухоустойчивость	балл	5	5
Жаростойкость	балл	5	5
Высота растений	см	86	93
Устойчивость к полеганию	балл	4,8	4,9
Поражение болезнями (инф. фон)			
Бурая ржавчина	%	60–80	0–5
Мучнистая роса	балл	2,5	1,5–2,0

Сорт обладает достаточно высокой морозостойкостью, отличается высокой засухоустойчивостью и жаростойкостью на протяжении всей вегетации растений озимой пшеницы, а также устойчивостью к бурой ржавчине.

Мукомольно-хлебопекарные показатели нового сорта соответствуют требованиям стандарта на ценные пшеницы, в списки которых он занесен (табл. 2).

2. Показатели качества зерна и муки сорта озимой мягкой пшеницы Жаворонок (2015–2019 гг.)

2. Indicators of grain and flour quality of the winter bread wheat variety 'Zhavoronok' (2015–2019)

Показатель	Единица измерения	Предшественники			
		кукуруза на зерно	черный пар	горох	подсолнечник
Натура зерна	г/л	813	819	813	811
Стекловидность	%	65	81	67	58
Содержание белка	%	13,69	14,15	14,06	13,02
Содержание клейковины	%	25,5	28,3	27,8	24,6
ИДК	е.п.	68	76	70	63
Валориметрическая оценка	е.в.	82	92	85	69
Сила муки	е.а.	202	218	208	183
Объемный выход хлеба из 100 г муки	см ³	567	660	615	500
Общая оценка хлеба	балл	3,4	4,0	3,9	3,1

В среднем сорт сформировал по различным предшественникам от 13,02 до 14,15% белка и от 24,6 до 28,3% клейковины в зерне. Обладает высокими значениями остальных показателей качества зерна и муки озимой пшеницы. По данным лаборатории биохимической и технологической оценки зерна, за 5 лет изучения натура составила от 811 до 819 г/л, стекловидность – от 58 до 81%, ва-

лориметрическая оценка – от 69 до 82 е.в., сила муки – от 183 до 202 е.а., объемный выход хлеба – от 500 до 660 см³ и общая оценка хлеба – от 3,1 до 4,0 баллов.

Средняя урожайность сорта Жаворонок в конкурсном испытании в 2015–2019 гг. по предшественнику кукуруза на зерно составила 7,64 т/га, прибавка относительно стандарта Дон 107 – 0,32 т/га ($HCp_{05} \pm 0,29$ т/га) (рис. 2).

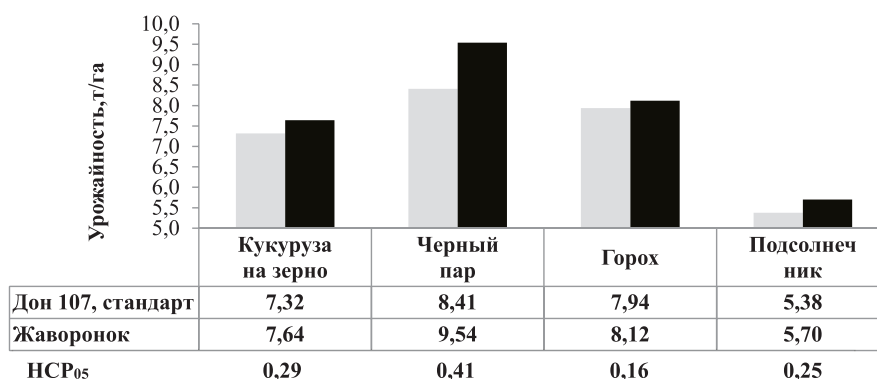


Рис. 2. Урожайность сорта озимой мягкой пшеницы Жаворонок по различным предшественникам (2015–2019 гг.)

Fig. 2. Productivity of the winter bread wheat variety 'Zhavoronok' according to forecrops (2015–2019)

Высокие результаты сорт показал при выращивании по черному пару – 9,54, по гороху – 8,12, подсолнечнику – 5,70 т/га. Превышение над стандартом составило – 1,13, 0,18 и 0,32 т/га соответственно. Максимальная урожайность (10,20 т/га) получена в 2017 году по предшественнику кукуруза на зерно.

Более высокая урожайность нового сорта Жаворонок формируется за счет большего количества продуктивных стеблей на 1 м² и большей продуктивности главного колоса: число колосков, зерен и массы зерна с колоса (табл. 3).

3. Некоторые элементы структуры урожая сорта озимой мягкой пшеницы Жаворонок, предшественник – кукуруза на зерно (2015–2019 гг.)

3. Some yield structure elements of the winter bread wheat variety 'Zhavoronok' sown after maize for grain (2015–2019)

Показатель	Единица измерения	Дон 107, стандарт	Жаворонок
Продуктивный стеблестой	шт/м ²	524	542
Длина колоса	см	8,3	7,2
Число колосков в колосе	шт.	15,2	15,4
Число зерен в колосе	шт.	29,9	33,3
Масса зерна с 1 колоса	г	1,41	1,49
Масса 1000 зерен	г	42,1	43,9

Также сорт формирует более крупное зерно относительно стандарта – 43,9 г. Все эти признаки объясняют высокую потенциальную продуктивность раннеспелого сорта озимой мягкой пшеницы Жаворонок.

Высокая урожайность нового сорта озимой мягкой пшеницы Жаворонок подтверждается и результатами государственного сортоиспытания (табл. 4).

4. Урожайность (т/га) сорта озимой мягкой пшеницы Жаворонок на Государственных сортоучастках Российской Федерации за 2018-2019 гг. (по данным ФГБУ «Государственной комиссии РФ по испытанию и охране селекционных достижений»)
4. Productivity (t/ha) of the winter bread wheat variety 'Zhavoronok' at the State variety plots of the Russian Federation in 2018-2019 (according to the FSBI "State Commission of the Russian Federation for Testing and Protection of Breeding Achievements")

Субъект РФ	Сортоучасток	Предшественник	Стандартный сорт	Урожайность, т/га		+ к стандарту, т/га	НСР ₀₅ , т/га
				стандарт	Жаворонок		
Белгородская область	Алексеевский	Черный пар	Альмера	6,46	7,27	0,81	0,35
Республика Адыгея	Гиалинский	Пропашные	Память	7,01	8,05	1,04	0,35
	Красногвардеский	Подсолнечник		4,64	4,79	0,15	0,11
Республика Кабардино-Балкария	Зольский	Пропашные	Южанка	3,99	4,42	0,43	0,26
Ростовская область	Матвеево-Курганский	Черный пар	Дон 107	5,55	6,21	0,66	0,24
	Ростовский	Пропашные		4,66	5,09	0,43	0,18
		Черный пар		5,46	6,12	0,66	0,18
	Тарасовский	Черный пар		5,38	5,64	0,26	0,16
	Тацинский	Черный пар		5,55	6,49	0,94	0,31
	Целинский	Черный пар		5,80	6,52	0,72	0,25
Ставропольский край	Александровский	Зернобобовые	Айвина/Безостая 100	4,90	5,23	0,33	0,30
	Ачикулакский	Черный пар		4,13	4,48	0,35	0,16
	Ставропольская ГСС	Зернобобовые		8,43	8,74	0,31	0,25
Чеченская Республика	Гудермесский	Черный пар	Таня/Гром	2,97	3,25	0,28	0,26
	Наурский	Черный пар		2,22	2,51	0,29	0,25
Волгоградская область	Новоаннинский	Черный пар	Дон 93	3,03	3,88	0,85	0,14
	Октябрьский	Черный пар		3,24	3,66	0,42	0,08
	Суворовский	Черный пар		2,51	2,62	0,11	0,09
Республика Калмыкия	Башантинский	Черный пар		3,76	4,01	0,25	0,24

Из девяти сортоучастков Ростовской области новый сорт на пяти достоверно превысил стандарт Дон 107 от 0,26 до 0,94 т/га. Также хорошие результаты Жаворонок показал в условиях Нижневолжского региона. Так, на трех сортоучастках Волгоградской области сорт достоверно превысил стандарт Дон 93 по предшественнику черный пар. В среднем за 2 года Государственного испытания максимальную урожайность 8,74 т/га Жаворонок сформировал по предшественнику зернобобовые на Ставропольской ГСС.

Выводы. Новый раннеспелый сорт озимой мягкой пшеницы Жаворонок создан в ФГБНУ «АНЦ «Донской», внесен в Государственный ре-

естр селекционных достижений РФ в 2020 году по Северо-Кавказскому и Нижневолжскому регионам. Его высокая и стабильная урожайность по различным предшественникам объясняется комплексом положительных хозяйственных признаков и свойств, таких как, высокая продуктивность колоса, устойчивость к полеганию и бурой ржавчине, достаточно высокая морозостойкость (на уровне Дон 107). Жаворонок способен давать хороший урожай и выполненное зерно в засушливые годы, его раннеспелость позволяет «уходить» от засухи, поражения болезнями и других неблагоприятных условий.

Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Попов А. С., Овсянникова Г. В., Сухарев А. А. Влияние сроков посева по различным предшественникам на урожайность и качество зерна мягкой озимой пшеницы сорта Краса Дона в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1(67). С. 4–10. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-4-10.
2. Игнатова Г. В., Викулина Е. В., Сатарина З. Е. Новые сорта мягкой пшеницы как результат экологической селекции // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 12. С. 21–24.
3. Коледа К. В., Живлюк Е. К., Коледа И. И., Бородич Е. А. Раница – новый скороспелый сорт мягкой озимой пшеницы // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы. Сборник научных трудов. Гродно, 2018. С. 87–93.
4. Скрипка О. В., Самофалов А. П., Подгорный С. В. Новый сорт сильной озимой мягкой пшеницы Аксинья // Зерновое хозяйство России. 2014. № 3(33). С. 34–37.

5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. М.: Государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур, 1989. 194 с.

References

1. Alabushev A. V., Popov A. S., Ovsyannikova G. V., Suharev A. A. Vliyanie srokov poseva po razlichnym predshestvennikam na urozhajnost' i kachestvo zerna myagkoj ozimoy pshenicy sorta Krasa Dona v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti [The effect of sowing dates on productivity and grain quality of the winter bread wheat variety 'Krasa Dona' sown after various fore crops in the south of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2020. № 1(67). S. 4–10. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-4-10.
2. Ignat'eva G. V., Vikulina E. V., Satarina Z. E. Novye sorta myagkoj pshenicy kak rezul'tat ekologicheskoy selekcii [New bread wheat varieties as a result of ecological breeding] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2017. T. 31. № 12. S. 21–24.
3. Koleda K. V., Zhivlyuk E. K., Koleda I. I., Borodich E. A. Ranica – novyj skorospelyj sort myagkoj ozimoy pshenicy ['Ranitsa' is a new early ripening bread wheat variety of scientific works] // Sel'skoe hozyajstvo – problemy i perspektivy. Sbornik nauchnykh trudov. Grodno, 2018. S. 87–93.
4. Skripka O.V., Samofalov A.P., Podgorniy S.V. Novyj sort sil'noj ozimoy myagkoj pshenicy Aksin'ya [The new strong winter bread wheat variety 'Aksiniya'] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 3(33). S. 34–37.
5. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Methodology for the State Variety Testing of agricultural crops.]. Zernovye, krupyanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kul'tury. M.: Gosudarstvennaya komissiya po sortoispytaniyu sel'skohozyajstvennykh kul'tur, 1989. 194 s.

Поступила: 20.01.21; принята к публикации: 3.03.21.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ КОЛЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ГОРОХА С ГЕНАМИ УСАТОГО ТИПА ЛИСТА (*af*) И НЕОСЫПАЕМОСТИ СЕМЯН (*def*)

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

К. Н. Хабибуллин, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, kira1992k@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4136-1649;

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

В условиях южной зоны Ростовской области проведена комплексная оценка 242 коллекционных образцов гороха посевного различного эколого-географического происхождения из мировой коллекции ВИГРР им. Н. И. Вавилова и других научных селекционных учреждений, из которых был отобран 31 образец с усатым типом листа (*af*) и неосыпающимися семенами (*def*). Исследования проводили в коллекционном питомнике в 2017–2020 гг. на полях лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур ФГБНУ «АНЦ «Донской». Метеорологические условия в годы исследований различались в период вегетации, что позволило объективно оценить коллекционные образцы по изучаемым признакам. Для выявления сходств и различий образцов проводили кластерный анализ. Математическую обработку данных и кластерный анализ производили с применением программы Excel и Statistica 10. В качестве меры сходства применяли Евклидово расстояние. На основании кластеризации образцов было построено иерархическое древо. В результате выделены источники: устойчивости к полеганию (Демос (Россия), Коралл (Украина), Л-27287 (Россия), Стоик (Россия), Степняк (Украина), Приазовский (Россия), Харвус-3 (Украина), Мультик (Россия)); количества бобов на растении (Самариус (Россия), ОР-2154 (Россия), Л-27287 (Россия), Аксайский усатый (Россия), Ватан (Россия)); количеству семян на растении (Л. 176/2000 (Россия), ОР-2157 (Россия), Памяти Хангильдина (Россия), Черниговский (Украина), Л-27287 (Россия), Аксайский усатый (Россия), Ватан (Россия)); крупности семян (Мультик (Россия)); высокой продуктивности (Л-27287 (Россия), Аксайский усатый (Россия), Ватан (Россия)). В результате изучения коллекционного материала гороха посевного выделены источники хозяйственно-ценных признаков для использования их в селекции на семенную продуктивность и технологичность.

Ключевые слова: горох, коллекция, морфотип, генотип, кластерный анализ.

Для цитирования: Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н., Скулова М. В., Чегунова А. В. Кластерный анализ коллекционного материала гороха с генами усатого типа листа (*af*) и неосыпаемости семян (*def*) // Зерновое хозяйство России. 2021. № 2(74). С. 40–44. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-40-44.



CLUSTER ANALYSIS OF COLLECTION MATERIAL OF PEAS WITH GENES OF LEAFLETLESS TYPE (*af*) AND NON-SHEDDING SEEDS (*def*)

A. R. Ashiev, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for legumes breeding and seed production, arkady.ashiev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2101-2321;

K. N. Khabibullin, junior researcher of the laboratory for legumes breeding and seed production, kira1992k@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4136-1649;

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

A. V. Chegunova, junior researcher of the laboratory for legumes breeding and seed production, 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

In the conditions of the south of the Rostov region, there was carried out a comprehensive estimation of 242 collection peas samples of various ecological and geographical origin selected in the world collection of the Vavilov's ARIPG and other research breeding institutions, and there have been selected 31 samples with a leafletless type (*af*) and non-shedding seeds (*def*). The study was carried out in the collection nursery in the fields of the laboratory for legumes breeding and seed production of the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" in 2017–2020. The meteorological conditions during the years of study were different during the vegetation period, which made it possible to objectively evaluate the collection samples according to the studied traits. In order to identify the similarities and differences between the samples, there was made cluster analysis. Mathematical data processing and cluster analysis were performed using the software Excel and Statistica 10. Euclidean distance was used as a measure of similarity. On the basis of clustering there was build a hierarchy. As a result, there were identified the varieties 'Demos' (Russia), 'Korall' (Ukraine), 'IL-27287I' (Russia), 'Stoik' (Russia), 'Stepnyak' (Ukraine), 'Priazovsky' (Russia), 'Kharvus-3' (Ukraine), 'Multik' (Russia) as the sources of resistance to lodging. According to 'number of beans per plant' there

were identified the varieties 'Samarus' (Russia), 'OR-2154' (Russia), 'L-27287' (Russia), 'Aksaysky usaty' (Russia), 'Vatan' (Russia). According to 'number of seeds per plant' there were identified the varieties 'L.176/2000' (Russia), 'OR-2157' (Russia), 'Pamyati Khangildina' (Russia), 'Chernigovsky' (Ukraine), 'L-27287' (Russia), 'Aksaysky usaty' (Russia), 'Vatan' (Russia). According to 'seed size' there was identified the variety 'Multik' (Russia). According to high productivity there were identified the varieties 'L-27287' (Russia), 'Aksaysky usaty' (Russia), 'Vatan' (Russia). The study of the collection peas material has identified the sources of economically valuable traits for their use in further breeding for seed productivity and technological effectiveness.

Keywords: *peas, collection, morphotype, genotype, cluster analysis.*

Введение. Горох – основная зерновая бобовая культура нашей страны. Ее успешно возделывают в различных почвенно-климатических условиях (Давлетов, 2008). В современных условиях основной задачей селекции любой культуры, в том числе и гороха, является создание продуктивных сортов с высоким качеством продукции, технологичностью и устойчивостью к различным стресс-факторам (Костылев и др., 2020).

Изучение изменчивости хозяйственно-ценных признаков и свойств, выявление генетического разнообразия коллекционных генотипов по морфо-биологическим и агрономическим характеристикам позволяют выявить возможности генофонда и использовать в качестве исходного материала для селекции (Вишнякова, 2008).

Селекционная работа, направленная на повышение технологичности возделывания гороха, способствует значительному увеличению потенциала зерновой продуктивности. Биологические особенности ранее возделываемых сортов гороха, имеющих традиционную форму растения с обычным листом, часто приводили к потере урожая из-за полеглости стеблестоя и осыпемости семян (Кондыков, 2008). Данные проблемы привели к необходимости создания технологичных сортов.

Формирование современных сортов гороха интенсивного типа имело несколько этапов. Первым этапом было перенесение селекции гороха на неосыпаемость семян. Связано это с геном *def* (development funiculus), обуславливающим срастание семяножки зерна со створкой боба и создание благодаря этому сортов, устойчивых к осыпанию семян. Такая форма растения была открыта латвийским ученым А. Eglitis (1959) на Приекульской опытной станции. В дальнейшем А. Я. Розенталь (1966) осуществил скрещивания данного мутанта с различными сортами.

Следующим этапом в повышении технологичности сортов гороха стало создание форм, не склонных к полеганию. Основой для этого послужило использование безлисточковости – мутации *af* (afilis), впервые обнаруженной В. К. Соловьевой (1958). Безлисточковые сорта, за счет сцепления усов между собой, позволяют получить пружинистый, практически неполегаемый стеблестой.

При создании технологичных сортов необходимо вести селекционную работу на высокую семенную продуктивность. Она включает в себя подбор родительских форм, имеющих несколько хозяйственно-ценных признаков и свойств, увеличивающих в конечном итоге семенную продуктивность.

Для того чтобы более точно сравнить между собой коллекционные образцы по ряду морфо-биологических признаков, генотипы необходимо группировать, например, с помощью кластерного анализа. Этот метод помогает объективно определить комплексное сходство, так и различие объектов, разделить их на группы или кластеры, что позволяет провести всестороннюю комплексную оценку коллекционных образцов (Шурхаева и Фадеева, 2020).

В связи с этим, целью наших исследований было выделение исходного материала с комплексом хозяйственно-ценных признаков на основе проведенного кластерного анализа для селекции на высокую семенную продуктивность и технологичность сортов гороха.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в коллекционном питомнике в 2017–2020 гг. на полях лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Предшественник – озимая пшеница. Посев проводился в третьей декаде марта сеялкой ССФК-7 с нормой высева 1,2 млн. всхожих семян на 1 га, с шириной междурядий 15 см. Делянки семирядковые. Площадь делянки – 5 м². Повторность – однократная. Учетная площадька – 0,25 м². Уборку проводили прямым комбайнированием (при достижении семянми полной спелости) селекционным комбайном «Wintersteiger Classic».

Объектами исследований являлись 242 образца гороха посевного различного эколого-географического происхождения из мировой коллекции ВИГРР им. Н. И. Вавилова и других научных селекционных учреждений, из которых был отобран 31 образец с усатым типом листа (*af*) и неосыпающимися семенами (*def*). Данные образцы имели происхождение из России (25 образцов) и Украины (6 образцов).

Математическую обработку данных и кластерный анализ производили с применением программы Excel и Statistica 10. В качестве меры сходства применяли Евклидово расстояние.

Результаты и их обсуждение. Метеорологические условия в годы исследований различались в период вегетации, что позволило объективно оценить коллекционные образцы по изучаемым признакам.

Погодно-климатические условия 2017 года были благоприятными для всего периода вегетации гороха. ГТК характеризовался избыточным увлажнением, большим количеством осадков на фоне средних температур. Такие условия оказали положительное влияние на вегетацию растений гороха.

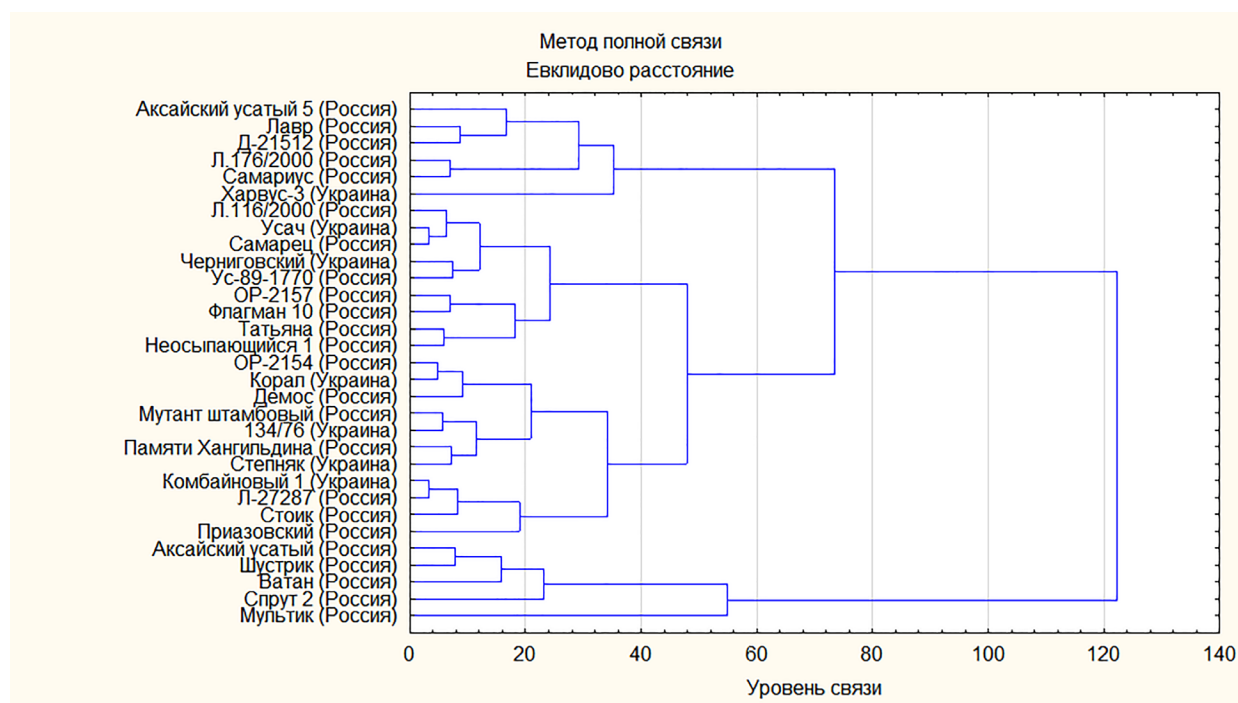
В 2018 году метеоусловия марта не позволили провести посев гороха в оптимальные календарные сроки из-за нехватки положительных температур и осадков, вследствие чего посев гороха был смещен на первую декаду апреля. Дальнейшие погодно-климатические условия характеризовались как остро засушливые, что отрицательно повлияло на вегетацию растений.

Метеоусловия 2019 года характеризовались теплой, влажной погодой в марте и мае, с небольшим недобором осадков в апреле. Посев был проведен в оптимальные сроки. Конец весны и лето были сухими и жаркими, что способствовало раннему созреванию и формированию низкой массы семян с растения гороха и не позволило получить высокий урожай.

Метеоусловия 2020 года характеризовались сухой погодой в марте, значительным не-

добором осадков в апреле и влажным маем. Ранневесенние запасы влаги в почве и повышенные температуры в марте позволили получить дружные всходы гороха. Налив и созревание семян гороха проходили в условиях дефицита осадков и при температуре воздуха на уровне среднеемноголетних данных в июне, что привело к снижению массы 1000 семян и, как следствие, к потере урожайности.

Кластерный анализ проводили по 5 хозяйственно-ценным признакам: высота растения, количество бобов на растении, количество семян на растении, масса семян с растения и масса 1000 семян. В результате кластерного анализа 31 образца гороха посевного было составлено иерархическое дерево (см. рисунок) с распределением образцов коллекции в 5 кластерах. Образцы Харвус-3 (Украина) и Мультик (Россия) не были включены ни в один кластер (табл. 1).



Кластеризация образцов коллекции гороха
Clustering of the samples of pea collection

1. Кластеризация коллекционных образцов гороха (2017–2020 гг.) 1. Clustering of the collection peas samples (2017–2020)

№ кластера	Названия образцов
1	Аксацкий усатый 5 (Россия), Л.176/2000 (Россия), Самариус (Россия), Лавр (Россия), Д-21512 (Россия)
2	Л.116/2000 (Россия), ОР-2157 (Россия), Ус-89-1770 (Россия), Татьяна (Россия), Усач неосыпающийся (Украина), Самарец (Россия), Флагман 10 (Россия), ОР-2154 (Россия), Памяти Хангильдина (Россия)
3	Черниговский (Украина), Мутант штамбовый (Россия), Комбайновый 1 (Украина), 134/76 (Украина)
4	Демос (Россия), Корал (Украина), Л-27287 (Россия), Стоик (Россия), Степняк (Украина), Приазовский (Россия), Аксацкий усатый (Россия)
5	Неосыпающийся 1 (Украина), Ватан (Россия), Шустрик (Россия), Спрут 2 (Россия)
Отдельные генотипы	
	Харвус-3 (Украина), Мультик (Россия)

Анализ статистических данных показал, что наименее вариабельным в кластерах был

признак «масса 1000 семян», коэффициент вариации которого в каждом кластере имел зна-

чения от 4,2 до 8,3%, при общем коэффициенте вариации 12,5%. Это свидетельствует о том,

что показатель «масса 1000 семян» был основным при кластеризации (табл. 2).

2. Средние значения показателей морфо-биологических признаков в кластерах образцов гороха (2017–2020 гг.)

2. Mean values of the indicators of morpho-biological traits in pea clusters (2017–2020)

№ кластера	Высота растений, см	Количество бобов, шт./раст.	Количество семян, шт./раст.	Масса семян, г/раст.	Масса 1000 семян, г
1	63,7+2,4%	4,3+18,2%	19,2+15,8%	3,83+8,7%	165,7+7,1%
2	66,1+15,1%	4,1+10,9%	17,3+14,7%	3,43+16,3%	196,6+4,7%
3	61,4+9,3%	4,1+9,5%	18,0+15,6%	3,70+13,9%	205,4+4,2%
4	51,8+13,1%	3,9+18,5%	16,8+18,6%	3,50+22,1%	209,6+6,0%
5	62,0+15,2%	4,1+22,5%	18,5+14,1%	4,28+19,7%	223,9+8,3%
Отдельные генотипы					
Харвус-3 (Украина)	31,1	3,6	19,1	2,56	162,6
Мультик (Россия)	36,0	3,5	14,0	3,97	269,5
Среднее	59,3	4,0	17,7	3,61	200,4
Cv, %	18,9	15,1	15,6	8,1	12,5

Наименьшая общая вариация наблюдалась у признака «масса семян с одного растения» ($C_v = 8,1\%$) с вариацией по кластерам от 8,7 до 22,1%. Остальные признаки имели общую вариабельность 15,1% (количество бобов на растении), 15,6% (количество семян с растения) и 18,9% (высота растений) с вариацией внутри кластеров 9,5–22,5%, 14,1–18,6% и 2,4–15,2% соответственно.

Первому кластеру соответствовали среднерослые образцы с высотой растения от 61,4 см до 65,8 см, средняя по кластеру – 63,7 см. По массе 1000 семян образцы в данном кластере характеризовались средней крупностью (165,7 г + 7,1%) и продуктивностью семян 3,83 г ($C_v = 8,7\%$). По продуктивности выделился образец Л.176/2000 (Россия) – 4,09 г, за счет наибольшего количества семян на растении в кластере (22,4 шт.). По количеству бобов на растении выделился сорт Самариус (Россия) – 5,6 шт./раст.

Второй кластер объединил многочисленную группу сортов по отношению к другим кластерам. Сорта характеризовались как среднепродуктивные (3,43 г/раст. + 16,3%), со средней крупностью семян (196,6 г + 4,7%). В пределах кластера образцы Памяти Хангильдина (Россия) и ОР-2157 (Россия) имели преимущество по количеству семян с растения 20,5 и 20,4 шт./раст. соответственно.

Группа сортов третьего кластера характеризовалась средней семенной продуктивностью (3,70 г/раст. + 13,9% г). Образец Черниговский (Украина) выделился по количеству семян на растении (21,6 шт.) и по массе семян с растения (4,34 г). Все образцы данного кластера были среднерослыми (61,4 см + 9,3%).

К четвертому кластеру относились сорта со средними значениями высоты растения (51,8 см + 13,1%). 6 сортов из этой группы можно отнести к источникам короткостебельности. Высота растений данных образцов варьировала от 46,1 см (Стоик, Россия) до 56,7 см (Степняк, Украина). Образец Л-27287 (Россия) показал превышение в сравнении со средни-

ми значениями в данном кластере по таким показателям, как количество бобов на растении (5,0 шт./раст.), количество семян на растении (21,7 шт./раст.) и масса семян с растения (4,51 г).

У образцов пятого кластера среди остальных групп наблюдались наибольшие значения массы семян с растения (4,28 г/раст. + 19,7%) и массы 1000 семян (223,9 г + 8,3%) с максимальным проявлением у сорта Ватан (Россия) количества бобов (5,3 шт./раст.), семян с растения (21,4 шт./раст.) и массы семян с растения (5,12 г). Кластер характеризовался слабым варьированием массы 1000 семян ($C_v = 8,3\%$).

Как отдельные генотипы выделились низкорослые сорта Харвус-3 (Украина) – 31,1 см и Мультик (Россия) – 36 см, которые несколько отличались по другим морфо-биологическим признакам. У сорта Харвус-3 была отмечена низкая продуктивность (2,56 г), средняя крупность (162,6 г), среднее количество бобов на растении (3,6 шт./раст.). Сорт Мультик характеризовался как продуктивный (3,97 г) с высокой массой 1000 семян (269,5 г).

Выводы. В связи с задачами селекции для использования в селекционном процессе усатых и неосыпающихся сортов предложены источники ценных признаков:

- устойчивости к полеганию (короткостебельные) – Демос (Россия), Коралл (Украина), Л-27287 (Россия), Стоик (Россия), Степняк (Украина), Приазовский (Россия), Харвус-3 (Украина), Мультик (Россия);

- количеству бобов на растении – Самариус (Россия), ОР-2154 (Россия), Л-27287 (Россия), Аксайский усатый (Россия), Ватан (Россия);

- количеству семян на растении – Л. 176/2000 (Россия), ОР-2157 (Россия), Памяти Хангильдина (Россия), Черниговский (Украина), Л-27287 (Россия), Аксайский усатый (Россия), Ватан (Россия);

- крупности семян – Мультик (Россия);
- высокой продуктивности – Л-27287 (Россия), Аксайский усатый (Россия), Спрут 2 (Россия), Ватан (Россия).

Выделившиеся коллекционные образцы гороха будут вовлечены и использованы в селекционный процесс как источники хозяйственно-ценных признаков в селекции на продуктивность и технологичность.

Библиографические ссылки

1. Вишнякова М. А. Генофонд зернобобовых культур и адаптивная селекция как факторы биологизации и экологизации растениеводства // Сельскохозяйственная биология. 2008. № 3. С. 3–23.
2. Давлетов Ф. А. Селекция неосыпающихся сортов гороха в условиях Южного Урала. Уфа: Гилем, 2008. 236 с.
3. Ковтунова Н. А., Шишова Е. А., Романюкин А. Е., Ковтунов В. В., Сухенко Н. Н. Урожайность образцов суданской травы различного эколого-географического происхождения // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 56–61.
4. Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В. Биоразнообразие сорго // Зерновое хозяйство России. 2018. № 5(59). С. 49–52.
5. Кондыков И. В. О стабилизации уровня семенной продуктивности гороха // Сб. научных трудов: Повышение устойчивости производства сельскохозяйственных культур в современных условиях. Орел, 2008. С. 309–315.
6. Костылев П. И., Краснова Е. В., Аксенов А. В. Селекционная работа по маловодотребовательному рису в ФГБНУ «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2020 № 1(67). С. 54–58. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-54-58.
7. Розенталь А. Я. Новая форма гороха // Бобовые и зернобобовые культуры. Селекция, семеноводство и агротехника: сборник статей. М.: Колос, 1966. С. 73–76.
8. Соловьева В. К. Новые формы лущильного овощного гороха // Агробиология. 1958. № 5. С. 124–126.
9. Шурхаева К. Д., Фадеева А. Н. Изучение генофонда гороха посевного с применением кластерного анализа // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 1(33). С. 16–23. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11149.
10. Eglitis A. Paksaugu selekcija un seklkopiba // Par augstam razam. Riga, 1959. S. 61–68.

References

1. Vishnyakova M. A. Genofond zernobobovykh kul'tur i adaptivnaya selekciya kak faktory biologizacii i ekologizacii rastenievodstva [The gene pool of legumes and adaptive breeding as factors of biologization and ecologization of plant production] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2008. № 3. S. 3–23.
2. Davletov F. A. Selekcija neosypayushchihsya sortov goroha v usloviyah YUzhnogo Urala [Breeding of non-shattering pea varieties in the conditions of the South Urals]. Ufa: Gilem, 2008. 236 s.
3. Kovtunova N. A., Shishova E. A., Romanyukin A. E., Kovtunov V. V., Suhenko N. N. Urozhajnost' obrazcov sudanskoj travy razlichnogo ekologo-geograficheskogo proiskhozhdeniya [Productivity of Sudanese grass samples of various ecological and geographical origin] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(55). S. 56–61.
4. Kovtunova N. A., Kovtunov V. V. Bioraznoobrazie sorgo [Biodiversity of sorghum] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 5(59). S. 49–52.
5. Kondykov I. V. O stabilizacii urovnya semennoj produktivnosti goroha [About stabilization of the seed productivity level of peas] // Sb. nauchnykh trudov: Povyshenie ustojchivosti proizvodstva sel'skohozyajstvennykh kul'tur v sovremennykh usloviyah. Orel, 2008. S. 309–315.
6. Kostylev P. I., Krasnova E. V., Aksenov A. V. Selekcionnaya rabota po malovodotrebovatel'nomu risu v FGBNU «ANC «Donskoj» [Breeding work on low-water demanding rice in the FSBSI «ANC «Donskoy»] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2020 № 1(67). S. 54–58. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-54-58.
7. Rozental' A. Ya. Novaya forma goroha [New form of peas] // Bobovye i zernobobovye kul'tury. Selekcija, semenovodstvo i agrotekhnika: sbornik statej. M.: Kolos, 1966. S. 73–76.
8. Solov'eva V. K. Novye formy luschil'nogo ovoshchnogo goroha [New forms of shelling vegetable peas] // Agrobiologiya. 1958. № 5. S. 124–126.
9. Shurhaeva K. D., Fadeeva A. N. Izuchenie genofonda goroha posevnogo s primeneniem klaster'nogo analiza [Study of the pea gene pool using cluster analysis] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2020. № 1(33). S. 16–23. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11149.

Поступила: 10.12.20; принята к публикации: 23.12.20.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ХАРАКТЕРИСТИКА УГАНДИЙСКИХ СОРТОВ РИСА, ВЫРАЩЕННЫХ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

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

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

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

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

Рис является ценной сельскохозяйственной культурой, которую используют в пищу более половины населения планеты. Создание высокопродуктивных сортов и гибридов с высоким качеством продукции предполагает вовлечение в селекционный процесс нового исходного материала из различных стран. Цель исследований – провести экологическое испытание сортов риса из Уганды в условиях Пролетарского района Ростовской области России и использовать их в селекционном процессе. Изучали угандийские образцы риса Nerica 1, Nerica 4, Komboka, Wita 9, Namche 1, Namche 2, Namche 3, Namche 4, Namche 5, Namche 6 (NaCRRRI) в сравнении с российским сортом Командор (ФГБНУ «АНЦ «Донской»). Изучение угандийских сортов риса по ряду хозяйственно-ценных признаков и биологических свойств показало, что период вегетации от залива почвы до созревания составил 100–113 дней, у стандартного сорта Командор – 83 дня. Два сорта Komboka и Wita 9 не зацвели. Все образцы имели низкорослый габитус, с высотой растений 63–95 см. Длинные поникающие метелки (18,5–22,3 см) несли от 122 до 213 зерен. Зерновки имели удлинненную форму, длина зерновок варьировала от 9,0 до 9,5 мм, ширина – от 2,7 до 3,1 мм. Масса 1000 зерен колебалась от 26 до 34 г, число зерен на метелках – от 122 до 213 штук. Генетический анализ гибридов второго поколения Контакт × Nerica 1 и Боярин × Nerica 4 показал различные типы наследования признаков: от отрицательного доминирования (вегетационный период) через отсутствие доминирования (размеры зерновок) до сверхдоминирования (высота растений, масса зерна с метелки и число зерен с метелки).

Ключевые слова: рис, сорт, донор, гибрид, наследование, отбор.

Для цитирования: Костылев П. И., Краснова Е. В., Аксенов А. В. Характеристика угандийских сортов риса, выращенных в Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2021. № 2(74). С. 45–51. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-45-51.



CHARACTERISTICS OF THE UGANDAN RICE VARIETIES GROWN IN THE ROSTOV REGION

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

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

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

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

Rice is a valuable agricultural crop that is used as food for more than half of the world's population. The development of highly productive varieties and hybrids with high product quality assumes the utilization of new initial material from different countries in the breeding process. The purpose of the current research was to conduct an ecological testing of the rice varieties from Uganda in the Proletarsky district of the Rostov region in Russia and use them in the breeding process. There were studied the Ugandan rice samples 'Nerica 1', 'Nerica 4', 'Komboka', 'Wita 9', 'Namche 1', 'Namche 2', 'Namche 3', 'Namche 4', 'Namche 5', 'Namche 6' (NaCRRRI) in comparison with the Russian variety 'Komandor' (FSBSI "ARC "Donskoy"). The study of the Ugandan rice varieties according to a number of economically valuable traits and biological properties showed that the vegetation period from soil flooding to rice maturing took 100–113 days, the standard variety 'Komandor' needed 83 days. The varieties 'Komboka' and 'Wita 9' did not bear blossom. All samples had a short habit, with 63–95 cm of plant height. The long drooping panicles of 18.5–22.3 cm carried from 122 to 213 seeds. The caryopses were elongated, the length of the caryopses varied from 9.0 to 9.5 mm, and the width ranged from 2.7 to 3.1 mm. 1000 seed weight varied from 26 to 34 g, number of seeds per panicle ranged from 122 to 213 pieces. Genetic analysis of the second generation hybrids 'Kontakt × Nerica 1' and 'Boyarin × Nerica 4' showed different types of traits' inheritance, from negative dominance (vegetation period) through the absence of dominance (caryopses size) to overdominance (plant height, seed weight per panicle and number of seeds per panicle).

Keywords: rice, variety, donor, hybrid, inheritance, selection.

Введение. Рис является ценной сельскохозяйственной культурой, которую используют в пищу более половины населения

планеты. Рис в мировом растениеводстве занимает второе место по посевной площади и валовому сбору зерна. Общая площадь под ри-

сом в мире составила в 2020 году 160 млн га, средняя урожайность – 4,5 т/га (ФАО, 2020). В России его каждый год выращивают на площадях более 200 тыс. га, в Ростовской области – на 13–15 тыс. га.

Существующего объёма произведенного риса не достаточно для удовлетворения потребностей народа. Главными факторами, ограничивающими прирост продуктивности риса, являются биотические и абиотические стресс-факторы. Это вызывает необходимость создания высокоурожайных качественных сортов, устойчивых к жестким условиям среды, иммунных к болезням и вредителям, пригодных для интенсивного земледелия.

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

В Уганде в Национальном научно-исследовательском институте растениеводства (NaCRRI) в рамках проекта NERICA (Новый рис для Африки) ведутся работы по выведению новых сортов риса, изучению их на ГСИ с последующим производством семян для фермеров (Sié, 2013; Lamo et al., 2017). Там планируют увеличить производство зерна риса более чем в 3 раза. Выращивают две основные группы сортов: 1) суходольный богарный рис, на периодическом орошении, сорта Nerica 1, Nerica 4; 2) низинный рис, выращиваемый на полях, залитых водой: Komboka, Wita 9, Namche (Kikuchi et al., 2014).

По данным Kaneda С. (2007), сорта Nerica 1 и Nerica 4 обладают засухоустойчивостью и нормально растут при малом количестве воды при поливе. По результатам ПЦР-анализа, проведенного в лаборатории маркерной селекции «Аграрного научного центра «Донской», идентифицированы гены устойчивости к пирикуляриозу у образцов риса Nerica 1 (Pi-1, Pi-2, Pi-33, Pi-40), Nerica 4 (Pi-2, Pi-33, Pi-40), Komboka (Pi-40) и ген устойчивости к засолению Saltol у образца риса Wita 9 (Костылев и др., 2020).

Для дальнейшего роста урожайности и валовых сборов риса нужно создавать адаптированные сорта с привлечением нового генотипа. Изучение образцов риса из Уганды в Ростовской области даст возможность отобрать ценные исходные формы для гибридизации и создания сортов для современных условий сельскохозяйственного производства.

Цель исследований – провести экологическое испытание сортов риса из Уганды в условиях Ростовской области России и использовать их в селекционном процессе.

Для этого поставлены следующие задачи:

- морфо-биологическое изучение сортов риса;
- гибридизация российских и угандийских сортов риса между собой;
- генетический анализ наследования признаков в F_1 .

Новизна исследований заключается в том, что африканские сорта имеют не использованные ранее гены ценных признаков. В связи с этим комплексное изучение новых образцов риса и привлечение их в качестве доноров и источников является весьма актуальным для селекционной работы.

Материалы и методы исследований. В качестве материала для исследований использовали угандийские образцы риса Nerica 1, Nerica 4, Komboka, Wita 9, Namche 1, Namche 2, Namche 3, Namche 4, Namche 5, Namche 6, которые выращивали на полях ОП «Пролетарское» ФГБНУ «АНЦ «Донской» Ростовской области. В качестве стандарта послужил отечественный сорт Командор. В 2019 году семена высевали в теплице, а рассаду высаживали 25 мая вручную на однорядковых делянках с междурядьями 30 см. В 2020 году посев образцов риса в родительском питомнике (площадь делянки 10 м²) производили 25 апреля сеялкой Винтерштайгер с нормой высева 500 зерен/м², на глубину 4–5 см.

Гибридизацию проводили в условиях теплицы. Пыльники удаляли с помощью вакуумного насоса DS-8. Цветки опыляли твел-методом. Продолжительность периодов вегетации и морфо-биологические признаки и свойства растений оценивали согласно методическим указаниям ВИР и классификатору рода *Oryza* L. (Ляховкин, 1982). Определяли высоту растений, длину метелок, число зерен с метелки, массу 1000 зерен и др. Уборку метелок проводили после созревания образцов вручную. Степень доминирования считали по формуле Griffit J. F.:

$$hp = \frac{(F_1 - P_{cp.})}{(P_{луч.} - P_{cp.})},$$

где F_1 – величина признака у гибрида, $P_{cp.}$ – среднее родительское значение, $P_{луч.}$ – максимальное родительское значение.

Агрометеорологические условия для роста и развития риса сложились вполне благоприятно. Погода характеризовалась пониженным количеством осадков: в 2019 г. – 247,4 мм (82% от нормы), в 2020 г. – 200,4 мм (66% от нормы); и высокой суммой биологически активных температур: в 2019 г. – 3228 °С, в 2020 г. – 3277 °С, что на 328 и 377 °С больше среднесезонных значений соответственно. Это позволило вызреть даже позднеспелым угандийским образцам риса.

Результаты и их обсуждение. Продолжительность периода вегетации растений – это важный признак адаптации риса к конкретной климатической зоне. В 2019 году в полевых условиях Пролетарского района два сорта риса Komboka и WITA 9 оказались очень поздне-

спелыми, фоточувствительными и не зацвели даже в сентябре. Два других образца зацвели в августе: Nerica 1 – 8-го числа, Nerica 4 – 16-го.

Период вегетации от залива до цветения составил у них 101 и 109 дней соответственно, т.е. они были позднеспелыми (табл. 1).

1. Характеристика образцов риса (Пролетарск, 2019–2020 гг.) 1. Characteristics of rice samples (Proletarsk, 2019–2020)

Образец	Год	Период до цветения, дни	Высота растений, см	Длина метелки, см	Масса зерна с метелки, г	Масса 1000 зерен, г	Число зерен с метелки, шт.	Длина зерновки, мм	Ширина зерновки, мм
Командор, ст-т	2019	80	80,9	14	3,78	31,5	120	8,5	3,5
Командор, ст-т	2020	83	83,7	16,1	4,26	30,8	142	8,4	3,5
Nerica 1	2019	101	70,5	17,0	2,48	29,2	85	9,3	3,1
Nerica 1	2020	100	75,6	21,2	4,64	29,0	160	9,2	3,0
Nerica 4	2019	109	90,0	23,0	6,16	30,8	200	9,0	2,8
Nerica 4	2020	107	94,4	22,3	6,84	26,0	213	9,0	2,7
Namche 1	2020	109	79,0	20,5	5,38	32,1	168	9,4	3,5
Namche 2	2020	113	77,7	19,3	4,15	34,0	122	9,0	3,5
Namche 3	2020	109	79,7	20,1	4,59	27,2	170	8,9	2,9
Namche 4	2020	109	66,3	18,5	4,83	27,3	179	8,9	2,9
Namche 5	2020	109	72,7	21,5	5,67	27,1	210	9,0	3,0
Namche 6	2020	109	63,7	21,1	4,48	28,1	160	9,5	3,0
Ст. откл.	2019	9,1	6,6	1,9	0,85	2,7	40,9	0,3	0,3
Ст. откл.	2020	6,8	7,1	2,9	0,63	1,0	24,2	0,3	0,2

У местного сорта-стандарта Командор цветение произошло значительно раньше – 18 июля. В середине сентября эти сорта полностью созрели и были отобраны на посев в 2020 году. Вегетационный период от залива до созревания у них составил 131–139, а у сорта Командор 110 дней.

При изучении восьми сортов угандийского риса в 2020 году установлено, что все образцы были позднеспелыми и зацветали через

100–113 дней после залива почвы водой. Раньше всех зацвел сорт Nerica 1 (100 дней), но это происходило на 17 дней позже, чем сорт-стандарт Командор (табл. 1).

Поскольку сентябрь был очень теплым (на 4,3 °С выше нормы), все образцы хорошо вызрели. На рисунке 1 показаны два сорта из Уганды Namche 2 и Namche 4, выращенные в наших условиях.

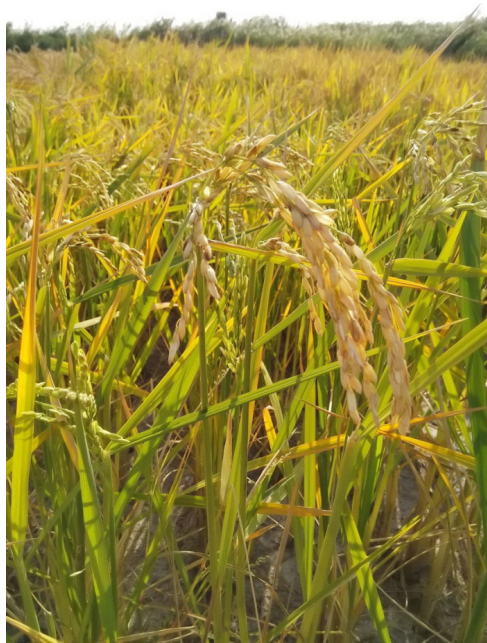


Рис. 1. Угандийские сорта Namche 2, Namche 4 (24.09.2020 г.)

Fig. 1. Ugandan varieties 'Namche 2', 'Namche 4' (09/24/2020)

Для рисоводства высота растений риса является важным морфологическим признаком, который в значительной степени влия-

ет на устойчивость к полеганию. Сорта риса из Уганды имели среднюю высоту растений и незначительно различались между со-

бой. Высота растений колебалась в пределах от 63,7 до 94,4 см, чуть ниже и выше сорта-стандарта Командор (80,9–83,7 см) (табл. 1). Высота 65–95 см является оптимальной для комбайновой уборки.

Метелки угандийских сортов риса незначительно различались между собой по размерам, форме и плотности, но были значительно длиннее, чем у сорта-стандарта Командор (16,1 см) и варьировали от 18,5 до 22,3 см (рис. 2).



Рис. 2. Метелки сорта-стандарта Командор и угандийских образцов риса:
1 – Командор, ст-т; 2 – Nerica 1; 3 – Nerica 4; 4 – Namche 1; 5 – Namche 2; 6 – Namche 3;
7 – Namche 4; 8 – Namche 5; 9 – Namche 6

Fig. 2. Panicles of the standard variety 'Komandor' and the Ugandan rice samples:
1 – the standard variety 'Komandor'; 2 – the variety 'Nerica 1'; 3 – the variety 'Nerica 4'; 4 – the variety 'Namche 1';
5 – the variety 'Namche 2'; 6 – the variety 'Namche 3'; 7 – the variety 'Namche 4'; 8 – the variety 'Namche 5';
9 – the variety 'Namche 6'

У африканских сортов метелки были рыхлые, развесистые, поникающие, тогда как местные отечественные сорта Командор и другие формировали более плотные вертикальные короткие метелки.

Основным элементом продуктивности риса является количество зерен на метелке. Величина этого признака у изученных образцов имела значительную изменчивость. Среднее число зерен на метелках этих образцов варьировало от 122 штук (Namche 2) до 213 штук (Nerica 4) и у всех, кроме одного (Namche 2), превышало сорт-стандарт Командор, который сформировал 142 зерна на метелке.

Биометрический анализ показал, что масса 1000 зерен у двух образцов Namche 1 и Namche 2 (32,1 и 34,0 г) была больше, чем у сорта-стандарта (30,8 г), у остальных она была значительно меньше (26–29 г) (табл. 1).

Форма зерновки влияет на рыночную стоимость крупы. Зерновки изученных африканских сортов, как правило, были длиннее и уже, чем у сорта Командор (рис. 3). Длинное и удлиненное зерно ценится выше овального и круглого. Длина зерновки у данных угандийских сортов варьировала от 9,0 до 9,5 мм, тогда как у Командора она составляла 8,4 мм (табл. 1). Ширина зерновки была меньше, чем у сорта-стандарта и колебалась в пределах 2,7–3,1 мм, у Командора – 3,5 мм.

Цветковые чешуи двух сортов (Namche 1 и Namche 2) имели светлую соломенно-желтую окраску, у остальных – с золотистым оттенком. Сорт Nerica 1 отличался от остальных черными кончиками чешуй и отсутствием их опушения. Крупа этих образцов стекловидная, имеет хорошие вкусовые качества, а у сорта Nerica 1 – ароматный запах, что повышает ее ценность.

В условиях хозяйства ОП «Пролетарское» Ростовской области после сброса воды в поле растения этих сортов долго оставались живыми и зелеными. Это указывает на то, что они являются суходольными и могут нормально вегетировать при нехватке оросительной воды.

Два образца Nerica 1 и Nerica 4 были скрещены в 2020 году с новым продуктивным сортом Акустик селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской», получены гибридные зерновки.

С целью получения суходольных сортов риса с габитусом Контакта и Боярина в 2019 году были проведены скрещивания и получены гибриды в комбинациях Контакт × Nerica 1, Боярин × Nerica 4.

В 2020 году выращено первое поколение гибридов Контакт × Nerica 1 и Боярин × Nerica 4 от скрещивания 2019 года и проведен их генетический анализ в сравнении с родительскими формами (табл. 2).



Рис. 3. Зерновки образцов риса
Fig. 3. Caryopsis of rice samples

2. Морфо-биологические признаки и степени их доминирования у гибридов риса первого поколения (Пролетарск, 2020 г.)

2. Morpho-biological traits and the degree of their dominance in rice hybrids of the first generation (Proletarsk, 2020)

Образец	Период до цветения, дни	Высота растений, см	Длина метелки, см	Масса зерна с метелки, г	Масса 1000 зерен, г	Число зерен с метелки, шт.	Длина зерновки, мм	Ширина зерновки, мм
Контакт, ♀	76	77,5	13	3,36	30	112	8,0	3,3
Контакт × Nerica 1, F ₁	80	85,6	17,5	5,52	31	178	8,6	3,15
Nerica 1, ♂	100	75,6	21,2	4,64	29	160	9,2	3
Степень доминирования, hr	-0,67	9,53	0,10	2,37	3,00	1,75	0,0	0,0
Боярин, ♀	83	90,3	15	4,48	32	140	8,0	3,5
Боярин × Nerica 4, F ₁	86	95,1	19,1	6,64	29	229	8,5	3,1
Nerica 4, ♂	107	94,4	22,3	5,54	26	213	9,0	2,7
Степень доминирования, hr	-0,75	1,34	0,12	3,09	0,0	1,44	0,0	0,0

При изучении гибридов риса F₁ установлено, что в обеих комбинациях скрещивания наблюдалось неполное доминирование ранне-спелости. Степень доминирования у гибрида Контакт × Nerica 1 (KN1) составила -0,67, а у гибрида Боярин × Nerica 4 (BN4) – -0,75. Период «залив-цветение» (80–86 дней) у них был гораздо ближе к российским сортам, чем к угандийским. Поэтому можно ожидать, что при сегрегации второго поколения появится большое количество скороспелых и среднеспелых форм.

По высоте растений у обоих гибридов наблюдалось сверхдоминирование высокорослости (hr = 9,53 и hr = 1,34 соответственно).

Однако в абсолютном выражении различия были небольшими, высота всех растений находилась в пределах от 75 до 95 см.

По длине метелки выявлено частичное положительное доминирование большего значения признака (hr = 0,10–0,12). Российские сорта формировали прямостоячие короткие метелки (13–15 см), угандийские сорта – поникающие, длинные (21,2–22,3 см), а гибриды имели промежуточную длину. По массе зерна с метелки проявилось сверхдоминирование (hr = 2,37–3,09) и гетерозис.

Количество зерен на метелке также наблюдалось по типу сверхдоминирования (hr = 1,44–1,75). У более раннего гибрида KN1

формировалось в среднем 178 зерен, а у среднеспелого БН4 – 229 зерен. Наличие гетерозиса указывает на возможность появления в F_2 трансгрессивных форм.

По массе 1000 зерен у гибрида KN1 наблюдается сверхдоминирование ($h_p = 3,0$), а у БН4 – отсутствие доминирования ($h_p = 0,0$). При этом масса 1000 зерен родительских сортов и гибридов различалась незначительно и имела оптимальную величину для переработки 26–32 г.

Длина и ширина зерновок у обоих гибридов были промежуточными между родительскими сортами, доминирование отсутствовало ($h_p = 0,0$). Длина зерновки у гибрида KN1 составила 8,6, а у БН4 – 8,5 мм, ширина – 3,15 и 3,10 мм соответственно.

С этих гибридных растений было собрано достаточно семян для посева следующего, второго поколения на больших делянках в 2021 году.

Выводы. Изучены 10 угандийских сортов риса в условиях Ростовской области России

и отобраны наиболее адаптированные формы. Период вегетации от залива почвы до цветения был продолжительным 100–113 дней, у сорта-стандарта Командор – 83 дня. Два сорта Nerica 1 и Nerica 4, созрели в холодных для риса условиях за 131–139 дней и были использованы в гибридизации с раннеспелым сортом Контакт и среднеспелыми Боярин и Акустик. Высота растений сортов из Уганды варьировала от 63,7 до 94,4 см, длина метелки – от 18,5 до 22,3 см, масса 1000 зерен – от 26 до 34 г, число зерен на метелках – от 122 до 213 штук, длина зерновок – от 9,0 до 9,5 мм, ширина зерновок – от 2,7 до 3,1 мм.

Генетический анализ гибридов Контакт × Nerica 1 и Боярин × Nerica 4 показал различные типы наследования признаков: от отрицательного доминирования (вегетационный период) через отсутствие доминирования (размеры зерновок) до сверхдоминирования (высота растений, масса зерна с метелки и число зерен с метелки).

Библиографические ссылки

1. Ковтунова Н. А., Шишова Е. А., Романюкин А. Е., Ковтунов В. В., Сухенко Н. Н. Урожайность образцов суданской травы различного эколого-географического происхождения // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 56–61. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-55-1-56-61>.
2. Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В., Барановский А. В., Романюкин А. Е., Шишова Е. А. Экологическое испытание сортов и гибридов зернового сорго // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4(58). С. 42–47. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-58-4-42-47>.
3. Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В. Биоразнообразие сорго // Зерновое хозяйство России. 2018. № 5(59). С. 49–52. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-59-5-49-52>.
4. Костылев П. И., Краснова Е. В., Аксенов А. В., Ламо Дж. Взаимное изучение угандийских и ростовских сортов риса // Зерновое хозяйство России. 2020. № 6(72). С. 45–50. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-72-6-45-50>.
5. ФАО. Публикуемая ФАО сводка предложения зерновых и спроса на зерновые [электронный ресурс]: сайт продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций, 2020. URL: <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/ru>.
6. Kaneda C. Breeding and dissemination efforts of "NERICA" // Japanese Journal of Tropical Agriculture, 2007. 51. P. 41–45.
7. Kikuchi M., Kijima Y., Haneishi Y., Tsuboi T. A brief appraisal of rice production statistics in Uganda // Trop. Agr. Develop., 2014. 58(2) P. 78–84. DOI: 10.11248/jsta.58.78.
8. Lamo J., Tongona P., Sie M., Semon M., Onaga G., Okori P. Upland Rice Breeding in Uganda: Initiatives and Progress // Advances in International Rice Research, 2017. Chapter 11. P. 215–246. <http://dx.doi.org/10.5772/66826>.
9. Sié M. Africa gets rice varieties with higher yields // Rice Today, 2013. P. 5.

Reference

1. Kovtunova N. A., SHishova E. A., Romanyukin A. E., Kovtunov V. V., Suhenko N. N. Urozhajnost' obrazcov sudanskoj travy razlichnogo ekologo-geograficheskogo proiskhozhdeniya [Productivity of Sudanese grass samples of various ecological and geographical origin] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(55). S. 56–61. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-55-1-56-61>.
2. Kovtunova N. A., Kovtunov V. V., Baranovskij A. V., Romanyukin A. E., SHishova E. A. Ekologicheskoe ispytanie sortov i gibridov zernovogo sorgo [Environmental testing of grain sorghum varieties and hybrids] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). S. 42–47. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-58-4-42-47>.
3. Kovtunova N. A., Kovtunov V. V. Bioraznoobrazie sorgo [Biodiversity of sorghum] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 5(59). S. 49–52. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-59-5-49-52>.
4. Kostylev P. I., Krasnova E. V., Aksekov A. V., Lamo Dzh. Vzaumnoe izuchenie ugandijskih i rostovskih sortov risa [Mutual study of Ugandan and Rostov rice varieties] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2020. № 6(72). S. 45–50. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-72-6-45-50>.
5. FAO. Publikuemaya FAO svodka predlozheniya zernovyh i sprosa na zernovye [FAO. FAO's summary of grain supply and grain demand] [elektronnyj resurs]: sayt prodovol'stvennoj i sel'skohozyajstvennoj organizacii Ob"edinennyh Nacij, 2020. URL: <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/ru>.
6. Kaneda C. Breeding and dissemination efforts of "NERICA" // Japanese Journal of Tropical Agriculture, 2007. 51. P. 41–45.
7. Kikuchi M., Kijima Y., Haneishi Y., Tsuboi T. A brief appraisal of rice production statistics in Uganda // Trop. Agr. Develop., 2014. 58(2) P. 78–84. DOI: 10.11248/jsta.58.78.

8. Lamo J., Tongoona P., Sie M., Semon M., Onaga G., Okori P. Upland Rice Breeding in Uganda: Initiatives and Progress // *Advances in International Rice Research*, 2017. Chapter 11. P. 215–246. <http://dx.doi.org/10.5772/66826>.
9. Sié M. Africa gets rice varieties with higher yields // *Rice Today*, 2013. P. 5.

Поступила: 16.12.20; принята к публикации: 15.02.21.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Костылев П. И. – общее научное руководство, постановка цели и задач, анализ литературных данных, формирование методологии исследования и концепции статьи, анализ данных, написание текста статьи; Краснова Е. В. – руководство технологией выращивания растений, структурный анализ; Аксенов А. В. – закладка опыта, посев сортов, отбор растений для анализа, промеры и подсчеты, заполнение таблиц.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ В СЕМЕНОВОДСТВЕ НА СОРТАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Н. Г. Черткова¹, младший научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства и семеноведения, ORCID ID: 0000-0003-4005-9771;

Т. И. Фирсова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства и семеноведения, ORCID ID: 0000-0003-0582-4124;

Ю. Г. Скворцова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства и семеноведения, ORCID ID: 0000-0002-1490-2422;

Г. А. Филенко¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства и семеноведения, ORCID ID: 0000-0003-4271-0003;

Р. О. Рябов², региональный менеджер, ORCID ID: 0000-0002-0002-6839

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

²ООО «Волски Биохим», 603074, г. Нижний Новгород, ул. Куйбышева, 30; e-mail: office@volskybiochem.ru

Представлены результаты исследований по оценке продуктивности сортов озимой пшеницы Краса Дона, Полина и Юбилей Дона при использовании жидких комплексных удобрений Страда N + Моно Сера (S), Страда P + Моно Сера (S) и Диформа Кремний-калий. Обработку растений озимой пшеницы проводили в виде листовых подкормок в фазы «кущение» и «выход в трубку». Исследования проводили на базе ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» в 2019–2020 гг. Опыты закладывали в научном севообороте лаборатории первичного семеноводства и семеноведения. Целью исследований являлось изучение влияния жидких комплексных удобрений на продуктивность изучаемых сортов озимой пшеницы. В вариантах применения удобрений у всех сортов наблюдалась тенденция к увеличению густоты продуктивного стеблестоя на 18–61 шт./м² в сравнении с контролем. У сорта Краса Дона лучшими по количеству зерен в колосе, массе зерна с колоса и массе 1000 зерен были варианты с обработкой удобрениями Страда N + S (43 шт., 2,19 г и 45,7 г) и Диформа Кремний-калий (46 шт., 2,30 г и 46,5 г). У сорта Полина высокие результаты получены в вариантах с обработкой Страда P + S (48 шт., 2,30 г и 42,1 г) и Диформа Кремний-калий (51 шт., 2,43 г и 42,4 г). У сорта Юбилей Дона наибольшую прибавку по количеству зерен показал вариант с обработкой удобрением Диформа Кремний-калий. Масса 1000 зерен имела прибавку 2,3 г, а масса зерна с колоса – 0,29 г. Обработка удобрениями не повлияла на высоту растений. Наиболее высокая урожайность у сорта Краса Дона получена в вариантах Страда N + S (9,4 т/га) и Диформа Кремний-калий (9,5 т/га), у сорта Полина – Страда P + S (8,8 т/га) и Диформа Кремний-калий (9,1 т/га), а у сорта Юбилей Дона – при обработке удобрением Диформа Кремний-калий (8,9 т/га). Максимальный экономический эффект (19080 руб./га) при урожайности 9,5 т/га был получен у сорта Краса Дона в варианте с обработкой удобрением Диформа Кремний-калий. Результаты экспериментов показали, что использование комплексных удобрений в целом оказывает положительное влияние на продуктивность растений озимой пшеницы.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, комплексные удобрения, урожайность, масса 1000 зерен, экономический эффект.

Для цитирования: Черткова Н. Г., Фирсова Т. И., Скворцова Ю. Г., Филенко Г. А., Рябов Р. О. Использование комплексных удобрений в семеноводстве на сортах озимой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2021. № 2(74). С. 52–57. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-52-57.



THE USE OF COMPLEX FERTILIZERS IN SEED PRODUCTION OF WINTER WHEAT VARIETIES

N. G. Chertkova¹, junior researcher of the laboratory for primary seed production and seed study, ORCID ID: 0000-0003-4005-9771;

T. I. Firsova¹, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for primary seed production and seed study, ORCID ID: 0000-0003-0582-4124;

Yu. G. Skvortsova¹, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for primary seed production and seed study, ORCID ID: 0000-0002-1490-2422;

G. A. Filenko¹, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for primary seed production and seed study, ORCID ID: 0000-0003-4271-0003;

R. O. Ryabov², regional manager, ORCID ID: 0000-0002-0002-6839

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

²Volski Biochim, 603074, Nizhny Novgorod, Kuibyshev Str., 30; e-mail: office@volskybiochem.ru

The current paper has presented the results of the estimation of productivity of the winter wheat varieties 'Krasa Dona', 'Polina' and 'Yubiley Dona' when using liquid complex fertilizers 'Strada N + Mono Sulfur (S)', 'Strada P + Mono Sulfur (S)' and 'Diform Silicon-potassium'. The treatment of winter wheat plants was carried out in the form of foliar top-dressings in the stages of tillering and stem extension. The study was carried out on the basis of the FSBSI "Agri-

cultural Research Center "Donskoy" in 2019-2020. The trials were laid in the crop rotation of the laboratory for primary seed production and seed study. The purpose was to study the effect of liquid complex fertilizers on the productivity of the studied winter wheat varieties. When using fertilizers for all varieties, there was a tendency to an increase in the density of the productive stand on 18-61 pcs/m² in comparison with the control. The variety 'Krasa Dona' showed the best indicators of the traits 'number of grains per head', 'grain weight per head' and '1000 grain weight' being fertilized with 'Strada N + S' (43 pcs., 2.19 g and 45.7 g) and 'Diform Silicon-potassium' (46 pcs., 2.30 g and 46.5 g). The variety 'Polina' showed good results after being treated with 'Strada P + S' (48 pcs., 2.30 g and 42.1 g) and 'Diform Silicon-potassium' (51 pcs., 2.43 g and 42.4 g). The variety 'Yubiley Dona' showed the greatest increase of the trait 'number of grains' with the fertilizer 'Diform Silicon-potassium'. The trait '1000 grains weight' had an increase of 2.3 g, and 'grain weight per head' was 0.29 g. The treatment with fertilizers did not affect the trait 'plant height'. The highest productivity of the variety 'Krasa Dona' was obtained when being fertilized with 'Strada N + S' (9.4 t / ha) and 'Diforma Silicon-potassium' (9.5 t/ha); the productivity of the variety 'Polina' increased after 'Strada P + S' (8.8 t/ha) and 'Diform Silicon-potassium' (9.1 t/ha), and the productivity of the variety 'Yubiley Dona' increased after 'Diform Silicon-potassium' (8.9 t/ha). The maximum economic effect (19080 rubles/ha) with 9.5 t/ha of productivity was obtained from the variety 'Krasa Dona' after the treatment with the fertilizer 'Diform Silicon-potassium'. The experimental results have shown that the use of complex fertilizers has a positive effect on the productivity of winter wheat plants.

Keywords: winter wheat, variety, complex fertilizers, productivity, 1000-grain weight, economic effect.

Введение. Озимая пшеница – основная продовольственная, кормовая и техническая культура России, под которую отводятся наибольшие площади посева среди зернофуражных культур. В Ростовской области площади посева под этой культурой ежегодно занимают более 2 млн га, в среднем за последние годы – 2,5 млн га, а под урожай 2021 года площадь посева составила 2,7 млн га (по данным Министерства сельского хозяйства РО). Урожайность любой культуры, в том числе и озимой пшеницы, зависит от трех важнейших показателей: количества продуктивных стеблей на единицу площади, количества зерен в колосе и массы 1000 зерен (Громова и др., 2019).

Недостаточная продуктивность растений озимой пшеницы является общемировой проблемой и имеет большое научное и практическое значение, что подтверждается многочисленными исследованиями. Современному сельскому хозяйству нужны высокопродуктивные сорта, но не всегда они способны реализовать потенциал зерновой продуктивности при неблагоприятных факторах среды и давать устойчивые урожаи. Основными путями решения проблемы повышения урожайности и улучшения посевных качеств семян является подбор оптимального питания макро- и микроэлементами, совершенствование технологии возделывания, использование препаратов (Васильченко и др., 2018; Старикова и др., 2014). Одними из эффективных препаратов являются жидкие комплексные удобрения, которые способствуют более полному раскрытию потенциала современных сортов. Отличительной особенностью жидких комплексных удобрений является содержание в них нескольких основных питательных элементов, предназначенных для подпитки сельскохозяйственных растений (Габдуллин и др., 2018). Основным способом применения удобрений является листовая подкормка в определенную фазу развития растений.

Целью исследований являлось изучение влияния жидких комплексных удобрений на продуктивность сортов озимой пшеницы.

Материалы и методы исследований. В качестве объекта исследований исполь-

зованы сорта озимой пшеницы селекции «Аграрного научного центра «Донской» – Краса Дона, Полина и Юбилей Дона. Посев проводили на опытных полях лаборатории первичного семеноводства и семеноведения ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2019–2020 гг. сеялкой ССФК-7. Площадь учетной делянки – 10 м², повторность – трехкратная, предшественник – черный пар. Обработку растений озимой пшеницы проводили жидкими комплексными удобрениями в виде листовых подкормок в фазы «кущение» и «выход в трубку» с помощью ранцевого опрыскивателя «Жук».

Для проведения исследований использовали следующие комплексные удобрения:

Страда N – это жидкое комплексное удобрение для некорневых подкормок с повышенным содержанием азота. Состав: 5 макроэлементов (N – 27%, K₂O, P₂O₅, MgO, S) и 8 микроэлементов (Fe, Mn, B, Zn, Cu, Mo, Co, Se), а также органические кислоты и витамины. За счет высокого содержания азота в хелатной форме обладает значительными ростостимулирующими свойствами, способствует быстрому проникновению элементов питания в лист, повышает холодостойкость, засухоустойчивость, сопротивляемость к заболеваниям, снимает стрессы после зимовки и пестицидов;

Страда P – это жидкое комплексное удобрение для некорневых подкормок с повышенным содержанием фосфора. Состав: 5 макроэлементов (P₂O₅ – 20%, N, K₂O, MgO, S) и 8 микроэлементов (Fe, Mn, B, Zn, Cu, Mo, Co, Se), а также органические кислоты и витамины. Стимулирует развитие корневой системы, повышает устойчивость к засухе, эффективно снимает стрессы после применения пестицидов и после неблагоприятных погодных условий;

Моно Сера (S) – это жидкое удобрение с высоким содержанием серы. Состав: SO₃ – 72%, MgO – 2,3%, N – 2,0%, а также смачиватель, прилипатели и проникающие вещества. Стимулирует развитие корневой системы, повышает устойчивость к погодным стрессам, повышает урожайность и содержание клейковины в зерне;

Диформа Кремний-калий – это жидкое комплексное удобрение для листовой подкормки с высоким содержанием кремния (340 г/л)

и калия (160 г/л). Состав: SiO_2 , K_2O , амидный азот. Способствует увеличению числа зерен в колосе, повышению крупности семян, сохранности растений к уборке.

Схема опыта:

1. Контроль, без применения удобрений;
2. Листовая подкормка удобрениями Страда N в дозировке 3 л/га в фазу «кущение» + Моно Сера (S) – 0,5 л/га в фазу «выход в трубку»;
3. Листовая подкормка удобрениями Страда P в дозировке 3 л/га в фазу «кущение» + Моно Сера (S) – 0,5 л/га в фазу «выход в трубку»;
4. Листовая подкормка удобрением Диформа Кремний-калий – 0,5 л/га в фазу «кущение» + 0,5 л/га в фазу «выход в трубку».

Фенологические наблюдения и структурный анализ проводили согласно Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур РФ (2019). Уборку деленок осуществляли в период полного созревания зерна с помощью комбайна Wintersteiger Classic.

В полевых условиях измеряли высоту растений и длину колоса. В лабораторных условиях по стандартным методикам определяли: продуктивный стеблестой, количество зерен в колосе, массу зерна с колоса, массу 1000 зерен.

Исследования осуществляли согласно общепринятой методике полевого опыта (Доспехов, 2014).

В зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения для роста и развития растений большое значение имеет обеспечение почвы влагой во время посева и вегетации. Метеоусловия в годы проведения опытов по влагообеспеченности и температурному режиму различались. В 2019 сельскохозяйственном году осадков выпало 527,5 мм при норме 582,4 мм, средняя температура воздуха была 11,6 °C (норма – 9,6 °C) и относительная влажность составила 66,7% (при норме 73,0%). В целом сложились благоприятные условия для растений озимой пшеницы. В 2020 году выпало 463,7 мм осадков, среднегодовая температура воздуха составила 11,9 °C, а влажность воздуха – 63,5%. Год оказался не совсем благоприятным для озимой пшеницы, особенно в весенний период. В связи с неустойчивым климатом в зоне возделывания необходимо применять удобрения.

Результаты и их обсуждение. Обработка посевов жидкими комплексными удобрениями повлияла на структуру урожайности озимой пшеницы (табл. 1).

1. Структура урожайности озимой пшеницы (среднее за 2019–2020 гг.) 1. Structure of winter wheat productivity (mean in 2019–2020)

Вариант обработки	Продуктивный стеблестой, шт./м	Количество зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с колоса, г
Краса Дона				
Контроль	232	42	42,7	1,94
Страда N + S	270	43	45,7	2,19
Страда P + S	250	43	45,3	2,10
Диформа Кремний-калий	280	46	46,5	2,30
НСР ₀₅	–	–	1,67	0,16
Полина				
Контроль	226	43	39,6	1,98
Страда N + S	256	47	41,1	2,04
Страда P + S	266	48	42,1	2,30
Диформа Кремний-калий	283	51	42,4	2,43
НСР ₀₅	–	–	1,4	0,18
Юбилей Дона				
Контроль	226	44	41,6	1,81
Страда N + S	278	45	43,2	1,93
Страда P + S	278	46	43,8	1,93
Диформа Кремний-калий	287	48	43,9	2,1
НСР ₀₅	–	–	0,78	0,12

У всех изученных сортов наблюдалась тенденция к увеличению густоты продуктивного стеблестоя на 18–61 шт./м² в сравнении с контролем. У сорта Краса Дона в вариантах с обработкой Страда N + S и Страда P + S число зерен в колосе значительно не отличалось от контроля, но масса зерна с колоса и масса 1000 зерен имели прибавку – 0,25, 0,36 и 2,6, 3,8 г соответственно. При обработке удобрением Диформа Кремний-калий разница по количеству зерен в колосе составила 4 шт., соответственно увеличи-

лись показатели массы зерна с колоса и массы 1000 зерен (на 0,36 и 3,8 г соответственно).

У сорта Полина наибольшую прибавку по количеству зерен в колосе показали варианты с обработкой удобрениями Страда P + S и Диформа Кремний-калий, соответственно самыми высокими были также масса зерна с колоса и масса 1000 зерен – 2,30, 2,43 и 42,1 и 42,4 г соответственно.

У сорта Юбилей Дона по количеству зерен в колосе лучшим был вариант с обработкой

удобрением Диформа Кремний-калий. Масса 1000 зерен имела прибавку 2,3 г, а масса зерна с колоса – 0,29 г.

В опыте изучали также влияние удобрений на высоту растений и длину колоса (табл. 2).

2. Высота растений и длина колоса озимой пшеницы (среднее за 2019–2020 гг.) 2. Plant height and head length of winter wheat (mean in 2019–2020)

Вариант обработки	Высота растений, см	Длина колоса, см
Краса Дона		
Контроль	95	8,8
Страда N + S	96	9,2
Страда P + S	96	9,1
Диформа Кремний-калий	95	9,4
Полина		
Контроль	102	9,4
Страда N + S	102	9,8
Страда P + S	100	9,9
Диформа Кремний-калий	101	9,9
Юбилей Дона		
Контроль	88	8,4
Страда N + S	89	8,5
Страда P + S	91	8,6
Диформа Кремний-калий	93	8,9

Обработка удобрениями не оказала влияния на высоту растений. В среднем за годы исследования длина колоса увеличилась у сорта Краса Дона на 0,6 см, а у сортов Полина и Юбилей Дона – на 0,5 см, что благоприятно сказалось на озёрнённости колоса.

Наиболее высокая урожайность у сорта Краса Дона была получена в вариантах обработки растений удобрениями Страда N + S и Диформа Кремний-калий – 9,4 и 9,5 т/га соответственно (табл. 3).

3. Урожайность озимой пшеницы за 2019–2020 гг. 3. Winter wheat productivity (mean in 2019–2020)

Вариант опыта	Урожайность, т/га		
	2019 год	2020 год	Среднее
Краса Дона			
Контроль	8,4	8,1	8,3
Страда N + S	9,8	8,9	9,4
Страда P + S	9,0	8,5	8,8
Диформа Кремний-калий	9,6	9,3	9,5
НСР ₀₅	0,43	0,2	–
Полина			
Контроль	8,6	7,6	8,1
Страда N + S	9,1	8,1	8,6
Страда P + S	9,2	8,4	8,8
Диформа Кремний-калий	9,7	8,5	9,1
НСР ₀₅	0,3	0,36	–
Юбилей Дона			
Контроль	8,8	7,9	8,4
Страда N + S	9,1	8,2	8,6
Страда P + S	9,1	8,4	8,8
Диформа Кремний-калий	9,2	8,6	8,9
НСР ₀₅	0,25	0,2	–

У сорта Полина лучшую урожайность показали варианты с обработкой удобрениями Страда P + S и Диформа Кремний-калий (8,8 и 9,1 т/га), а у сорта Юбилей Дона – при обработке удобрением Диформа Кремний-калий (8,9 т/га).

Расчет экономического эффекта от применения комплексных удобрений является за-

вершающим этапом проведенных исследований. Основным его критерием являлась прибавка урожайности к контролю и ее стоимость. В среднем у сорта Краса Дона прибавка составила от 0,5 до 1,2 т/га, у сорта Полина – от 0,5 до 1,0 т/га, а у сорта Юбилей Дона – от 0,2 до 0,5 т/га (табл. 4).

4. Экономический эффект применения комплексных удобрений в технологии возделывания озимой пшеницы (среднее за 2019–2020 гг.)

4. Economic effect of the use of complex fertilizers in winter wheat cultivation technology (mean in 2019–2020)

Вариант обработки	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю, т/га	Затраты, руб./га	Себестоимость, руб./т	Экономический эффект, руб./га
Краса Дона					
Контроль	8,3	–	32000	3855	–
Страда N + S	9,4	1,1	32760	3485	17490
Страда P + S	8,8	0,5	32910	3740	7950
Диформа Кремний-калий	9,5	1,2	32350	3405	19080
Полина					
Контроль	8,1	–	32000	3950	–
Страда N + S	8,6	0,5	32760	3720	7950
Страда P + S	8,8	0,7	32910	3740	11130
Диформа Кремний-калий	9,1	1,0	32350	3555	15900
Юбилей Дона					
Контроль	8,4	–	32000	3810	–
Страда N + S	8,6	0,2	32760	3809	3180
Страда P + S	8,8	0,4	32910	3740	6360
Диформа Кремний-калий	8,9	0,5	32350	3635	7950

Максимальный экономический эффект (19080 руб./га) при урожайности 9,5 т/га был получен у сорта Краса Дона в варианте с обработкой удобрением Диформа Кремний-калий. У сорта Юбилей Дона этот показатель во всех вариантах опыта оказался в два раза ниже, чем у других сортов.

Выводы

1. Варианты опыта с применением удобрений превышали контроль по показателям продуктивности. У сорта Краса Дона по признакам количество зерен в колосе (43 и 46 шт.), масса зерна с колоса (2,19 и 2,3 г), масса 1000 зерен (45,7 и 46,5 г) и лучшие результаты по урожайности (9,4 и 9,5 т/га) были получены в вариантах с обработкой удобрениями Страда N + S и Диформа Кремний-калий. На сорт Полина

наибольшее влияние оказали удобрения Страда P + S и Диформа Кремний-калий, где урожайность составила 8,8 и 9,1 т/га соответственно.

2. Максимальный экономический эффект – 19080 руб./га, был получен у сорта Краса Дона при урожайности 9,5 т/га в варианте с обработкой удобрением Диформа Кремний-калий.

Результаты исследований показали, что использование жидких комплексных удобрений оказывает положительное влияние на рост и развитие растений озимой пшеницы и их необходимо применять особенно в неблагоприятные годы, т.е. при недостаточном увлажнении в весенний период.

Библиографические ссылки

1. Васильченко С. А., Метлина Г. В. Влияние сроков посева на продуктивность сортов сои селекции «АНЦ «Донской» в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2018. № 6(60). С. 9–13.
2. Габдуллин В. Р., Гараева Л. А. Влияние минеральных удобрений, предшественников и биопрепаратов на продуктивность яровой пшеницы // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2018. № 20. С. 59–63.
3. Громова С. Н., Скрипка О. В., Самофалов А. П., Подгорный С. В., Некрасова О. А., Чернова В. Л. Продуктивность и элементы структуры урожая сортов озимой мягкой пшеницы в конкурсном сортоиспытании в условиях «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2019. № 3(63). С. 26–29.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Альянс, 2014. 351 с.
5. Старикова Д. В., Костылев П. И. Влияние химических стимуляторов и биологических препаратов на продуктивность озимой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2014. № 1(31). С. 54–59.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 1. М.: ООО «Группа компаний Море», 2019. 384 с.

References

1. Vasil'chenko S. A., Metlina G. V. Vliyanie srokov poseva na produktivnost' sortov soi selekcii «ANC «Donskoj» v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti [The effect of sowing dates on the productivity of soybean varieties developed by the «ANC «Donskoj» in the south of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 6(60). S. 9–13.
2. Gabdullin V. R., Garaeva L. A. Vliyanie mineral'nyh udobrenij, predshestvennikov i biopreparatov na produktivnost' yarovoj pshenicy [The effect of mineral fertilizers, forecrops and biological products on spring wheat productivity] // Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produkci sel'skogo hozyajstva. 2018. № 20. S. 59–63.

3. Gromova S. N., Skripka O. V., Samofalov A. P., Podgornyy S. V., Nekrasova O. A., Chernova V. L. Produktivnost' i elementy struktury urozhaya sortov ozimoy myagkoj pshenicy v konkursnom sortoispytanii v usloviyah «ANC «Donskoj» [Productivity and yield structure elements of winter bread wheat varieties in competitive variety testing in the conditions of "ANC "Donskoy"] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 3(63). S. 26–29.
4. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of study results)]. 5-e izd., pererab. i dop. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
5. Starikova D. V., Kostylev P. I. Vliyanie himicheskikh stimulyatorov i biologicheskikh preparatov na produktivnost' ozimoy pshenicy [The effect of chemical stimulants and biological products on winter wheat productivity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 1(31). S. 54–59.
6. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Methodology for the State Variety Testing of agricultural crops]. Vypusk 1. M.: ООО «Gruppa kompanij More», 2019. 384 s.

Поступила: 10.12.20; принята к публикации: 10.02.21.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Фирсова Т. И. – концептуализация исследования; Черткова Н. Г., Скворцова Ю. Г., Филенко Г. А. – подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация; Фирсова Т. И., Рябов Р. О. – предоставление препаратов; Черткова Н. Г. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК: 632.954;633.1(470.313)

DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-58-61

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С МЕТЛИЦЕЙ ОБЫКНОВЕННОЙ В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. А. Артемьева, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, зав. отделом сортовых агротехнологий в семеноводстве, лаборатории защиты растений, ORCID ID: 0000-0002-4124-0268;

М. Н. Захарова, старший научный сотрудник отдела сортовых агротехнологий в семеноводстве, лаборатории защиты растений, ORCID ID: 0000-0001-9610-1743;

Л. В. Рожкова, научный сотрудник отдела сортовых агротехнологий в семеноводстве, лаборатории защиты растений, ORCID ID: 0000-0001-6399-707X

ИСА-филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ,

390502, Рязанская область, Рязанский район, с. Подвьязь, ул. Парковая, дом 1;

e-mail: podvyaze@bk.ru

Ученые-гербологи подсчитали, что в интегрированной системе защиты посевов от сорняков, болезней и вредителей-насекомых до 30% сохраненного урожая обеспечивается обработкой гербицидами. Одним из наиболее злостных и трудноискоренимых сорняков, засоряющим посевы озимой пшеницы, является метлица обыкновенная (полевая) (*Apera spica-venti* L.). Приведены результаты трехлетних полевых испытаний послевсходовых гербицидов Пума Супер 100, КЭ (100 г/л феноксапроп-П-этил + 27 г/л антидот мефенпир-диэтил) и Аксиал, КЭ (45 г/л пиноксадена + 11,25 г/л антидот клокви́тосет-мексил), применяемых для снижения засоренности посевов озимой пшеницы метлицей полевой и повышения урожайности культуры. Цель исследования – определить биологическую и хозяйственную эффективность этих препаратов и оценить их влияние на фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы. Проведенная в условиях Рязанской области оценка эффективности гербицидов для защиты озимой пшеницы от метлицы полевой выявила их высокую эффективность в снижении засоренности посевов культуры от 89 до 100% и в повышении ее урожайности. Применение гербицидов в фазу весеннего кущения культуры способствовало улучшению ее фитосанитарного состояния и получению дополнительной урожайности зерна озимой пшеницы от 0,25 до 0,46 т/га.

Ключевые слова: озимая пшеница, гербициды, метлица обыкновенная, засоренность, урожайность, эффективность.

Для цитирования: Артемьева Е. А., Захарова М. Н., Рожкова Л. В. Эффективность гербицидов для борьбы с метлицей обыкновенной в посевах озимой пшеницы в условиях Рязанской области // Зерновое хозяйство России. 2021. № 2(74). С. 58–61. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-58-61.



THE EFFECTIVENESS OF HERBICIDES FOR COMBATING BREAD WINDGRASS ON WINTER WHEAT IN THE RYAZAN REGION

E. A. Artemieva, Candidate of Biological Sciences, leading researcher, head of the department of varietal agrotechnologies in seed production, the laboratory for plant protection, ORCID ID: 0000-0002-4124-0268;

M. N. Zakharova, senior researcher of the department of varietal agrotechnologies in seed production, the laboratory for plant protection, ORCID ID: 0000-0001-9610-1743;

L. V. Rozhkova, researcher of the department of varietal agrotechnologies in seed production, the laboratory for plant protection, ORCID ID: 0000-0001-6399-707X

Institute of Seed production and Agrotechnologies, Branch of the Federal Budgetary Scientific Institution "Federal Research Agro-Engineering Center VIM",

390502, Ryazan Region, Ryazan district, v. of Podvyaze, Parkovaya Str., 1; e-mail: podvyaze@bk.ru

Herbologists have calculated that in an integrated system for protecting crops from weeds, diseases and insect pests, up to 30% of productivity can be saved by treatment with herbicides. One of the most malicious and hard-to-eradicate weeds that infest winter wheat sowings is the bread (field) windgrass (*Apera spica-venti* L.). There have been presented the results of 3-year trials of post-sprouting herbicides 'Puma Super 100, KE' (100 g/l fenoxa-prop-P-ethyl + 27 g/l antidote mefenpyr-diethyl) and 'Aksial, KE' (45 g/l pinoxaden + 11.25 g/l antidote clokvitoset-mexil), used on winter wheat sowings to reduce weediness with windgrass and to increase wheat productivity. The purpose of the study was to identify biological and economic efficiency of these products and to assess their effect on the phytosanitary state of winter wheat sowings. The conducted estimation of the herbicides' utilization in the protection of winter wheat from the windgrass identified their efficiency in reducing the contamination of sowings from 89 to 100% and in increasing wheat productivity. The use of herbicides in a period of spring tillering contributed to the improvement of phytosanitary state and an additional yield of winter wheat grain from 0.25 to 0.46 t/ha.

Keywords: winter wheat, herbicides, bread windgrass, weediness, productivity, efficiency.

Введение. В современном сельском хозяйстве защита посевов от сорняков – одно из решающих звеньев системы земледелия. Обеспечение оптимального фитосанитарного состояния посевов позволяет растениям использовать все факторы жизнедеятельности и формировать высокие урожаи с хорошим качеством. На посевах озимой пшеницы в Рязанской области повсеместно распространены и наиболее встречаются 15–20 видов сорных растений (Веневцев и др., 2009). Известно, что при возделывании всех сельскохозяйственных культур сорные растения – неизменный фактор, снижающий урожай. Ученые-гербологи подсчитали, что в интегрированной системе защиты посевов от сорняков, болезней и вредителей-насекомых до 30% сохраненного урожая обеспечивается обработкой гербицидами (Зуза, 2014).

Одним из наиболее злостных и трудноискоренимых сорняков, засоряющим посеvy озимой пшеницы, является метлица обыкновенная (полевая) (*Apera spica-venti* L.). Очень часто целые поля бывают «покрыты» этим растением. Географический ареал метлицы к настоящему времени представляет собой огромные площади – как в пределах границ Российской Федерации, так и на территории других государств Европы. За последние годы ареал метлицы обыкновенной значительно расширился. И сегодня она представляет опасность как сорняк в тех регионах, где ранее о ней знали только из справочной литературы. Территория распространения метлицы продолжает расширяться и по сей день, делая ее существенной угрозой для все большего числа регионов. В борьбе с корнеотпрысковыми и двудольными сорняками в хозяйствах часто не уделяют должного внимания злаковым сорнякам. Учитывая биологические особенности и вредоносность метлицы обыкновенной, необходимо в ближайшее время принять все меры по ограничению ее распространения и уменьшению численности (Лысенко, 2010).

При применении гербицидов на посевах зерновых культур первостепенное значение имеет знание фитосанитарного состояния посевов каждого конкретного участка и выбор наиболее эффективного гербицида в зависимости от видового состава сорняков и порогов экономической вредоносности. Экономический порог вредоносности метлицы обыкновенной в посевах зерновых составляет 10–20 экз./м² (Шпаар, 2008).

В связи с актуальностью проблемы в 2016–2018 годах на полях ИСА – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ были проведены полевые испытания внесения противозлаковых гербицидов Пума Супер 100, КЭ (100 г/л феноксапроп-П-этил + 27 г/л антидот мефенпир-диэтил) и Аксиал, КЭ (45 г/л пиноксадена + 11,25 г/л антидот клоксикотет-мексил) в посевах озимой пшеницы.

Цель исследований – определить биологическую и хозяйственную эффективность проти-

возлаковых гербицидов и оценить их влияние на фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы.

Материалы и методы исследований.

Исследования проводили на опытных полях ИСА – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (бывший ФГБНУ РНИИСХ) Рязанского района Рязанской области. Почва темно-серая лесная тяжелосуглинистая; содержание в слое почвы 0–0,2 м – гумуса 4,0%, pH – 5,8, обменного калия – 12,3 мг/100 г почвы и подвижного фосфора – 31,7 мг/100 г почвы. Агроклиматические условия центральной части Рязанской области различались по годам исследований. За норму приняты среднесуточные показатели среднесуточной температуры воздуха (13,2 °C) и осадков (188 мм) за вегетационный период. В период вегетации 2016 года среднесуточная температура воздуха была выше среднесуточной нормы на 11 °C, выпавшие осадки также превышали среднесуточную норму на 22,7 мм. За вегетационный период 2017 года среднесуточная температура воздуха была выше нормы на 1,6 °C, количество выпавших осадков превышало среднесуточную норму на 9 мм. В 2018 году за тот же период вегетации среднесуточная температура воздуха была выше нормы на 8,8 °C, а количество выпавших осадков было ниже среднесуточной нормы на 90,1 мм.

Площадь обрабатываемой делянки – 50 м², повторность четырехкратная, сорт озимой пшеницы Виола. Предшественник – черный пар. Под предпосевную культивацию вносили 1,0 ц/га азотоски. Для подкормки посевов озимой пшеницы в фазе весеннего кущения использовали аммиачную селитру – 0,1 т/га.

Схема применения гербицидов (вариант опыта): Пума Супер 100, 12,7% КЭ (100 г/л феноксапроп-П-Этила + 27 г/л антидота мефенпир-диэтила) – 0,75 л/га; Аксиал, 56,25% КЭ (45 г/л пиноксадена + 11,25 г/л клоксикотет-мексила) – 1,3 л/га; контроль – без гербицидов.

В фазе весеннего кущения делянки озимой пшеницы обрабатывали гербицидами (11.05.2016 г., 05.05.2017 г. и 04.05.2018 г.) ручным опрыскивателем «Агротоп», оборудованным двухметровой штангой с нормой расхода рабочего раствора 200 л/га.

Учет сорной растительности проводили перед опрыскиванием, через 30, 45 дней после обработки и в период уборки урожая количественно-весовым методом на 4-х учетных площадках по 0,25 м² на опытных и контрольных делянках (Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов, 2013).

Урожайность зерна озимой пшеницы учитывали вручную, методом пробных снопов с учетной площади 1 м² в 4-кратной повторности с каждой опытной делянки. Математическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа.

Результаты и их обсуждение. В сложившихся условиях вегетационного периода

2016 года, при засоренности посевов озимой пшеницы метлицей обыкновенной до 24 шт./м², опрыскивание посевов гербицидом Аксиал, КЭ способствовало снижению количества и биомассы сорняка на 98%. Обработка культуры Пума Супер 100, КЭ снижала числен-

ность метлицы на 91%, а ее биомассу на 89% (учет через 30 дней после опрыскивания). Гербициды способствовали повышению урожайности культуры на 0,25 и 0,33 т/га по сравнению с контрольным вариантом (урожайность – 3,59 т/га) (табл. 1).

1. Влияние противозлаковых гербицидов на засоренность посевов и урожайность озимой пшеницы в 2016 году
1. The effect of anti-cereal herbicides on weediness of winter wheat sowings and productivity in 2016

Варианты опыта	Снижение засоренности, % к контролю				Урожайность, т/га	Дополнительная урожайность, т/га
	I учет, 12.06.16		II учет, 27.06.16			
	количество	масса	количество	масса		
Аксиал, КЭ	98,0	98,0	100,0	100,0	3,92	0,33
Пума Супер 100, КЭ	91,0	89,0	94,0	89,0	3,84	0,25
Контроль	24,0*	102,0**	22,0*	128,0**	3,59	–
НСР ₀₅					0,23	

*количество сорняков, шт./м², **масса, г/м².

В 2017 году полевые испытания изучаемых граминицидов проводили при уровне засоренности посевов озимой пшеницы метлицей обыкновенной 22 шт./м². При таком уровне засорения использование Аксиал, КЭ способствовало снижению количества этого сорняка на 97%, а его биомассы на 98% и получению до-

полнительной урожайности культуры 0,27 т/га (табл. 2). Под действием гербицида Пума Супер 100, КЭ, внесенного в фазе весеннего кушения культуры, количество метлицы обыкновенной снизилось на 98%, ее биомасса – на 99%, а урожайность озимой пшеницы повысилась на 0,31 т/га.

2. Влияние противозлаковых гербицидов на засоренность посевов и урожайность озимой пшеницы в 2017 году
2. The effect of anti-cereal herbicides on weediness of winter wheat sowings and productivity in 2017

Варианты опыта	Снижение засоренности, % к контролю				Урожайность, т/га	Дополнительная урожайность, т/га
	I учет, 5.06.17		II учет, 20.06.17			
	количество	масса	количество	масса		
Аксиал, КЭ	97,0	98,0	100,0	100,0	3,71	0,27
Пума Супер 100, КЭ	98,0	99,0	100,0	100,0	3,75	0,31
Контроль	24,0*	102,0**	22,0*	128,0**	3,44	-
НСР ₀₅					0,24	

*количество сорняков, шт./м², **масса, г/м².

В 2018 году в посевах озимой пшеницы насчитывалось до 23 шт./м² метлицы полевой. Опрыскивание гербицидом Аксиал, КЭ способствовало снижению засоренности посевов сорняком на 96% по количеству и на 95% по его биомассе. Урожайность зерна озимой пшеницы в этом варианте составила 3,87 т/га, что выше урожайности, полученной с контрольного ва-

рианта, на 0,46 т/га. При обработке препаратом Пума Супер 100, КЭ численность метлицы (учет через 30 дней после опрыскивания) снижалась на 91%, а ее биомасса – на 90% (табл. 3). Урожайность зерна, полученная с этого варианта, была выше урожайности, полученной с контрольного варианта, на 0,35 т/га (урожайность зерна на контроле – 3,41 т/га).

3. Влияние противозлаковых гербицидов на засоренность посевов и урожайность озимой пшеницы в 2018 году
3. The effect of anti-cereal herbicides on weediness of winter wheat sowings and productivity in 2018

Варианты опыта	Снижение засоренности, % к контролю				Урожайность, т/га	Дополнительная урожайность, т/га
	I учет, 4.06.18		II учет, 19.06.18			
	количество	масса	количество	масса		
Аксиал, КЭ	96,0	95,0	98,0	99,0	3,87	0,46
Пума Супер 100, КЭ	91,0	90,0	97,0	98,0	3,76	0,35
Контроль	23,0*	62,0**	22,0*	80,0**	3,41	-
НСР ₀₅					0,26	

*количество сорняков, шт./м², **масса, г/м².

Выводы. Проведенная в условиях Рязанской области оценка биологической эффективности гербицидов для защиты озимой пшеницы от метлицы полевой показала высокую эффективность обоих препаратов (от 94 до 100%) в снижении засоренности посевов культуры

и в повышении ее урожайности. Применение гербицидов в фазу весеннего кущения культуры способствовало улучшению ее фитосанитарного состояния и получению дополнительной урожайности зерна озимой пшеницы от 0,25 до 0,46 т/га.

Библиографические ссылки

1. Веневцев В. З., Захарова М. Н., Рожкова Л. В., Антошина О. А. Инновационная технология возделывания озимой пшеницы с использованием комплексной системы защиты: Методическое пособие. Рязань: изд-во ООО «Шиловская типография», 2009. 35 с.
2. Зуза В. С. Критерии целесообразности использования гербицидов в посевах озимой пшеницы // Защита и карантин растений. 2014. № (10). С. 11–13.
3. Шпаар Д. Зерновые культуры. Выращивание, уборка, доработка и использование. Т. 1. М.: ИД ООО «ДЛВ АГРОДЕЛО», 2008. 336 с.

References

1. Venevcev V. Z., Zaharova M. N., Rozhkova L. V., Antoshina O. A. Innovacionnaya tekhnologiya vozdel'vaniya ozimoy pshenicy s ispol'zovaniem kompleksnoj sistemy zashchity [Innovative technology of winter wheat cultivation using an integrated protection system]. Metodicheskoe posobie: Ryazan': izd-vo ООО «SHilovskaya tipografiya», 2009. 35 s.
2. Zuza V. S. Kriterii celesoobraznosti ispol'zovaniya gerbicidov v posevah ozimoy pshenicy [Criteria for the feasibility of using herbicides in winter wheat crops] // Zashchita i karantin rastenij. 2014. № (10). S. 11–13.
3. Shpaar D. Zernovye kul'tury. Vyrashchivanie, uborka, dorabotka i ispol'zovanie [Cereals. Growing, harvesting, processing and use]. T. 1. M.: ID ООО «DLV AGRODELO», 2008. 336 s.

Поступила: 20.03.20; принята к публикации: 8.12.20.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Захарова М. Н., Рожкова Л. В. – концептуализация исследования, подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация; Захарова М. Н., Рожкова Л. В., Артемьева Е. А. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ ПО КАЧЕСТВУ ЗЕРНА В УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. С. Каменева, аспирант лаборатории селекции и семеноводства пшеницы твердой озимой, kameneva.anka2016@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1466-250X;

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

Д. М. Марченко, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. отделом селекции и семеноводства озимой пшеницы, wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

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

О. А. Некрасова, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, nekrasova_olesya@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-4409-4542

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

Успех селекции любой сельскохозяйственной культуры, в том числе и озимой твердой пшеницы, на современном уровне зависит, в первую очередь, от находящегося в распоряжении селекционера исходного материала, его ценности, степени изученности. Целью наших исследований является оценка коллекционных образцов озимой твердой пшеницы по качественным показателям и выделение лучших для использования в селекционных программах. В условиях Ростовской области изучено 159 образцов озимой твердой пшеницы разного эколого-географического происхождения по показателям качества зерна (содержание белка, клейковины, каротиноидных пигментов, стекловидности, натуры зерна). Образцы озимой твердой пшеницы имели высокое содержание белка и относились к I классу качества. По содержанию клейковины в зерне выделено 17 (10,7%) образцов. Максимальными значениями признака «SDS-седиментация» обладали следующие образцы: 50 мл – 588/15 (Россия); 49 мл – SAHINBEY (Турция), SARI BUGDAY 2 (Турция), 543/15 (Россия); 48 мл – ANKARA 98 (Турция) и др. Высокую стекловидность в опыте имели 43 образца озимой твердой пшеницы (более 85%): 663/17, 1121/12, Новинка 4, Алена (Россия), C1252 (Турция), SN TURK MI 82-83 90/GUTROS-2, DF 28.82.84/DAB-18, P 1290493/HUI/AV79 (Мексика), K-61869 (Молдова) и др. За годы исследований высокие показатели содержания каротиноидных пигментов были получены у образцов Новинка 4 – 705 мкг/%; 535/17 – 689 мкг/%; 543/15 – 664 мкг/% (Россия); OSU-3880001/4AOS/SNIP/3/MEDIUM/KIF/SAPI – 704 мкг/% (Мексика); Winter Gold – 697 мкг/% (Германия). По комплексу качественных показателей в условиях Ростовской области выделено 5 образцов озимой твердой пшеницы, которые рекомендуется включать в селекционные программы.

Ключевые слова: озимая твердая пшеница, коллекция, образец, качество, селекция.

Для цитирования: Каменева А. С., Ионова Е. В., Марченко Д. М., Иличкина Н. П., Некрасова О. А. Изучение коллекционных образцов озимой твердой пшеницы по качеству зерна в условиях Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2021. № 2(74). С. 62–68. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-62-68.



THE STUDY OF COLLECTION DURUM WINTER WHEAT SAMPLES ACCORDING TO GRAIN QUALITY IN THE ROSTOV REGION

A. S. Kameneva, post graduate, agronomist of the laboratory for winter durum wheat breeding and seed production, kameneva.anka2016@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1466-250X;

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

D. M. Marchenko, Candidate of Agricultural Sciences, head of winter wheat breeding and seed production department, wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

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

O. A. Nekrasova, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and seed quality, nekrasova_olesya@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-4409-4542

Agricultural Research Center "Donskoy",

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

The success of any agricultural crop breeding, including winter durum wheat primarily depends on the initial material at the breeder's disposal, its value, and the degree of study. The purpose of the current study was to evaluate collection samples of winter durum wheat according to quality indicators and to select the best ones for use in breeding programs. In the Rostov region there were studied 159 winter durum wheat samples of different ecological and geographical origin according to grain quality (protein percentage, gluten content, amount of carotenoid pigments, kernel hardness, nature weight). The winter durum wheat samples had a high protein percentage and belonged to the 1-st quality class. According to gluten content in grain there were identified 17 (10.7%) samples. The following samples had the maximum values of trait 'SDS-sedimentation': '588/15' (Russia) with 50 ml; 'SAHINBEY' (Turkey), 'SARI BUGDAY

2' (Turkey), '543/15' (Russia) with 49 ml; 'ANKARA 98' (Turkey) with 48 ml. The following 43 winter durum wheat samples (more than 85%) had large kernel hardness in the trial: '663/17', '1121/12', 'Novinka 4', 'Alena' (Russia), 'C1252' (Turkey), 'SN TURK MI 82-83 90 / GUTROS-2', 'DF 28.82.84 / DAB-18', 'P 1290493 // HUI // AV79' (Mexico), 'K-61869' (Moldova). Over the years of study, a large amount of carotenoid pigments was identified in the following samples: 'Novinka 4' with 705 µg /%, '535/17' with 689 µg /%, '543/15' with 664 µg /% (Russia), 'OSU-3880001 / 4AOS / SNIP / 3 / MEDIUM / KIF // SAPI' with 704 µg /% (Mexico), 'Winter Gold' with 697 µg /% (Germany). According to the complex of qualitative indicators, there were identified 5 winter durum wheat samples, which are recommended to be included in the breeding programs of the Rostov region.

Keywords: winter durum wheat, collection, sample, quality, breeding.

Введение. Успех селекции любой сельскохозяйственной культуры, в т.ч. и озимой твердой пшеницы, на современном уровне зависит, в первую очередь, от находящегося в распоряжении селекционера исходного материала, его ценности, степени изученности (Калиненко и др., 1976). Исходный материал, по мнению Н. И. Вавилова (1987), является краеугольным камнем в селекции, от его разнообразия, качества зависит решение сложных задач, стоящих перед селекцией.

Селекция озимой твердой пшеницы ведётся по разным признакам и свойствам: это урожайность, продолжительность вегетационного периода, короткостебельность, устойчивость к неблагоприятным абиотическим факторам среды, устойчивость к болезням и вредителям, технологичность, качество продукции (Балашов и др., 2014).

Твердые пшеницы нашей страны издавна славятся хорошим качеством и на всемирных выставках неоднократно отмечались высшими премиями (Калиненко и др., 1976). При оценке качества зерна твердой пшеницы учитывают выход первого сорта крупки, содержание клейковины в муке, высокую стекловидность, достигающую до 100%, структуру излома зерна. Эти признаки наследуются из обладающего ими исходного материала, который используется для создания новых высококачественных сортов пшеницы (Самофалов и др., 2014).

Целью наших исследований является оценка коллекционных образцов озимой твердой пшеницы по качественным показателям и выделение лучших для использования в селекционных программах.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2019–2020 гг. на опытных полях отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы «Аграрного научно-го центра «Донской», расположенного в южной зоне Ростовской области.

Объектом исследования послужили 159 образцов озимой твердой пшеницы различного эколого-географического происхождения из ВНИИР им. Н.И. Вавилова, турецкой коллекции (CIMMYT), сорта и селекционные линии АНЦ «Донской» и других российских и зарубежных оригинаторов.

Посев озимой твердой пшеницы проводили сеялкой Wintersteiger Plotseed S обычным рядовым способом на глубину заделки семян 4–6 см с нормой высева 450 всхожих зе-

рен на 1 м². Учетная площадь делянок – 5 м². Повторность – двухкратная. Размещение – систематическое. В качестве стандарта использовали сорт озимой твердой пшеницы Кристелла.

Качественные показатели зерна (стекловидность, натура, содержание белка, клейковины и каротиноидных пигментов) определяли по методикам, изложенным в изданиях «Методы оценки технологических качеств зерна», седиментацию (SDS-вариант) – по методике разработанной в АНЦ «Донской», с градацией для твердой пшеницы: очень сильная клейковина – >40; сильная – 39–35; средняя – 34–30; слабая – 29 и < мм (Самофалов и др., 2014).

Метеорологические условия в годы исследований были разнообразными. В 2019 сельскохозяйственном году, несмотря на отсутствие осадков в период налива и созревания, благодаря накопленным ранее запасам влаги в почве, изучаемые образцы озимой твердой пшеницы сформировали крупное, хорошо выполненное зерно. 2020 сельскохозяйственный год оказался неблагоприятным для формирования высокого урожая зерна. Пониженный температурный режим марта-апреля (в отдельные дни температура опускалась до -8 °C) позволил отобрать сорта и линии озимой твердой пшеницы, адаптированные к низким отрицательным температурам.

Результаты и их обсуждение. Известно, что особо ценный тот исходный материал, который стабильно сохраняет полезные биологические и хозяйственные признаки при выращивании в разные годы (Самофалов и др., 2014). Одним из важных показателей хозяйственной ценности сорта является содержание белка в зерне (Иванисов и др., 2020). В проведенных исследованиях значение данного признака коллекционных образцов варьировало от 14,42% у 1107/09 (Россия) до 17,68% у DF 28.82.84/DAB-18 (Мексика), у стандартного сорта Кристелла содержание белка в зерне составило 15,57% (рис. 1).

Все образцы в коллекционном питомнике имели высокое содержание белка и относились к I классу качества (ГОСТ 9353-2016).

Содержание клейковины в зерне у коллекционных образцов озимой твердой пшеницы изменялось в пределах от 22,7% у Титан (Россия) до 30,7% у DF 28.82.84//SRN-3/AJAIA 15 (Мексика) (рис. 2).

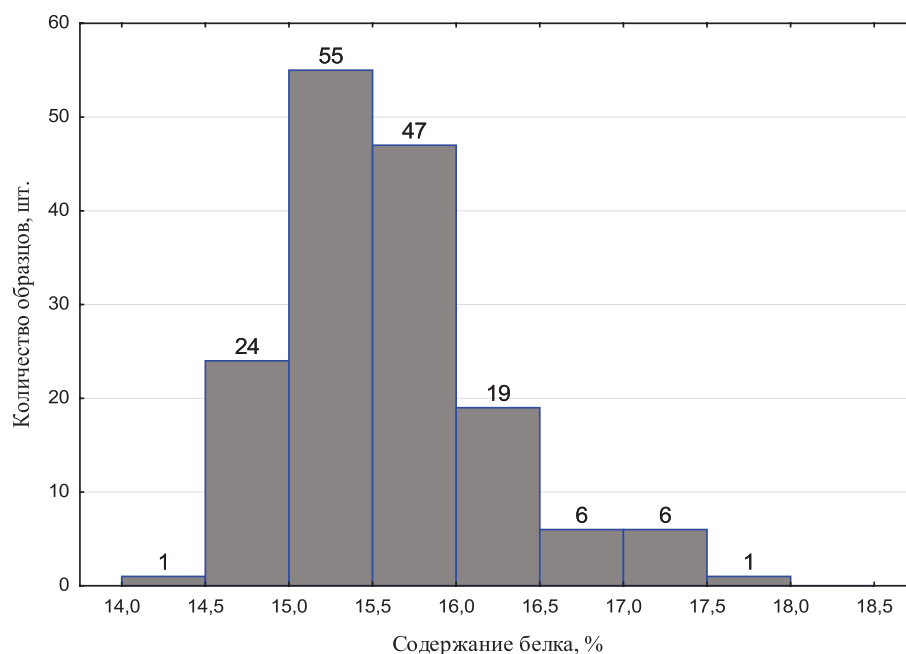


Рис. 1. Распределение коллекционных образцов озимой твердой пшеницы по содержанию белка в зерне (2019–2020 гг.)

Fig. 1. Distribution of the collection samples of winter durum wheat according to protein percentage in grain (2019–2020)

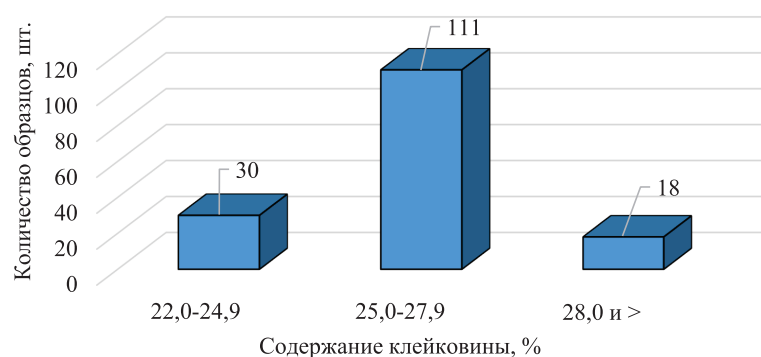


Рис. 2. Распределение коллекционных образцов озимой твердой пшеницы по содержанию клейковины в зерне (2019–2020 гг.)

Fig. 2. Distribution of the collection samples of winter durum wheat according to gluten content in grain (2019–2020)

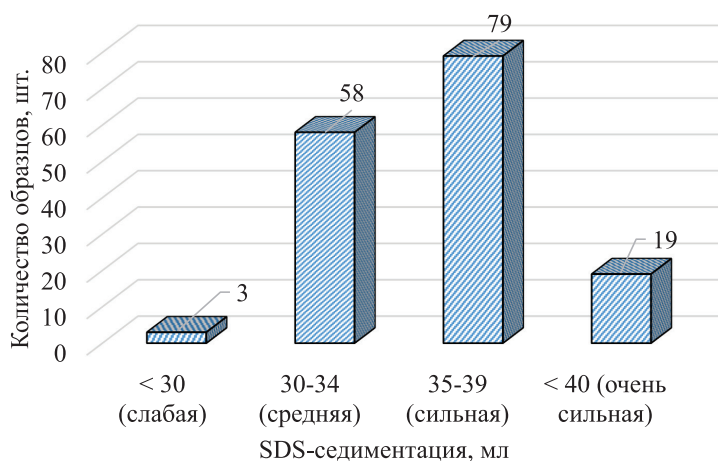


Рис. 3. Распределение коллекционных образцов озимой твердой пшеницы по SDS-сидиментации (2019–2020 гг.)

Fig. 3. Distribution of the collection samples of winter durum wheat according to SDS sedimentation (2019–2020)

Содержание клейковины стандартного сорта Кристелла составило 25,8%. К III классу качества относились 18,9% образцов озимой твердой пшеницы, ко II классу – 69,8% образцов. Выделились 11,3% образцов с высоким содержанием клейковины: DF 28.82.84//SRN-3/AJAIA 15 (Мексика) – 30,7%; BUL-T. DURUM-2 (Беларусь) – 30,2%; DF 28.82.84//SRN-3/AJAIA 15 (Мексика) – 29,9%; K-510858 (Молдова) – 29,6%; OSU-3880001/4AOS/SNIP/3/MEDIUM/KIF//SAPI (Мексика) – 29,3% и др., которые соответствовали I классу качества зерна.

Показатель SDS-седиментации для оценки качества клейковины широко используется в селекционной работе по твердой пшенице, который по требованию мирового рынка должен быть не менее 40 мл (Кравченко и др., 2020).

В среднем за годы исследований этот показатель находился в пределах от 28 мл (K-61924,

Молдова) до 50 мл (976/15, Россия) (рис. 3), у стандартного сорта Кристелла – 44 мл.

Содержание SDS-седиментации на уровне стандарта и выше имели следующие образцы: 50 мл – 588/15 (Россия); 49 мл – 543/15 (Россия), SAHINBEY, SARI BUGDAY 2 (Турция); 48 мл – ANKARA 98 (Турция) и другие.

Обязательный и важный для твердой пшеницы признак – высокая стекловидность (янтарная прозрачность) зерна. Мучнистое зерно не дает муку-крупчатку, необходимую для изготовления высококачественных макарон. Поэтому чем больше у сорта мучнистых зерен, тем ниже оценивается стекловидность зерна (Кравченко и др., 2020).

За два года исследований стекловидность в коллекционном питомнике озимой твердой пшеницы варьировала от 65% (488/11, Россия) до 95% (925/17, Россия) (рис. 4).

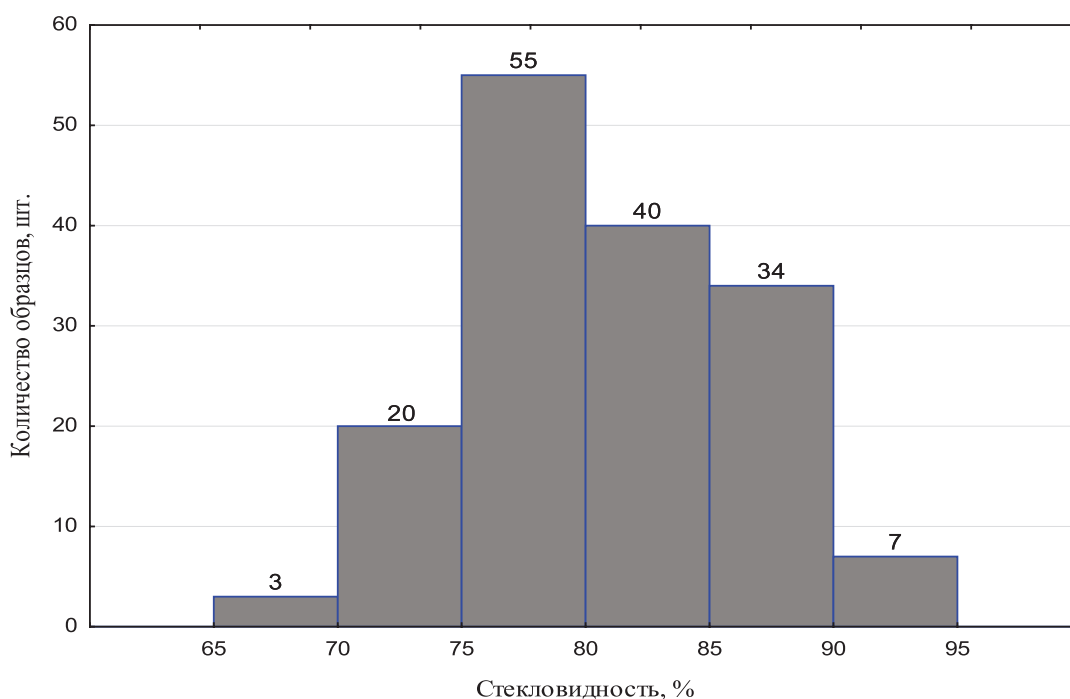


Рис. 4. Распределение коллекционных образцов озимой твердой пшеницы по стекловидности (2019–2020 гг.)
Fig. 4. Distribution of the collection samples of winter durum wheat according to kernel hardness (2019–2020)

Стекловидность стандартного сорта Кристелла составляла 84%. Выделились 43 образца (27,0%), которые имели высокие показатели данного признака (более 85%). Максимальное значение отмечено у образцов 663/17, 1121/12, Новинка 4, Алена (Россия), C1252 (Турция), SN TURK MI 82-83 90/GUTROS-2, DF 28.82.84/DAB-18, P1290493//HUI//AV79 (Мексика), K-61869 (Молдова) и др.

Натура зерна является не менее важным показателем. Качество озимой твердой пшеницы, выполненность и плотность зерновки характеризуют технологические свойства зерна, чем выше натурный вес, тем больше выход крупки (Кравченко и др., 2020).

Натура зерна в опыте варьировала от 720 г/л у DF 900.83 (Румыния) до 820 г/л у K-61869 (Молдова) (рис. 5).

Натурный вес стандартного сорта Кристелла составил 791 г/л. Выделилось 59 образцов (37,1%), натурный вес которых соответствовал 1 классу качества (более 770 г/л): K-61869 (Молдова), DF 28.82.84/DAB-18, P 1290493//HUI//AV79, URA/YAZI-48, OSU-3920053/RISSA (Мексика), 716/09, 483/17, 1015/16, 1140/17 (Россия) и др.

Особое преимущество твердой пшеницы как сырья макаронного производства по сравнению с другими видами пшениц заключается в высоком содержании каротиноидных пиг-

ментов. Он является сортовым признаком и хорошо сочетается с другими свойствами твердой пшеницы (Иванисов и др., 2020).

В коллекционном питомнике озимой твердой пшеницы содержание каротиноидов варьировало от 402 до 705 мкг/%, у стандарта – 569 мкг/% (рис. 6).

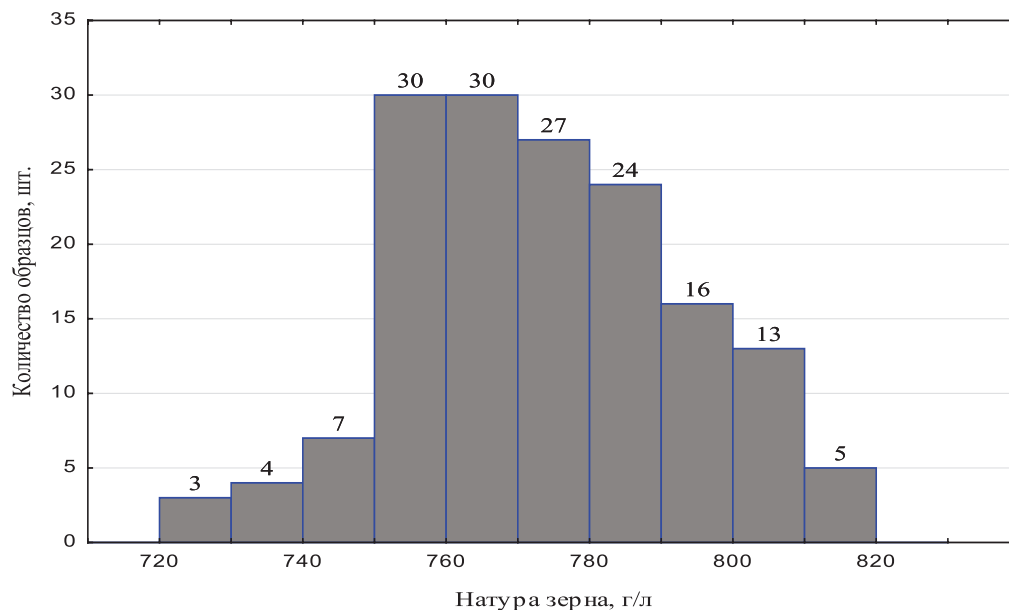


Рис. 5. Распределение коллекционных образцов озимой твердой пшеницы по показателю натуры зерна (2019–2020 гг.)

Fig. 5. Distribution of the collection samples of winter durum wheat according to nature weight (2019–2020)

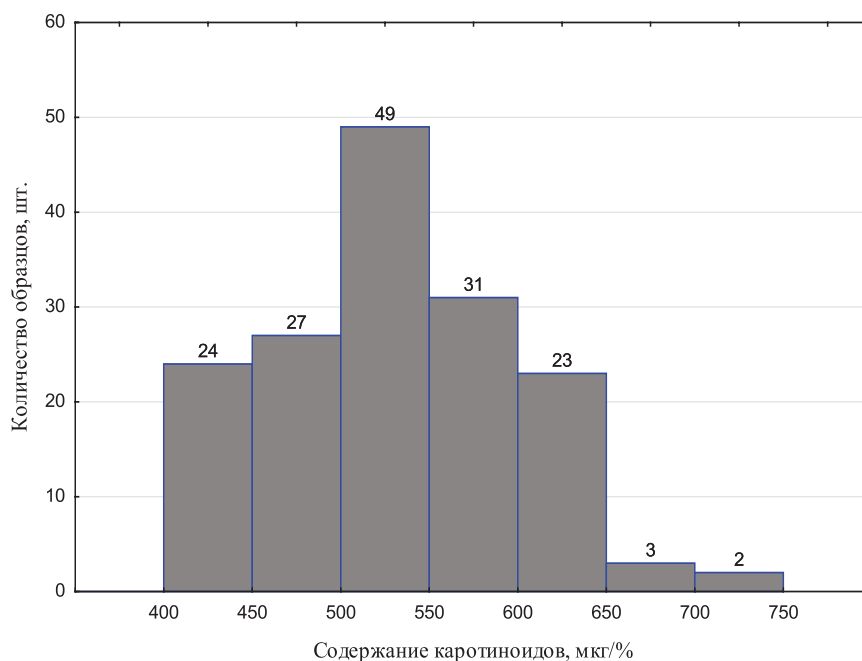


Рис. 6. Распределение коллекционных образцов озимой твердой пшеницы по содержанию каротиноидов (2019–2020 гг.)

Fig. 6. Distribution of the collection samples of winter durum wheat according to amount of carotenoids (2019–2020)

По данному признаку в лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы ведется отбор образцов, содержание каротиноидов у которых не ниже 400 мкг/%, образцы, не соответствующие данному критерию, выбраковываются.

За годы исследований высокие показатели по данному признаку отмечены у образцов Новинка 4 – 705 мкг/%, 535/17 – 689 мкг/%, 543/15 – 664 мкг/% (Россия), OSU-3880001/4AOS/SNIP/3/MEDIUM/KIF//SAPI – 704 мкг/% (Мексика), Winter Gold – 697 мкг/% (Германия) и другие.

По результатам исследований 2019–2020 гг. по комплексу качественных показателей выделены следующие образцы озимой твердой пшеницы из Мексики: P 1290493//HUI//AV79, OSU

3910244//SHAG-26, DF 28.82.84//SRN-3/AJAIA 15, DF 28.82.84//DAB-18, OSU-3880001/4AOS/SNIP/3/MEDIUM/KIF//SAPI. Их характеристики представлены в таблице.

Характеристика образцов в коллекционном питомнике озимой твердой пшеницы, выделившихся по показателям качества (2019–2020 гг.)
Characteristics of the collection samples of winter durum wheat, identified according to quality indicators (2019–2020)

Образец	Происхождение	Содержание, %		SDS-седиментация, мл	Стекловидность, %	Натура, г/л	Содержание каротиноидов, мкг/%
		белок	клейковина				
Кристелла, st	Россия	15,57	25,8	44	84	791	569
P 1290493//HUI//AV79	Мексика	16,36	28,0	45	90	814	604
OSU 3910244//SHAG-26		16,36	28,0	40	88	805	614
DF 28.82.84//SRN-3/AJAIA 15		17,48	30,7	45	88	778	639
DF 28.82.84//DAB-18		17,68	28,6	43	86	773	605
OSU-3880001/4AOS/SNIP/3/MEDIUM/KIF//SAPI		17,45	29,3	41	88	741	704
НСР ₀₅		—	—	—	—	—	—

Для повышения качества зерна (содержания белка и клейковины в зерне, SDS-седиментация, стекловидность и натура зерна) озимой твердой пшеницы, выделившиеся образцы необходимо использовать в селекционных программах.

Выводы. Сложность селекционной работы с твердой озимой пшеницей заключается именно в отсутствии такого обширного генофонда, который имеется по мягкой озимой пшенице. В связи с этим, выделение надежных источников отдельных селекционных признаков и свойств на основе последовательного изучения генофонда из собственной коллекции, мировой коллекции ВИР, CIMMIT необходимо

для целенаправленного использования в практической селекции. В результате проведенных исследований в условиях Ростовской области выделены источники высокого содержания белка и клейковины в зерне, SDS-седиментации, стекловидности, натуры зерна и содержания каротиноидов. По комплексу качественных показателей выделились 5 образцов озимой твердой пшеницы: P 1290493//HUI//AV79, OSU 3910244//SHAG-26, DF 28.82.84//SRN-3/AJAIA 15, DF 28.82.84//DAB-18, OSU-3880001/4AOS/SNIP/3/MEDIUM/KIF//SAPI (Мексика). Эти образцы будут рекомендованы для включения в селекционные программы.

Библиографические ссылки

1. Балашов В. В., Балашов А. В., Лёвкина К. В. Формирование урожайности сортов озимой твердой и тургидной пшеницы в годы с сильной засухой // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2014. № 2(34). С. 18–21.
2. Вавилов Н. И. Теоретические основы селекции. М.: Наука, 1987. 511 с.
3. Иванисов М. М., Марченко Д. М., Некрасов Е. И., Рыбась И. А., Романюкина И. В., Чухненко Ю. Ю., Кравченко Н. С. Сравнительная оценка сортов озимой мягкой пшеницы в межстанционном испытании по показателям качества // Зерновое хозяйство России. 2020. № 4(70). С. 14–18.
4. Калинин И. Г., Самофалова Н. Е. О результатах и перспективах селекции твердой и тургидной озимой пшеницы // Труды Донского ЗНИИСХ. 1976. Т. 8. С. 22–27.
5. Кравченко Н. С., Самофалова Н. Е., Олдырева И. М., Макарова Т. С. Характеристика сортов озимой твердой пшеницы по качеству зерна и макаронным свойствам // Зерновое хозяйство России. 2020. № 3(69). С. 26–31.
6. Самофалов А. П., Подгорный С. В. Исходный материал в селекции озимой пшеницы на продуктивность // Аграрный вестник Урала. 2014. № 5(123). С. 13–16.
7. Самофалова Н. Е., Копусь М. М., Скрипка О. В., Марченко Д. М., Самофалов А. П., Иличкина Н. П., Гричаникова Т. А. SDS-седиментация в поэтапной оценке селекционного материала озимой пшеницы по качеству зерна (научно-практические рекомендации). Ростов-н/Д: ЗАО «Книга», 2014. 32 с.

References

1. Balashov V. V., Balashov A. V., Lyovkina K. V. Formirovanie urozhajnosti sortov ozimoy tvyordoy i turgidnoy pshenicy v gody s sil'noj zasuhoj [Formation of productivity of winter durum and turgid wheat varieties in severely arid years] // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2014. № 2(34). S. 18–21.

2. Vavilov N. I. Teoreticheskie osnovy selekcii [Theoretical foundations of breeding]. M.: Nauka, 1987. 511 s.
3. Ivanisov M. M., Marchenko D. M., Nekrasov E. I., Rybas' I. A., Romanyukina I. V., CHuhnenko Yu. Yu., Kravchenko N. S. Sravnitel'naya ocenka sortov ozimoy myagkoj pshenicy v mezhstancionnom ispytanii po pokazatelyam kachestva [Comparative estimation of winter bread wheat varieties in an inter-station trial for quality indicators] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2020. № 4(70). S. 14–18.
4. Kalinenko I. G., Samofalova N. E. O rezul'tatah i perspektivah selekcii tverdoj i turgidnoj ozimoy pshenicy [On the results and prospects of durum and turgid winter wheat breeding] // Trudy Donskogo ZNIISKH. 1976. T. 8. S. 22–27.
5. Kravchenko N. S., Samofalova N. E., Oldyreva I. M., Makarova T. S. Harakteristika sortov ozimoy tverdoj pshenicy po kachestvu zerna i makaronnym svojstvam [Characteristics of durum winter wheat varieties according to grain quality and pasta properties] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2020. № 3(69). S. 26–31.
6. Samofalov A. P., Podgornij S. V. Iskhodnyj material v selekcii ozimoy pshenicy na produktivnost' [Initial material in winter wheat breeding for productivity] // Agrarnyj vestnik Urala. 2014. № 5(123). S. 13–16.
7. Samofalova N. E., Kopus' M. M., Skripka O. V., Marchenko D. M., Samofalov A. P., Ilichkina N. P., Grichanikova T. A. SDS-sedimentaciya v poetapnoj ocenke selekcionnogo materiala ozimoy pshenicy po kachestvu zerna (nauchno-prakticheskie rekomendacii) [SDS-sedimentation in the stage-by-stage estimation of winter wheat breeding material according to grain quality]. Rostov-n/D: ZAO «Kniga», 2014. 32 s.

Поступила: 21.01.21; принята к публикации: 20.02.21.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Каменева А. С. – концептуализация исследований, подготовка рукописи, финальная доработка текста; Ионова Е. В. – общее научное руководство, концептуализация исследований, критический анализ текста; Марченко Д. М. – концептуализация исследований, критический анализ текста; Иличкина Н. П. – выполнение полевых опытов и сбор данных; Некрасова О. А. – выполнение лабораторных опытов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ИНДЕКС ДЕФОРМАЦИИ (ИДК), ОПРЕДЕЛЯЕМЫЙ В ЗЕРНЕ, КАК КРИТЕРИЙ КАЧЕСТВА КЛЕЙКОВИНЫ ПШЕНИЦЫ

Е. Н. Шаболкина, кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель лаборатории технолого-аналитического сервиса, elenashabolkina@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1090-4399;

С. Н. Шевченко, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, директор СамНЦ РАН, ORCID ID: 0000-0002-7605-9864;

Н. В. Анисимкина, старший научный сотрудник лаборатории технолого-аналитического сервиса, anisimkina.natalya@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-5129-7797

Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н. М. Тулайкова, 446254, Самарская обл., п. Безенчук, ул. Карла Маркса, 4; e-mail: samniish@mail.ru

Пищевые достоинства пшеничного хлеба в значительной степени зависят от качества и содержания ценнейшей части зерна – белкового комплекса (клейковины упругой, эластичной, достаточно растяжимой). В последние годы наблюдается тенденция ухудшения качественных показателей зерна, а именно показателя, регламентированного ГОСТом, «качество клейковины». Очень часто складываются условия в силу определенных обстоятельств, когда клейковина приобретает свойства повышенной липкости и отрубные частицы очень прочно удерживаются клейковинными белками. В этом случае ее практически невозможно отмыть и она характеризуется термином «неотмываемая». В то же время клейковина, отмытая из муки (в отсутствие отрубей) этого же образца зерна, соответствует 1 и 2 группе качества. Таким образом, в первом варианте товаропроизводители несут убытки, так как зерно 5 класса является непродовольственным, а в другом, при отмывании клейковины из муки, получаем классное зерно. Аналогичная дилемма возникает у селекционеров в научных учреждениях при отборе селекционного материала по качеству клейковины. Оба разных способа отмычки клейковины нередко дают противоположные результаты одного и того же генотипа. Цель исследований – оценить степень соответствия ИДК, определяемого по ГОСТу для зерна другим показателям: ИДК в муке, седиментация, реологические свойства на миксографе. Для оценки категории пшеницы (сильная, ценная и слабая) недостаточно одного из показателей качества клейковины – упругости, который определяется при помощи прибора ИДК (индикатор деформации клейковины). Индекс деформации после отмывания клейковины не всегда является объективным результатом ее качества, поэтому необходимо проведение дополнительных исследований: определение индекса деформации клейковины (ИДК) в муке, SDS-седиментации, реологических свойств теста на миксографе, которые характеризуют «силу» клейковины (упругость, прочность и эластичность). Данные методы позволят ученым проводить оценку селекционного материала на качество более эффективно, а сельхозпроизводителям иметь всестороннюю характеристику качества клейковины выращенного ими зерна.

Ключевые слова: пшеница, качество, индекс деформации клейковины, ИДК в муке, седиментация, миксограф.

Для цитирования: Шаболкина Е. Н., Шевченко С. Н., Анисимкина Н. В. Индекс деформации (ИДК), определяемый в зерне, как критерий качества клейковины пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2021. № 2(74). С. 69–74. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-69-74.



DEFORMATION INDEX (GDI) IN GRAIN AS A CRITERION FOR WHEAT GLUTEN QUALITY

E. N. Shabolkina, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory for technical and analytical service, elenashabolkina@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1090-4399;

S. N. Shevchenko, Doctor of Agricultural Sciences, professor, academician of RAS, head of the SamRC RAS, ORCID ID: 0000-0002-7605-9864;

N. V. Anisimkina, senior researcher of the laboratory for technical and analytical service, anisimkina.natalya@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-5129-7797

Samarsky Federal Research Center RAS, Samarsky Research Institute of Agriculture named after N. M. Tulaykov, 446254, Samara region, v. of Bezenchuk, Karl Marks Str., 4; e-mail: samniish@mail.ru

The nutritional benefits of wheat bread largely depend on quality and content of the most valuable part of the grain, its protein complex, namely elastic, and quite extensible gluten. In recent years, there has been a tendency for deterioration of grain quality indicators, namely the indicator 'gluten quality' regulated by GOST. There are often the circumstances, when gluten acquires properties of increased viscosity and bran particles are firmly held by gluten proteins. In this case, it is practically impossible to extract it and it is characterized by the term 'non-extractable'. At the same time, gluten extracted from flour (in the absence of bran) of the same grain sample corresponds to the 1-st and 2-nd classes of quality. Thus, in the first variant, the producers face losses as the grain of the 5th class is non-food, and in the other, we get good grain when gluten is extracted out of flour. The breeders of the research institutions face the similar dilemma when selecting breeding material according to gluten quality. Both different ways of extracting gluten often give opposite effect for the same genotype. The purpose of the current study was to assess the conformity degree of GDI, identified according to GOST according to such indicators as GDI in flour, sedimentation, rheological properties on a mixograph. In order to estimate if wheat is strong, valuable and weak, there is not enough only elastic-

ity, which is identified using the GDI device (gluten deformation index). The deformation index after extracting gluten is not always an objective result of its quality, therefore, there is a need in additional study, e.g. determination of the gluten deformation index (GDI) in flour, SDS sedimentation, rheological properties of the dough on a mixograph, which characterize gluten 'strength' (elasticity, strength, etc.). These methods will allow researchers to estimate the quality of breeding material more efficiently, and agricultural producers will have a comprehensive description of gluten quality of grown grain.

Keywords: *wheat, quality, gluten deformation index, IGD in flour, sedimentation, mixograph.*

Введение. Среди продуктов питания с давних пор исключительно важное положение занимает пшеничный хлеб и поэтому вопросы улучшения качества зерна пшеницы остаются предметом многочисленных научно-исследовательских работ. Пищевые достоинства пшеничного хлеба в значительной степени зависят от качества и содержания ценнейшей части зерна – белкового комплекса (клейковины упругой, эластичной, достаточно растяжимой). В последние годы наблюдается тенденция ухудшения качественных показателей зерна, а именно показателя, регламентированного ГОСТом, «качество клейковины». Данный параметр влияет на классность зерна и является причиной, по которой большие партии пшеницы сельхозпроизводители продают по 4 и 5 классу, теряя большие материальные средства, вложенные в выращивание урожая.

К многочисленным причинам, ухудшающим качество клейковины, относятся погодноклиматические условия зоны выращивания, наследственность сорта, естественные условия произрастания, минеральное питание растений, а также некоторые проблемы технологического характера, в частности связанные с процессом отмывки клейковины.

Метеорологические условия вегетационного периода могут положительно или негативно влиять на процесс формирования клейковинных белков (Глуховцев и Головоченко, 2010): высокая температура и низкая влагообеспеченность способствуют образованию в зерне более крепкой, упругой и менее растяжимой клейковины, чем клейковина зерна выращенного при пониженной температуре и высокой влажности того же сорта пшеницы. Физические свойства клейковины зависят (Казаков, Карпиленко, 2005) от сортовых особенностей (30-55%) и определяются агрегатным состоянием ее белков, для крепкой клейковины характерна более плотная упаковка белковых частиц, определяемая количеством водородных связей и дисульфидных мостиков.

Ухудшение качества клейковины (Крупнов, 2011; Шаболкина и др., 2012) может быть вызвано естественными условиями произрастания: укус клопом-черепашкой в период созревания и налива зерна сильно ослабляет, разжижает и превращает клейковину в сметанообразную массу; повреждение зерна пшеницы ранними заморозками ведет к формированию крошащейся, малосвязной клейковины. Клейковина под воздействием высоких температур при сушке сырого зерна приобретает крепость, недостаточную связность и характеризуется термином «короткорвущаяся», а при более высоких температурах клейковин-

ные белки денатурируют и ее невозможно отмыть.

Минеральное питание является важным фактором в улучшении качества клейковины: применение полного удобрения, внекорневых подкормок с учетом потребности растений обеспечивает реализацию потенциала сорта до 75% (лучшее использование питательных веществ почвы и удобрений) с качеством зерна не ниже 3 класса (Самойлов и др., 2018).

Кроме того общая ситуация, связанная с заготовкой высококачественного зерна, может искажаться несовершенством системы оценки зерна. Это, в частности, связано с процессом отмывки клейковины и определением индекса деформации (ИДК), который не всегда объективно отражает качество клейковины (Мальчиков и др., 2019; Алабушев и др., 2017). Очень часто складываются условия в силу определенных обстоятельств, когда клейковина приобретает свойства повышенной липкости, и отрубные частицы очень прочно удерживаются клейковинными белками. В этом случае ее практически невозможно отмыть и она характеризуется термином «неотмывающаяся». В то же время клейковина, отмываемая из муки (в отсутствии отрубей) этого же образца зерна, соответствует 1 и 2 группе качества. Таким образом, в первом варианте товаропроизводители несут убытки, так как зерно 5 класса является непродовольственным, а в другом, при отмывании клейковины из муки, получаем классное зерно. Аналогичная дилемма возникает у селекционеров в научных учреждениях при отборе селекционного материала по качеству клейковины. Оба разных способа отмывки клейковины нередко дают противоположные результаты одного и того же генотипа. Для полной объективной оценки качества клейковины, кроме индекса деформации клейковины (ИДК), необходимо проведение дополнительных анализов с учетом всех показателей физических свойств клейковины, в том числе и органолептических.

Цель исследований – оценить степень соответствия ИДК определяемого по ГОСТу, для зерна по другим показателям: ИДК в муке, седиментация, реологические свойства на миксографе.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в 2017–2018 годах на экспериментальной базе Самарского НИИСХ. В качестве материала для исследований использовали образцы зерна сортов озимой мягкой и яровой твердой пшеницы, выращенные на опытных делянках (конкурсное сортоиспытание) лаборатории селекции озимой пшеницы и лаборатории селекции яровой твердой

пшеницы по рекомендованной зональной технологии возделывания. Цельносмолотое зерно (шрот) получили размолот на мельнице Mill-3100, сеяную муку – на мельнице Квадрумат-Юниор. Содержание белкового азота в зерне определяли по ГОСТ 10846-91, количество и качество клейковины в зерне – по ГОСТ Р 54478-2011, в муке – по ГОСТ 27839-2013. Реологические параметры теста (время замеса, эластичность, устойчивость к разжижению, стабильность) оценивали на миксографе; «Силу» клейковины (качество) – непрямым методом – SDS-седиментацией (Dexter et al, 1980) в модификации В.М. Бебякина.

Результаты и их обсуждение. Колебания параметров качества клейковины одного и того же сорта по годам свидетельствуют о заметном влиянии условий произрастания пше-

ницы на ее качество. Данное обстоятельство очень важно, так как позволяет получать зерно с хорошей и удовлетворительной клейковиной не только путем сортового подбора, но и с учетом выбора той или иной зоны произрастания конкретного сорта пшеницы. Тем не менее, в силу определенных обстоятельств в некоторые годы в зерне формируются клейковинобразующие белки (глиадины и глютелины), которые при отмывании обладают чрезмерной липкостью и вязкостью. Такая ситуация сложилась при формировании урожая озимых и яровых пшениц в 2017 году, выращенных в селекционных лабораториях Самарского НИИСХ. При проведении анализа появились проблемы, связанные с процессом отмывки клейковины, когда отруби практически не вымывались (табл. 1).

1. Качество клейковины сортов озимой мягкой и яровой твердой пшеницы (2017 г.) 1. Gluten quality of the winter bread and spring wheat varieties (2017)

№	Сорт	Белок, %	Клейковина				
			зерно			мука	
			%	ИДК	группа	%	ИДК
Озимая мягкая пшеница							
1	Светоч	14,0	неотмывающаяся		30,1	84	2
2	Ресурс	13,7	неотмывающаяся		31,1	88	2
3	Базис	13,6	неотмывающаяся		30,9	82	2
4	Безенчукская 616	14,6	неотмывающаяся		34,6	87	2
5	Безенчукская 380	14,0	неотмывающаяся		33,2	86	2
6	Новелла	14,0	неотмывающаяся		32,0	92	2
7	Вьюга	13,7	неотмывающаяся		30,0	91	2
8	Эритроспермум 889	14,0	неотмывающаяся		30,1	82	2
9	Эритроспермум 903	13,7	неотмывающаяся		30,4	81	2
Яровая твердая пшеница							
1	Безенчукская 209	14,6	неотмывающаяся		24,9	67	1
2	Золотая	15,0	неотмывающаяся		26,1	75	1
3	Безенчукская 210	15,3	неотмывающаяся		34,4	101	2
4	Марина	15,0	неотмывающаяся		21,8	93	2
5	Безенчукская нива	14,4	неотмывающаяся		20,4	90	2
6	Безенчукская золотистая	15,3	неотмывающаяся		32,1	98	2

Содержание белка в зерне озимой пшеницы колебалось в зависимости от сорта и внешних условий от 13,6 до 14,6%, в зерне яровой твердой пшеницы – от 14,4 до 15,3%, что соответствует сильным пшеницам. А клейковина при отмывании характеризовалась повышенной липкостью, но была упругой и эластичной. В данном случае невозможно определить содержание и индекс деформации клейковины, так как отрубные частицы как бы приклеились и не отходят от нее, т.е. она по методике является «неотмывающейся». Согласно многочисленным исследованиям (Пшеничникова и др., 2006; Бебякин и Прокофьева, 1996), глиадин в составе клейковинного комплекса-сетки (каркас из клейковинных белков, взаимодействующих между собой и с небелковыми соединениями, переплетенные дисульфидными и водородными связями и мостиками) отвечает за липкость, растянжимость, вязкость; второй клейковинобразующий белок (глютенин) –

за упругость и резинообразность, и оптимальное соотношение глиадин/глютенин составляет 1,0–1,27. Можно предположить, что в годы с чрезмерной липкостью клейковины в паре двух белков глиадин преобладает над глютенином в большей степени чем среднепогодное значение. Этот «сдвиг» не может быть значительным, так как известно (Rakszegi et al, 2008; Филатова и др., 2010), что качество клейковины в большей степени зависит от глютениновой фракции.

Результаты изучения одного и того же образца показывают, что, отмывая клейковину из муки в отсутствии отрубей, получаем качественную сильную клейковину: упругую, эластичную, связную, светлую, соответствующую 1 и 2 группе качества. Складывается парадоксальная ситуация, когда зерно с отличной клейковиной (отмытой из муки) в процессе селекций бракуется, что в отдельные годы снижает эффективность отбора ценных источников

качественной клейковины, а сельхозпроизводители продают зерно как непродуктивное по одному из наихудших показателей «качество клейковины».

Для объективной оценки качества клейковины, кроме индекса деформации клейковины (ИДК) в зерне и в муке, необходимо проведение дополнительных анализов, которые широко используются в селекционных программах на качество зерна во многих странах мира: седиментация, определение реологических свойств теста на миксографе. Показатель SDS-седиментации, отвечающий за «силу» клейко-

вины и параметры теста, определяемые на миксографе (упругость, прочность и эластичность), очень тесно коррелируют с качеством клейковины (Васильчук и др., 2009). Среди сортов твердой пшеницы, по результатам данных анализов (высота набухания осадка (SDS) – 49 мм, время замеса теста (PT) – 10,2–11,5 мин; устойчивость к разжижению (MTV) – 0,3–0,4 мин), выделились два сорта: Безенчукская 209 и Золотая, которые можно отнести к группе сильных пшениц, что подтверждают результаты отмывания клейковины (ИДК 67–75, 1 группа) из муки (табл. 2).

2. Показатели SDS-седиментации и миксографа сортов яровой твердой пшеницы (2017 г.) 2. Indicators of SDS-sedimentation and mixograph of the spring durum wheat varieties (2017)

№	Сорт	SDS, мм	Миксограф			
			PT, мин.	PH, мин.	BW, см.	MTV, см.
1	Безенчукская 209	49	11,5	5,9	2,4	0,4
2	Золотая	49	10,2	5,3	1,6	0,3
3	Безенчукская 210	27	5,2	6,7	1,2	0,7
4	Марина	44	7,6	4,4	1,3	0,1
5	Безенчукская нива	44	8,4	4,5	1,1	0,2
6	Безенчукская золотистая	38	6,4	6,0	1,3	0,6

Оценка реологических свойств теста на миксографе выявила еще два сорта твердой пшеницы Марина и Безенчукская нива с отличными показателями (время замеса теста (PT) – 7,6–8,4 мин; эластичность (BW) – 1,3–1,1 см; устойчивость к разжижению (MTV) – 0,1–0,2 см) и подтвердила данные, полученные при отмывке клейковины из муки – ИДК 93–90, 2 группа. По SDS-седиментации (44,0 мм) эти сорта так же являются сильными пшеницами.

Несмотря на полученный положительный результат качества клейковина у всех сортов,

как уже отмечалось, в 2017 году она не отмывалась из размолотого зерна (шрота) и лишь проведение дополнительных анализов подтвердило классность зерна и наличие хорошей клейковины.

В 2018 году у клейковины изучаемых сортов отсутствовали чрезмерная липкость и вязкость, и отмывка проходила стандартно: белковые частицы соединялись (слипались) при отмывании в единую связную массу, а крахмал и отрубные оболочки полностью легко удалялись (табл. 3).

3. Качество клейковины сортов озимой мягкой и яровой твердой пшеницы (2018 г.) 3. Gluten quality of the winter bread and spring durum wheat varieties (2018)

№	Сорт	Белок, %	Клейковина		
			зерно		
			%	ИДК	группа
Озимая мягкая пшеница					
1	Светоч	15,7	32,0	99	2
2	Ресурс	15,4	30,0	101	2
3	Базис	15,4	31,0	99	2
4	Безенчукская 616	15,9	32,2	96	2
5	Безенчукская 380	15,9	32,2	99	2
6	Новелла	15,2	30,4	96	2
7	Вьюга	14,8	33,7	100	2
8	Эритроспермум 889	15,2	30,8	86	2
9	Эритроспермум 903	14,3	33,9	93	2
Яровая твердая пшеница					
1	Безенчукская 209	14,5	29,7	97	2
2	Золотая	14,1	25,0	63	1
3	Безенчукская 210	14,3	34,4	101	2
4	Марина	14,8	30,2	108	3
5	Безенчукская нива	14,3	32,2	97	2
6	Безенчукская золотистая	15,0	неотмываемая		

Результаты исследований показали, что по содержанию белка все изучаемые сорта

озимой и яровой пшеницы относятся к категории сильных (более 14,0%), а по качеству клей-

ковины – к пшеницам-филлерам (вторая группа качества). Показатели SDS-седиментации и реологические параметры теста, определяемые на миксографе, и в 2018 году тесно коррелировали с качеством клейковины. Лучшее время замеса (РТ – 10,2 мин.), эластичность

(BW – 1,6 см), устойчивость к разжижению (MTV – 0,3 см) и SDS-седиментация (49 мм) отмечены у сорта яровой твердой пшеницы Золотая, что подтвердило качество отмытой из зерна (шрота) клейковины 63 ед. 1 группа (табл. 4).

4. Показатели SDS-седиментации и миксографа сортов яровой твердой пшеницы (2018 г.) 4. Indicators of SDS-sedimentation and mixograph of the spring durum wheat varieties (2018)

№	Сорт	SDS, мм	Миксограф			
			РТ, мин.	РН, мин.	BW, см.	MTV, см.
1	Безенчукская 209	36	7,5	6,5	2,0	0,4
2	Золотая	49	10,2	5,3	1,6	0,3
3	Безенчукская 210	25	3,6	7,2	1,0	1,7
4	Марина	26	3,7	7,6	1,0	1,6
5	Безенчукская нива	36	6,1	7,9	1,2	0,6
6	Безенчукская золотистая	21	4,2	8,2	1,1	2,0

У всех остальных сортов, участвующих в эксперименте, параметры миксографа и седиментации также соответствовали группе качества по ИДК.

Выводы. Для оценки категории пшеницы (сильная, ценная и слабая) недостаточно одного из показателей качества клейковины – упругости, который определяется при помощи прибора ИДК (индикатор деформации клейковины). Индекс деформации после отмывания клейковины не всегда является объективным результатом ее качества. В зависимости от внешних условий среды, сорта и других обстоятельств часто клейковина является «неот-

мывающейся», а в государственном стандарте основным критерием качества клейковины является ИДК в зерне, поэтому необходимо проведение дополнительных исследований: определение индекса деформации клейковины (ИДК) в муке, SDS-седиментации, реологических свойств теста на миксографе, которые характеризуют «силу» клейковины (упругость, прочность и эластичность). Данные методы позволяют ученым проводить оценку селекционного материала на качество более эффективно, а сельхозпроизводителям иметь всестороннюю характеристику качества клейковины выращенного ими зерна.

Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Копусь М. М., Ионова Е. В., Дорохова Д. П. Основные причины, ведущие к несоответствию между качеством закупаемого зерна пшеницы и производством муки из нее в России // Зерновое хозяйство России. 2017. № 4(52). С. 27–32.
2. Бебякин В. М., Прокофьева И. Г., Тер-Асатурова И. Л. К вопросу управления качеством зерна пшеницы в засушливых условиях // Вестник РАСХН. 1996. № 4. С. 39–42.
3. Васильчук Н. С., Гапонов С. Н., Еременко Л. В., Паршикова Т. М., Попова В. М. Оценка прочности клейковины в процессе селекции твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) // Аграрный вестник Юго-Востока. 2009. № 3. С. 34–39.
4. Глуховцев В. В., Головоченко Н. А. Изменчивость качества зерна яровой пшеницы в Средневолжском регионе РФ под влиянием сорта и внешней среды // Доклады РАСХН. 2010. № 4. С. 3–6.
5. Казаков Е. Д., Карпиленко Г. П. Биохимия зерна и хлебопродуктов. СПб.: ГИОРД, 2005. 512 с.
6. Крупнов В. А. Селекция пшеницы на устойчивость к вредным клопам (*eurygaster* spp.): нет ли риска? // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2011. Том 15. № 3. С. 572–577.
7. Мальчиков П. Н., Шаболкина Е. Н., Мясникова М. Г., Сидоренко В. С. Адекватность оценки качества клейковины твердой пшеницы в соответствии с параметрами регламентированными ГОСТом // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 2. С. 118–124.
8. Пшеничникова Т. А., Ермакова М. Ф., Попова Р. К. Технологические качества зерна и муки мягкой пшеницы в линиях с межсортовым замещением хромосом 1 и 6 гомеологических групп // Сельскохозяйственная биология. 2006. № 1. С. 57–61.
9. Самойлов Л. Н., Чернова С. В., Трушкин С. В. Комплекс факторов, влияющих на производство и качество зерна пшеницы // Плодородие. 2018. № 6. С. 12–15.
10. Филатова Е. В., Сюков В. В., Анисимкина Н. В. Влияние пирейной трансляции T-5 на фракционный состав белка яровой мягкой пшеницы // Аграрный вестник Юго-Востока. 2010. № 1(4). С. 15–17.
11. Шаболкина Е. Н., Сычева О. М., Сюков В. В. Использование модифицированных методик оценки качества зерна пшеницы на фоне поражения клопом-черепашкой // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. Т. 16, № 4/2. С. 965–969.
12. Dexter J. E., Matsuo R. R., Kosmolar F. G. Relationship between some durum wheat physical characteristics and semolina milling properties // Canadian Journal of Plant Science. 1980. 60: P. 49–53.
13. Rakszegi M., Pastori G., Jones H. D. et al. Technological quality of field grown transgenic lines of commercial wheat cultivars expressing the 1Ax1 HMW glutenin subunit gene // J. Cereal Sci. 2008. V. 47. P. 310–321.

References

1. Alabushev A. V., Kopus' M. M., Ionova E. V., Dorohova D. P. Osnovnye prichiny, vedushchie k nesootvetstviyu mezhdru kachestvom zakupaemogo zerna pshenicy i proizvodstvom muki iz nee v Rossii [The main reasons leading to the discrepancy between the quality of purchased wheat grain and flour production in Russia] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2017. № 4(52). S. 27–32.
2. Bebyakin V. M., Prokof'eva I. G., Ter-Asaturova I. L. K voprosu upravleniya kachestvom zerna pshenicy v zasushlivykh usloviyakh [On the issue of quality management of wheat grain in arid conditions] // *Vestnik RASKHN*. 1996. № 4. S. 39–42.
3. Vasil'chuk N. S., Gaponov S. N., Eremenko L. V., Parshikova T. M., Popova V. M. Ocenka prochnosti klejkoviny v processe selekcii tvrdoj pshenicy (*Triticum durum Desf.*) [Estimation of gluten strength in the process of durum wheat breeding (*Triticum durum Desf.*)] // *Agrarnyj vestnik Yugo-Vostoka*. 2009. № 3. S. 34–39.
4. Gluhovcev V. V., Golovochenko N. A. Izmenchivost' kachestva zerna yarovoj pshenicy v Srednevolzhskom regione RF pod vliyaniem sorta i vneshnej sredy [Variability of spring wheat grain quality in the Middle Volga region of the Russian Federation under the influence of the variety and environment] // *Doklady RASKHN*. 2010. № 4. S. 3–6.
5. Kazakov E. D., Karpilenko G. P. Biohimiya zerna i hleboproduktov [Biochemistry of grain and bakery products]. SPb.: GIOR, 2005. 512 s.
6. Krupnov V. A. Selekcija pshenicy na ustojchivost' k vrednym klopam (eurygaster spp.): net li riska? [Wheat breeding for resistance to harmful bugs (eurygaster spp.): Is there a risk?] // *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*. 2011. Tom 15. № 3. S. 572–577.
7. Mal'chikov P. N., SHabolkina E. N., Myasnikova M. G., Sidorenko V. S. Adekvatnost' ocenki kachestva klejkoviny tvrdoj pshenicy v sootvetstvii s parametrami reglamentirovannymi GOSTom [Adequacy of estimation of durum wheat gluten quality in accordance with the parameters regulated by GOST] // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2019. № 2. S. 118–124.
8. Pshenichnikova T. A., Ermakova M. F., Popova R. K. Tekhnologicheskie kachestva zerna i muki myagkoj pshenicy v liniyakh s mezhsortovym zameshcheniem hromosom 1 i 6 gomeologicheskikh grupp [Technological qualities of bread wheat grain and flour in the lines with intervartietal substitution of chromosomes 1 and 6 of homeologous groups] // *Sel'skohozyajstvennaya biologiya*. 2006. № 1. S. 57–61.
9. Samojlov L. N., CHernova S. V., Trushkin S. V. Kompleks faktorov, vliyayushchih na proizvodstvo i kachestvo zerna pshenicy [A complex of factors affecting on production and quality of wheat grain] // *Plodородie*. 2018. № 6. S. 12–15.
10. Filatova E. V., Syukov V. V., Anisimkina N. V. Vliyanie pyrejnoj translakcii T-5 na frakcionnyj sostav belka yarovoj myagkoj pshenicy [The effect of wheatgrass translocation T-5 on the fractional composition of spring wheat protein] // *Agrarnyj vestnik Yugo-Vostoka*. 2010. № 1(4). S. 15–17.
11. SHabolkina E. N., Sycheva O. M., Syukov V. V. Ispolzovanie modifitsirovannykh metodik ocenki kachestva zerna pshenicy na fone porazheniya klopom-cherepashkoj [The use of modified methods for estimating wheat grain quality against the background of a bug-turtle] // *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*. 2012. T.16, № 4/2. S. 965–969.
12. Dexter J. E., Matsuo R. R., Kosmolar F. G. Relationship between some durum wheat physical characteristics and semolina milling propcritics // *Canadian Journal of Plant Science*. 1980. 60: P. 49–53.
13. Rakszegi M., Pastori G., Jones H. D. et al. Technological quality of field grown transgenic lines of commercial wheat cultivars expressing the 1Ax1 HMW glutenin subunit gene // *J. Cereal Sci.* 2008. V. 47. P. 310–321.

Поступила: 4.12.20; принята к публикации: 1.02.21.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ИЗМЕНЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО С ПОВЫШЕНИЕМ АДАПТИВНОСТИ СОРТОВ

О. А. Юсова, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией биохимии и физиологии растений, ksanajusva@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0003-3679-8985;
П. Н. Николаев, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции зернофуражных культур, nikolaevpetr@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5192-2967
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Омский аграрный научный центр», 644012, г. Омск, пр. Королева, д. 26

Цель исследования – определение сопряженности параметров адаптивности сортов ячменя ярового с урожайностью и основными показателями качества зерна. Исследование проводили с 2011 по 2019 гг. в условиях южной лесостепи Западной Сибири. Определяли содержание белка в зерне, сырого жира, крахмала и пленчатость зерна по Плешкову и Беркутовой. Математическую обработку проводили по Доспехову, Эберхарду и Расселу. В среднем, по опыту, низкую урожайность ярового ячменя наблюдали в 2012, 2013 и 2016 годах (2,36–2,92 т/га) при низких значениях индекса экологических условий (-1,32; -1,88). Повышенная – в 2011, 2015, 2018 и 2019 гг. (5,26–5,89 т/га), при высоких значениях индекса экологических условий (1,02–1,65). Урожайность стандартного сорта Омский 95 варьировала от 2,11 т/га (2016 г.) до 5,91 т/га (2015 г.). Сорта Сибирский Авангард, Саша, Омский 100 превышали стандарт (0,47–1,97 т/га к стандарту). Повышенное содержание сырого жира в зерне отмечено у сортов Омский 91 и Саша (0,4–0,6% к стандарту); сорта Омский 91, Сибирский Авангард, Омский 90, Омский 96 и Омский 100 характеризовались пониженной пленчатостью зерна (-0,7; -1,4% к стандарту). Высокой отзывчивостью на улучшение условий среды и высокой стабильностью обладали сорта ячменя Сибирский авангард и Саша ($bi > 1$; $\sigma_a^2 < 1$). Повышение пластичности (bi) сортов ячменя не оказывало существенного влияния на урожайность и качество зерна ($r = 0,109 \pm 0,020$ и $0,232 \pm 0,035$). Стабильность (σ_a^2) сортов характеризовалась средней прямой сопряженностью с содержанием крахмала в зерне ($r = 0,429 \pm 0,120$), сильной прямой – с масличностью зерна ($r = 0,656 \pm 0,105$). Средняя обратная корреляционная зависимость стабильности (σ_a^2) наблюдалась с белковостью и пленчатостью зерна ($r = -0,399 \pm 0,060$ и $-0,447 \pm 0,055$), слабая – с урожайностью ($r = -0,204 \pm 0,040$).

Ключевые слова: яровой ячмень, качество зерна, урожайность, стабильность, пластичность, корреляция.

Для цитирования: Николаев П. Н., Юсова О. А. Изменение урожайности и качества зерна ячменя ярового с повышением адаптивности сортов // Зерновое хозяйство России. 2021. № 2(74). С. 75–80. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-75-80.



THE CHANGE OF PRODUCTIVITY AND QUALITY OF SPRING BARLEY GRAIN WITH THE IMPROVEMENT OF THE VARIETIES' ADAPTABILITY

O. A. Yusova, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory for plant biochemistry and physiology, e-mail: ksanajusva@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0003-3679-8985;
P. N. Nikolaev, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory for breeding grain forage crops, e-mail: nikolaevpetr@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5192-2967
Federal State Budgetary Scientific Institution "Omsk Agricultural Research Center", 644012, RF, Omsk, Korolev Av, 26

The purpose of the current study was to determine the correlation between adaptability parameters of the spring barley varieties and grain productivity and the main indicators of its quality. The study was conducted from 2011 to 2019 in the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia. The protein percentage in grain, raw oil, starch and husk content of grain were determined according to the Pleshkov and Berkutova methods. The mathematical processing was carried out according to the methodology of Dospekhov, Eberhard and Russell. According to the trial, low productivity of spring barley was recorded in 2012, 2013 and 2016 (2.36–2.92 t/ha) with low values of the index of environmental conditions (-1.32; -1.88). Higher productivity was recorded in 2011, 2015, 2018 and 2019 (5.26–5.89 t/ha), with high values of the index of environmental conditions (1.02–1.65). The productivity of the standard variety 'Omskiy 95' varied from 2.11 t/ha (in 2016) to 5.91 t/ha (in 2015). The varieties 'Sibirskiy Avangard', 'Sasha', 'Omskiy 100' exceeded the standard variety (+0.47; +1.97 t/ha to standard). An increased content of raw oil in grain was recorded in the varieties 'Omskiy 91' and 'Sasha' (0.4–0.6% to standard). The varieties 'Omskiy 91', 'Sibirskiy Avangard', 'Omskiy 90', 'Omskiy 96' and 'Omskiy 100' were characterized by a reduced husk content of grain (-0.7; -1.4% to standard). The barley varieties 'Sibirskiy Avangard' and 'Sasha' ($bi > 1$; $\sigma_a^2 < 1$) were highly responsive and stable to improving environmental conditions. The improvement of adaptability (bi) of barley varieties did not have a significant effect on grain productivity and quality ($r = 0.109 \pm 0.020$ and 0.232 ± 0.035). The stability (σ_a^2) of the varieties was characterized by an average direct correlation with starch content in grain ($r = 0.429 \pm 0.120$), a strong direct correlation with oil content in grain ($r = 0.656 \pm 0.105$). There was identified an average inverse correlation between stability (σ_a^2) and protein and husk content in grain ($r = -0.399 \pm 0.060$ and -0.447 ± 0.055). There was a weak correlation with productivity ($r = -0.204 \pm 0.040$).

Keywords: spring barley, grain quality, productivity, stability, adaptability, correlation.

Введение. Одним из актуальнейших предметов обсуждения современности считается проблема наблюдаемых и предстоящих изменений климата как в общемировом плане, так и применительно к агрономии (Lipka, 2017). Климатические метаморфозы в течение прошлого десятилетия привели к изменениям фитотенозов, что проявилось в отрицательном эффекте производительности зерновых культур (Chaika et al., 2013). В связи с глобальными климатическими изменениями особую актуальность приобретает проблема создания и использования в сельскохозяйственном производстве сортов с повышенными приспособительными качествами (Сурин и др., 2015), что является ключевым фактором для стабильного увеличения как урожайности, так и качества сельскохозяйственной продукции.

Яровой ячмень – ключевая зернофуражная и кормовая культура, которая формирует повышенную урожайность (по сравнению с иными зернофуражными культурами) за счет скороспелости и засухоустойчивости (Rapacz et al., 2012).

Однако взаимосвязь адаптивности сортов с показателями качества зерна сельскохозяйственных культур и, в частности ячменя ярового, изучена недостаточно.

В связи с вышеизложенным, цель исследования – определение сопряженности параметров адаптивности сортов ячменя ярового с урожайностью и основными показателями качества зерна.

Материалы и методы исследований.

Экспериментальную часть работы проводили в течение 2011–2019 гг. на опытных полях Омского аграрного научного центра (г. Омск), расположенных в южной лесостепи Западной Сибири. Почва опытного поля – среднесуглинистая лугово-черноземная со следующими агрохимическими характеристиками: содержание гумуса составляло 6,72–6,81%, подвижного фосфора – 100–119 мг/кг; обменного калия – 245–315 мг/кг почвы; нитратного азота – 5,5 мг/кг; сумма поглощенных оснований – 31,90 мг-экв./100 г почвы, рН_{KCl} почвенного раствора – 6,5–6,8 ед. В составе катионов преобладает кальций (89,1%), на магний приходится 11,0 % от общей емкости поглощения, натрия – менее 1%.

Посев проведен, в зависимости от погодных условий года, с 21 по 28 мая селекционной сеялкой ССФК-7, третий селекционный севооборот по предшественнику пшеницы, четвертая культура после пара. Норма высева – 4 млн всхожих зерен на 1 га. Учетная площадь делянки – 10 м². Размещение – систематическое, повторность – четырехкратная. Основная обработка почвы включала послеуборочное лущение стерни и зяблевую вспашку. Обработка зяби состояла из закрытия влаги боронованием и последующей культивации на глубину 6–8 см. Уборка проведена в фазу полной спелости селекционным комбайном Хеге-125.

Объектами исследований являлись 7 двурядных пленчатых сортов ярово-

го ячменя селекции ФГБНУ «Омский АНЦ» (ФГБНУ СибНИИСХ), включенных в Госреестр по Западно-Сибирскому (10) региону.

Анализ образцов конкурсного сортоиспытания проводили по полевым повторениям, не менее 2-х повторений, с последующим перерасчетом достоверности признака. Аналитическая повторность – двукратная.

Определение биохимических показателей проводили с использованием современных и традиционных методов и технологий (Плешков, 1985).

Математическая обработка данных проведена методами вариационного, корреляционного и дисперсионного анализов по пособию Б. А. Доспехова (Доспехов, 2011) в приложении Excel для ПК. Индекс условий окружающей среды (*Ij*), коэффициент линейной регрессии (*b_i*) и величина стабильности реакции сортов (σ_d^2) рассчитаны по методике Эберхарда и Рассела (Eberhart and Russell, 1966).

Климат южной части Западной Сибири является типично континентальным. Отличительной его чертой являются довольно продолжительный зимний период, краткий и жаркий – летний, а также возможные заморозки поздней весной и ранним летом. Безморозный период длится 115–125 суток. Значительное влияние оказывают воздушные массы иных регионов (холодные арктические, а также сухие Казахстана и Средней Азии).

Для лесостепи характерны суровая зима и жаркое лето. Весенний период, как правило, ветреный и сухой, а осенний – непродолжителен. Наблюдаются резкие перепады температуры как по месяцам, так и по периодам суток. Осадков в течение года выпадает, в среднем, 300–350 мм, их распределение по сезонам неравномерно: максимум наблюдается в июле (60–70 мм), минимум – в первой декаде года (8–10 мм). В основном, дожди агрономически малоценные (менее 5 мм) и не компенсируют физическое испарение. Водный режим зоны ненадежен и зачастую формирует будущий урожай. После снежной зимы наступает активное испарение влаги, что влечет за собой ее недостаток в верхнем слое почвы и создает неблагоприятные условия для всходов. В отдельные годы, напротив, наблюдается избыточное увлажнение, что обуславливает неустойчивость климата.

Континентальный сухой климат природных условий данной зоны по праву считается ценным, поскольку способствует формированию зерна повышенного качества, за счет следующих характеристик: обилие света и тепла, а также пониженная влажность воздуха в период налива и созревания зерна.

Отрицательной чертой континентального климата является невысокая изменчивость его температурного режима как в течение вегетационного периода, так и в течение суток. Повышенные температуры совпадают с важными процессами онтогенеза (закладки колоса / метелки, формирования и налива зерна и т.д.).

В этом случае, на фоне ускорения развития растений, наблюдается сдерживание ростовых процессов, что приводит к значительной потере урожайности (Евдокимов, 2008).

Таким образом, климат зоны характеризуется как благоприятными, так и неблагоприятными условиями для возделывания зерновых культур, что подтверждает высказанное выше требование о возделывании адаптивных сортов. Так, периоды вегетации 2011 и 2014 гг. отмечены как засушливые (ГТК = 0,90 и 0,92), 2015 г. – сухой и холодный (ГТК = 0,70),

2013 г. – достаточно увлажненный (ГТК = 0,99). По средним температурам на протяжении всего периода исследований наблюдался недобор ($-6,9 \dots -0,4$ °C) по сравнению со среднемноголетними данными (рис. 1). Исключения наблюдались в мае и июне 2015 г. ($+0,8$ °C); июне 2017 г. ($+0,3$ °C); июле 2012 г. ($+3,4$ °C), 2016 и 2018 гг. ($+0,3$ и $+0,4$ °C к норме). Температура воздуха в июне 2011 и 2013 гг. соответствовали среднемноголетним данным ($19,3$ °C). На этом фоне наблюдались обильные осадки ($+31,3 \dots +414,3\%$ к среднемноголетним данным).

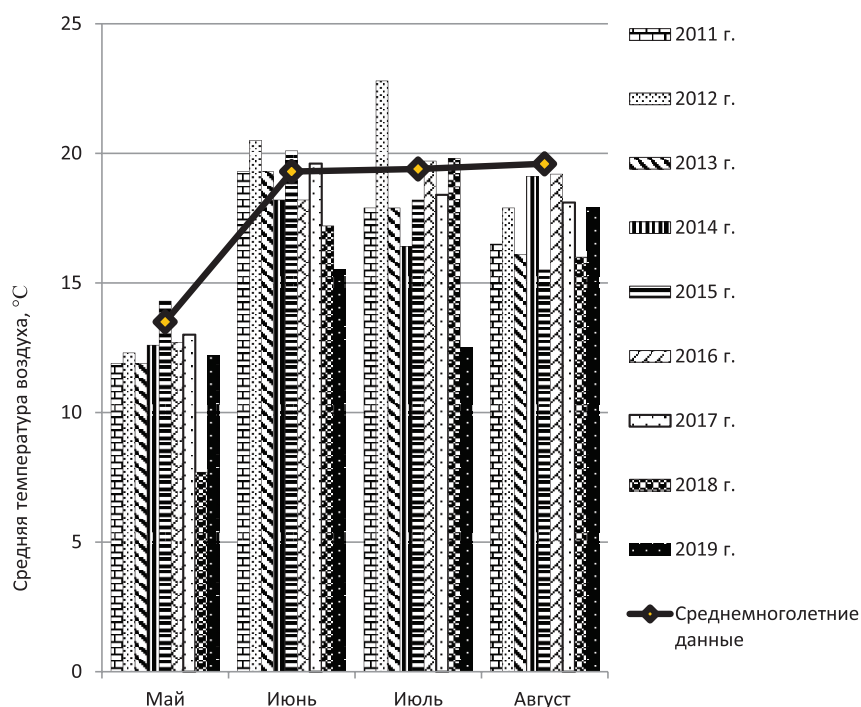


Рис. 1. Характеристика вегетационных периодов 2011–2019 гг. по средней температуре воздуха, °C (данные Омской ГМОС)

Fig. 1. The characteristics of the vegetation periods in 2011–2019 according to the mean temperature, °C (the data, provided by the Omsk HMOS)

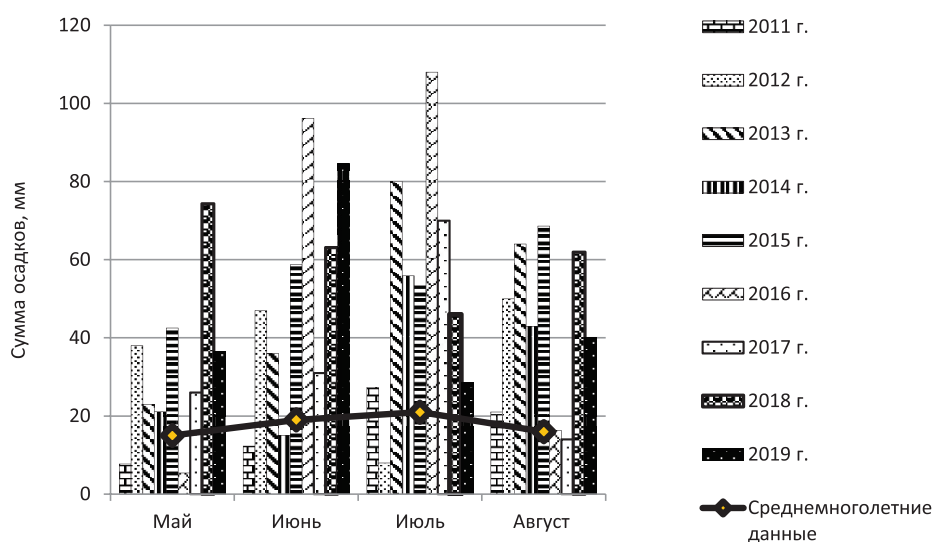


Рис. 2. Характеристика вегетационных периодов 2011–2019 гг. по сумме осадков, мм (данные Омской ГМОС)

Fig. 2. The characteristics of the vegetation periods in 2011–2019 according to the sum of precipitation, mm (the data, provided by the Omsk HMOS)

Недостаток осадков характерен для следующих периодов: май и июнь 2011 г. (51,3 и 64,7% к норме), май 2016 г. (36,0%), июнь 2014 г. (78,9%), июль 2012 г. (38,1%), август 2017 г. (87,5%) (рис. 2). В третьей декаде июля и августе в колосе растения образуется зерновка, поэтому климатические показатели данных периодов оказывают непосредственное воздействие на урожайность.

Результаты и их обсуждение. Урожайность является основополагающим агрономическим показателем, определяющим результативность любых исследований (Николаев и др., 2019). Это интегральный признак, выражение которого зависит от многочисленных составляющих: абиотических и биотических показателей, условий интенсификации земледелия, сортовых

особенностей возделываемой культуры. В современных агроэкологических условиях, вследствие недостаточной стрессоустойчивости растений, потенциальная урожайность сельскохозяйственных культур реализуется крайне слабо – от 25 до 40% (Рыбась, 2016). Улучшить данный фактор возможно путем более эффективного использования ресурсовосстанавливающей роли сорта, которая оказывает непосредственное влияние на потенциальную продуктивность, но в настоящий момент слабо изучена (Varga et al., 2015).

В среднем по опыту низкая урожайность ярового ячменя наблюдалась в 2012, 2013 и 2016 гг. (2,36–2,92 т/га, при низких значениях индекса условий окружающей среды $I_j = -1,32; -1,88$) (табл. 1).

1. Выраженность и изменчивость урожайности сортов ячменя ярового за период с 2011 по 2019 гг., т/га

1. The intensity and variability of productivity of the spring barley varieties in 2011–2019, t/ha

Сорт	Годы									Xi	bbi	σ_d^2
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019			
Омский 95, st.	5,31	2,22	3,42	4,22	5,91	2,11	5,09	5,27	5,22	4,31	0,91	0,41
Омский 91	4,45	2,39	2,21	3,26	5,25	2,41	2,49	5,53	5,31	3,70	0,95	0,27
Сибирский авангард	5,53	1,94	2,84	3,10	6,24	2,95	2,85	6,73	5,69	4,21	1,23	0,31
Саша	5,68	2,47	3,28	3,26	6,44	4,02	4,54	6,49	6,13	4,70	1,07	0,14
Омский 90	4,62	2,36	2,28	3,65	5,10	1,85	4,19	4,58	4,93	3,73	0,83	0,23
Омский 96	5,43	2,38	2,11	2,98	4,82	3,12	4,69	6,18	5,59	4,14	1,02	0,28
Омский 100	5,82	2,77	3,46	3,72	6,55	3,96	5,28	6,44	5,97	4,89	0,99	0,10
X_j	5,26	2,36	2,80	3,46	5,76	2,92	4,16	5,89	5,55	4,24	–	–
HCP_{05}	0,50	0,20	0,80	0,94	0,82	1,00	0,95	1,10	0,94	–	–	–
I_j	1,02	-1,88	-1,44	-0,78	1,52	-1,32	-0,08	1,65	1,31	–	–	–

Примечание: X_i – среднее по сорту; X_j – среднее по году; I_j – индекс условий окружающей среды; HCP_{05} – наименьшая существенная разница; st. – стандартный сорт.

Повышенная урожайность наблюдалась в 2011, 2015, 2018 и 2019 гг. (5,26–5,89 т/га, при $I_j = 1,02; 1,65$).

У стандартного сорта Омский 95 урожайность варьировала от 2,11 т/га (2016 г.) до 5,91 т/га (2015 г.). Достоверно превышали стандарт сорта Сибирский авангард, Саша и Омский 100 (+0,47; +1,97 т/га).

Глобальные климатические изменения, безусловно, являются одним из факторов снижения производительности зерновых культур (Chaika et al., 2013). В связи с чем особую актуальность приобретает проблема создания и использования в сельскохозяйственном производстве сортов с повышенными приспособительными качествами (Сурин и др., 2015), что является ключевым фактором для стабильного увеличения урожайности. Интенсивность процессов изменений климата диктует необходимость исследований сортов на предмет их адаптивности.

Метод S. A. Eberhart, W. A. Russell позволяет оценить сорта по их отзывчивости на условия выращивания путем определения коэффициента регрессии (b_i) и дисперсии стабильности (σ_d^2) (Eberhart and Russell, 1966). Считается, что чем выше единицы коэффициента регрессии, тем сильнее отзывчивость сорта на улучшение

условий выращивания. Такие сорта требовательны к высокому уровню агротехники, так как только в этом случае они дадут максимум отдачи. В случае, когда коэффициент регрессии меньше, сорта показывают лучшие результаты в неблагоприятных условиях выращивания.

Анализ коэффициентов регрессии позволяет сорта разделить на группы:

1. Представлена сортами при $b_i > 1$: Сибирский авангард ($b_i = 1,23$) и Саша ($b_i = 1,07$). Данные сорта при улучшении условий выращивания увеличивали урожайность, что соответствует интенсивному типу.

2. Группа при $0,96 < b_i < 1,06$ включает сорта Омский 96 ($b_i = 1,02$) и Омский 100 ($b_i = 0,99$). Коэффициент регрессии перечисленных сортов близок к единице, что свидетельствует о полном соответствии полученной урожайности изменению условий выращивания.

3. Стандартный сорт Омский 95 ($b_i = 0,91$), а также сорта Омский 91 ($b_i = 0,95$), Омский 90 ($b_i = 0,83$), у которых отмечен минимальный по опыту коэффициент регрессии ($b_i < 1$), характеризовались слабой реакцией урожайности на улучшение условий выращивания, что соответствует экстенсивному типу.

S. A. Eberhart, W. A. Russell предложили использовать дополнительный параметр, ха-

рактически характеризующий степень изменчивости исследуемых сортов, который определяется как отклонение от линии регрессии. Это степень стабильности реакции (σ_d^2), которая является важным параметром оценки генотипов в процессе их изучения (Eberhart and Russell, 1966). Чем ниже σ_d^2 , тем меньше различие между теоретическими и практическими показателями качества, а отсюда – более высокая устойчивость данного признака. Согласно полученным данным, высокой стабильностью ($\sigma_d^2 < 1$) характеризовались сорта: Омский 95 ($\sigma_d^2 = 0,41$), Омский 91 ($\sigma_d^2 = 0,27$), Сибирский авангард ($\sigma_d^2 = 0,31$), Саша ($\sigma_d^2 = 0,14$), Омский 90 ($\sigma_d^2 = 0,23$), Омский 96 ($\sigma_d^2 = 0,28$) и Омский 100 ($\sigma_d^2 = 0,10$).

Современный уровень земледелия еще не может в достаточной степени нивелировать действия неблагоприятных природных факторов. Поэтому сорта должны сочетать хорошую отзывчивость на повышение плодородия и устойчивость к лимитирующим факторам среды (Surin, 2015). Таким образом, согласно данным наших исследований, высокой отзывчивостью на улучшение условий среды и высокой стабильностью обладали сорта ячменя Сибирский авангард и Саша ($bi > 1$; $\sigma_d^2 < 1$).

В условиях резко-континентального климата Западной Сибири содержание белка зерне в среднем за период исследований составило 13,8% (Lim. = 10,8–17,6%), крахмала – 56,5% (Lim. = 51,6–64,7%) и сырого жира – 2,2% (Lim. = 0,9–3,1%) (табл. 2).

2. Выраженность и изменчивость качества зерна сортов ячменя ярового (в среднем за 2011–2019 гг.) 2. The intensity and variability of grain quality of the spring barley varieties (mean value in 2011–2019)

Сорт	Содержание, %						Пленчатость зерна, %	
	белка		крахмала		сырого жира			
	Lim.	$\bar{x}$	Lim.	$\bar{x}$	Lim.	$\bar{x}$	Lim.	$\bar{x}$
Омский 95, st.	11,3–18,1	13,9	52,2–59,5	57,2	0,9–2,8	1,9	7,2–11,7	9,3
Омский 91	11,7–17,1	13,7	51,6–64,7	57,9	2,1–3,1	2,5*	7,5–9,9	8,4*
Сибирский авангард	10,8–17,6	13,6	52,9–60,1	56,4	1,4–2,7	2,0	7,6–8,1	7,9*
Саша	11,8–16,9	13,9	52,2–58,8	55,6	1,6–2,7	2,3*	7,3–13,1	9,4
Омский 90	10,9–17,0	13,7	52,9–59,5	56,9	1,3–2,6	2,1	7,8–8,5	8,2*
Омский 96	11,7–17,2	14,5	52,9–58,8	55,7	0,9–2,7	2,1	6,9–10,1	8,6*
Омский 100	11,3–16,5	13,4	52,9–61,4	56,1	1,8–3,0	2,3*	6,2–10,6	8,4*
Среднее	–	13,8	–	56,5	–	2,2	–	8,6
НСР ₀₅	–	0,8	–	1,2	–	0,3	–	0,6

* различия достоверны при уровне значимости $pr \leq 0,05$.

Пленчатость зерна отмечена на уровне 8,6% (Lim. = 6,2–13,1%).

В основном все исследуемые сорта характеризовались качеством зерна на уровне либо ниже стандарта. Достоверное превышение по масличности зерна отмечено у сортов Омский 91, Омский 100 и Саша (+0,4; +0,6% к стандарту). Сорта Омский 91, Сибирский авангард, Омский 90, Омский 96 и Омский 100 отличались пониженной пленчатостью зерна (-0,7; -1,4% к стандарту).

Согласно корреляционному анализу, повышение пластичности (bi) сортов ячменя не оказывало существенного влияния на урожайность и качество зерна ($r = 0,109 \pm 0,020$ и $0,232 \pm 0,035$), при $F_{факт.} > F_{05}$.

В свою очередь, стабильность (σ_d^2) сортов характеризовалась средней прямой сопряженностью с содержанием крахмала в зерне ($r = 0,429 \pm 0,120$), сильной прямой – с масличностью зерна ($r = 0,656 \pm 0,105$). Средняя обратная корреляционная зависимость стабильности (σ_d^2) наблюдалась с белковостью и пленчатостью зерна ($r = -0,399 \pm 0,060$ и $-0,447 \pm 0,055$), слабая с урожайностью ($r = -0,204 \pm 0,040$).

Выводы

1. В условиях периода вегетации 2011–2019 гг. повышенными показателями

урожайности и качества зерна характеризовались:

– по урожайности – сорта Сибирский авангард, Саша, и Омский 100 (+0,47; +1,97 т/га к стандарту).

– по масличности – зерна сорта Омский 91 и Саша (+0,4; +0,6 % к стандарту).

– по пониженной пленчатости зерна – сорта Омский 91, Сибирский авангард, Омский 90, Омский 96 и Омский 100 (-0,7; -1,4% к стандарту).

2. Высокой отзывчивостью на улучшение условий среды и высокой стабильностью обладали сорта ячменя Сибирский авангард и Саша ($bi > 1$; $\sigma_d^2 < 1$).

3. Повышение пластичности (bi) сортов ячменя не оказывало существенного влияния на урожайность и качество зерна ($r = 0,109 \pm 0,020$ и $0,232 \pm 0,035$).

4. Стабильность (σ_d^2) сортов характеризовалась средней прямой сопряженностью с содержанием крахмала в зерне ($r = 0,429 \pm 0,120$), сильной прямой – с масличностью зерна ($r = 0,656 \pm 0,105$). Средняя обратная корреляционная зависимость стабильности (σ_d^2) наблюдалась с белковостью и пленчатостью зерна ($r = -0,399 \pm 0,060$ и $-0,447 \pm 0,055$), слабая с урожайностью ($r = -0,204 \pm 0,040$).

Библиографические ссылки

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям. Изд. 6-е, перепеч. с 5-го изд. 1985 г. М.: Альянс, 2011. 350 с.
2. Евдокимов М. Г., Юсов В. С. Яровая твердая пшеница в Сибирском Прииртышье. Омск: ООО ИПЦ «Сфера», 2008. 160 с.
3. Николаев П. Н., Юсова О. А., Аниськов Н. И. Агробиологическая характеристика многорядных голозерных сортов ячменя селекции Омского АНЦ // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. № 180(1). С. 37–43. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-1-38-43.
4. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений. М.: Колос, 1976. 256 с.
5. Рыбась И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур // Сельскохозяйственная биология. 2016. № 51(5). С. 617–626.
6. Chayka V. M., Rubezhniak I. G., Grib O. G. Effect of Climatic changes on the Productivity of Agrocoenoses and semi-natural forest-steppe ecosystems // Science and Society. 2013. № 1. P. 192–201.
7. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties // Crop. sci. 1966. Vol. 6. № 1. P. 36–40.
8. Lipka O. N. Methodological approaches to Climate change vulnerability assessment of Protected areas // Nature Conservation Research. 2017. № 2(3). P. 68–79.
9. Rapacz M., Stepień A., Skorupa K. Internal Standards for quantitative rt-pcr studies of gene expression under drought Treatment in Barley (*hordeum vulgare* L.): the Effects of developmental Stage and Leaf Age // Acta Physiologiae Plantarum. 2012. № 5(64). P. 1723–1733. DOI: 10.1007/s11738-012-0967-1.
10. Varga B., Vida G., Varga-Laszlo E. et al. Effect of simulating drought in various phenophases on the water use efficiency of winter wheat // Agronomy and Crop Science. 2015. № 1-9. P. 201. DOI: 10.1111/jac.12087.

References

1. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of study results)]: uchebnik dlya studentov vysshih sel'skohozyajstvennyh uchebnyh zavedenij po agronomicheskim special'nostyam. Izd. 6-e, perepech. s 5-go izd. 1985 g. M.: Al'yans, 2011. 350 s.
2. Evdokimov M. G., Yusov V. S. Yarovaya tverdaya pshenica v Sibirskom Priirtysh'e [Spring durum wheat in the Siberian Irtysh region]. Omsk: ООО ИПЦ «Сфера», 2008. 160 s.
3. Nikolaev P.N., Yusova O. A., Anis'kov N. I. Agrobiologicheskaya harakteristika mnogoryadnyh golozernykh sortov yachmenya selekcii Omskogo ANC [Agrobiological characteristics of multilayer hull barley varieties of the Omsk ARC] // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. 2019. № 180(1). S. 37–43. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-1-38-43.
4. Pleshkov B. P. Praktikum po biohimii rastenij [Practical work on plant biochemistry]. M.: Kolos, 1976. 256 s.
5. Rybas' I. A. Povyshenie adaptivnosti v selekcii zernovykh kul'tur [Adaptability improvement in grain crops breeding] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2016. № 51(5). S. 617–626.
6. Chayka V. M., Rubezhniak I. G., Grib O. G. Effect of Climatic changes on the Productivity of Agrocoenoses and semi-natural forest-steppe ecosystems // Science and Society. 2013. № 1. P. 192–201.
7. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties // Crop. sci. 1966. Vol. 6. № 1. P. 36–40.
8. Lipka O. N. Methodological approaches to Climate change vulnerability assessment of Protected areas // Nature Conservation Research. 2017. № 2(3). P. 68–79.
9. Rapacz M., Stepień A., Skorupa K. Internal Standards for quantitative rt-pcr studies of gene expression under drought Treatment in Barley (*hordeum vulgare* L.): the Effects of developmental Stage and Leaf Age // Acta Physiologiae Plantarum. 2012. № 5(64). P. 1723–1733. DOI: 10.1007/s11738-012-0967-1.
10. Varga B., Vida G., Varga-Laszlo E. et al. Effect of simulating drought in various phenophases on the water use efficiency of winter wheat // Agronomy and Crop Science. 2015. № 1-9. P. 201. DOI: 10.1111/jac.12087.

Поступила: 12.08.20; принята к публикации: 04.12.20.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Николаев П. Н., Юсова О. А. – концептуализация исследования, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Николаев П. Н. – подготовка и проведение полевого опыта; Юсова О. А. – подготовка и проведение лабораторных исследований.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

УДК 633.358:631.5(470.61)

DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-81-87

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НОРМ ВЫСЕВА ЯРОВОГО ГОРОХА В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЗОНЫ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

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

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

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

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

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

Для России горох посевной является традиционной культурой, востребованной как в пищевой промышленности за свои прекрасные вкусовые качества, так и в животноводстве за высокое содержание кормовых единиц и сбалансированного белка, способствующих снижению затрат на кормление животных. Целью исследований являлось изучение влияния норм высева ярового гороха на продуктивность, кормовую ценность зерна, экономическую и биоэнергетическую эффективность возделывания. В статье представлены результаты исследований лаборатории технологии возделывания пропашных культур (ФГБНУ «АНЦ «Донской») за 2019–2020 годы по изучению влияния норм высева на продуктивность среднеспелого сорта гороха донской селекции Аксайский усатый 5. Почва опытного участка благоприятна для выращивания гороха: содержание гумуса в пахотном слое – 3,36%, pH – 7,0, P_2O_5 – 24,4 мг/кг почвы; K_2O – 360 мг/кг почвы. Изучаемые нормы высева оказали влияние на элементы структуры урожая, содержание белка в зерне и сбор кормовых единиц. При нормах высева 1,2–1,8 млн шт. всхожих семян/га отмечалось увеличение содержания белка в зерне более чем на 1,0% в сравнении с нормами 0,8–1,0 млн шт. всхожих семян/га. В этих же вариантах опыта выход переваримого протеина находился на уровне 528–579 кг/га против 390–456 кг/га при посеве с нормой 0,8–1,0 млн шт. всхожих семян/га. Максимальная урожайность отмечалась при норме высева 1,4 млн шт. всхожих семян/га – 2,07 т/га. В этом же варианте опыта отмечены максимальные показатели энергетической и экономической эффективности: коэффициент энергетической эффективности – 2,07, уровень рентабельности – 97,4% при наименьшей себестоимости продукции 7600 руб./т.

Ключевые слова: горох, норма высева, урожайность, кормовые единицы, экономическая и энергетическая эффективность.

Для цитирования: Васильченко С. А., Метлина Г. В., Ашиев А. Р., Кравченко Н. С. Экономическая и энергетическая оценка влияния норм высева ярового гороха в условиях южной зоны Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2021. № 2(74). С. 81–87. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-81-87.



ECONOMIC AND ENERGY ESTIMATION OF THE EFFECT OF SEEDING RATES OF SPRING PEAS IN THE SOUTH OF THE ROSTOV REGION

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

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

A. R. Ashiev, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for legumes breeding and seed production, arkady.ashiev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2101-2321;

N. S. Kravchenko, Candidate of Biological Sciences, researcher of the laboratory of biochemical estimation of breeding material and seed, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548

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

For Russia, peas are traditional legumes, used both in the food industry for its excellent taste, and in animal husbandry for the high content of feed units and balanced protein, which allows reducing the cost of animals' feeding. The purpose of the current study was to estimate the effect of the seeding rates of peas on its productivity, feed value of its beans, economic and bioenergetic cultivation efficiency. The current paper has presented the study results obtained in the laboratory for cultivation technology of row crops (FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy") in 2019–2020 where there was studied the effect of seeding rates on productivity of the middle maturing pea variety 'Aksaysky Usaty

5' of the Don breeding. The soil of the experimental plot was favorable for growing peas with 3.36% of humus in the arable, with 7.0 pH, 24.4 mg/kg of soil of P₂O₅, 360 mg/kg of soil of K₂O. The studied seeding rates influenced yield structure elements of peas, protein percentage in seeds and yield of feed units. At seeding rates of 1.2-1.8 million of germinating seeds per hectare, there was an increase in protein percentage in seeds on more than 1.0% in comparison with the norms of 0.8-1.0 million of germinating seeds per hectare. In the same variants of the trial, the yield of digestible protein was at the level of 528-579 kg/ha, compared with that of 390-456 kg/ha when sown with a rate of 0.8-1.0 million of germinating seeds per hectare. The maximum productivity (2.07 t/ha) was recorded with a seeding rate of 1.4 million of germinating seeds per hectare. In the same variant of the trial, there were identified the maximum indicators of energy and economic efficiency, such as 2.07 of energy efficiency coefficient and 97.4% of profitability with the lowest production cost of 7600 rubles/ton.

Keywords: peas, seeding rate, productivity, feed units, economic and energy efficiency.

Введение. Особо значимыми для производства сбалансированных по протеину и углеводам комбикормов, без которых невозможно получить животноводческую продукцию высокого качества, являются зерновые и зернобобовые культуры, в том числе горох, кукуруза и сорго зерновое (Савельев, 2017; Кривошеев и др., 2015; Ковтунов и Горпинченко, 2011).

Горох относится к высокобелковым зерновым культурам. Зрелые семена его употребляют в пищу в варёном виде, перерабатывают в крупу и муку. В семенах гороха много белка и крахмала – отсюда его важное продовольственное значение. В то же время, это ценная кормовая культура. Для кормовых целей возделывают главным образом полевой горох.

Основным показателем, определяющим пищевую и кормовую ценность сортов гороха, является содержание белка. При селекции сортов гороха на высокую урожайность семян за последние четверть века содержание белка у новых сортов остаётся на уровне 23–26% (Жученко, 2004).

Проблема растительного белка приобретает всё большую остроту. Только в продуктах питания дефицит белка составляет 30%. Высока потребность в белке кормовых рационов, что является основным фактором роста продуктивности животноводства (Тедеева и др., 2009).

Горох – основная зернобобовая культура в Ростовской области – решает проблему растительного белка, фиксирует атмосферный азот, что обеспечивает снижение использования азота почвы и удобрений, служит ценным предшественником озимой пшеницы (Василенко и др., 2007).

В «Аграрном научном центре «Донской» проводится селекционная работа, направленная на выведение сортов гороха с высокой адаптивной способностью к современным условиям изменяющегося климата (Ашиев и др., 2018).

В настоящее время при выращивании гороха важным элементом технологии возделывания является определение оптимальной нормы высева, при которой бы сохранялся урожайный потенциал культуры и не снижались технологические характеристики сортов (Тедеева и др., 2014). Поэтому актуальным вопросом при возделывании гороха в условиях изменяющегося климата является установление оптимальной нормы высева.

Целью исследований являлось изучение влияния норм высева ярового гороха на про-

дуктивность, кормовую ценность зерна, экономическую и биоэнергетическую эффективность возделывания.

Материалы и методы исследований.

Исследования проводили в лаборатории технологии возделывания пропашных культур (ФГБНУ «АНЦ «Донской») в южной зоне Ростовской области в 2019–2020 гг. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый на лёссовидных суглинках. Содержание гумуса в пахотном слое – 3,36%, pH – 7,0, P₂O₅ – 24,4 мг/кг почвы; K₂O – 360 мг/кг почвы. Исследования проводили на сорте гороха Аксайский усатый 5 (среднеспелый) селекции ФГБНУ ФРАНЦ, допущенном к использованию с 1996 года в 18 регионах РФ (Госсорткомиссия, 2019). Отличительными особенностями сорта являются: усатый лист, способствующий устойчивости к полеганию (коэффициент полегаемости стеблестоя 0,64) и устойчивость к осыпанию семян. Это способствует более полной и качественной уборке урожая.

Агротехника возделывания гороха общепринятая, за исключением изучаемого элемента технологии возделывания (Система ведения агропромышленного производства Ростовской области, 2013). Посев осуществляли сеялкой СС-11.

Повторность опыта – четырёхкратная, учётная площадь делянки – 20 м², расположение делянок систематическое. Глубина заделки семян – 6–8 см. Предшественник – озимая пшеница. Уборку опытных делянок осуществляли с помощью селекционного комбайна Wintersteiger Classic.

Убранные семена подвергали очистке и доводили до 100% чистоты и 14% влажности.

Проведение полевых опытов и статистическую обработку данных осуществляли по методике Б. А. Доспехова (2014). Биометрические данные обрабатывали с использованием компьютерных программ Microsoft Excel 2003, CXStat.

Схема опыта:

1. Норма высева 0,8 млн всх. семян/га;
2. Норма высева 1,0 млн всх. семян/га;
3. Норма высева 1,2 млн всх. семян/га;
4. Норма высева 1,4 млн всх. семян/га;
5. Норма высева 1,6 млн всх. семян/га;
6. Норма высева 1,8 млн всх. семян/га.

Годы исследований характеризовались низкой влагообеспеченностью посевов. Осадки в течение вегетационного периода распределялись неравномерно (рис. 1).

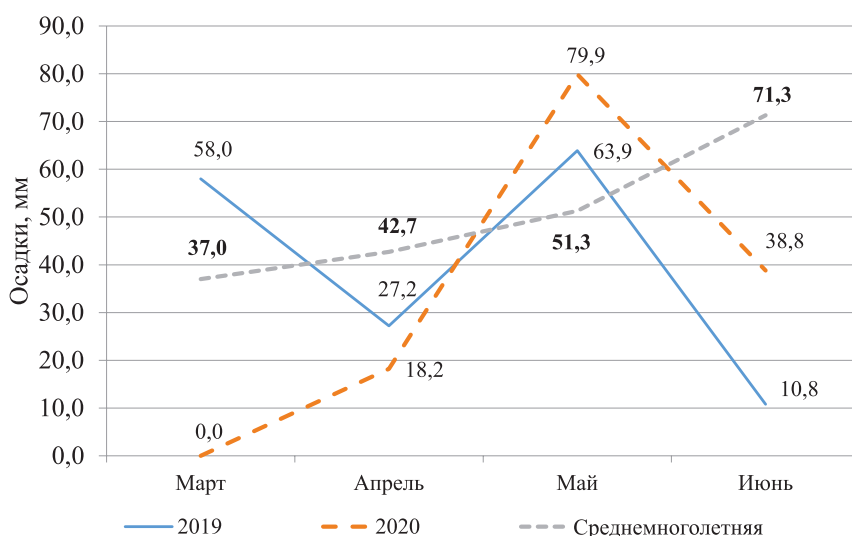


Рис. 1. Распределение атмосферных осадков за вегетационный период гороха (2019–2020 гг.)
Fig. 1. Distribution of atmospheric precipitation during the vegetation period of peas (2019–2020)

Сумма осадков за март-июнь 2019 года составляла 159,9 мм, против 136,9 мм в 2020 году, что на 42,4 и 65,4 мм ниже средне многолетней нормы осадков за этот период.

Среднесуточная температура воздуха в период с марта по июнь была выше средне многолетней нормы на 2,7 и 1,3 °C в 2019 и 2020 гг. соответственно. Высокие среднесуточные температуры воздуха в мае-июне 2019 года способ-

ствовали более раннему созреванию гороха. Продолжительность вегетационного периода в 2019 году составляла 71 день. В 2020 году налив семян происходил при менее высоких температурах воздуха в сравнении с 2019 годом, что способствовало увеличению продолжительности вегетационного периода гороха до 97 дней (рис. 2).

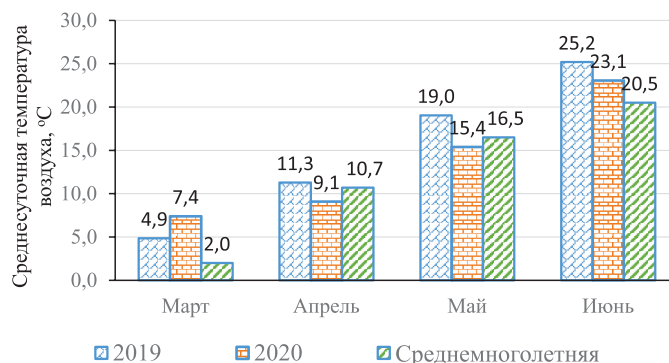


Рис. 2. Среднесуточная температура воздуха в вегетационный период возделывания гороха (2019–2020 гг.)
Fig. 2. Average daily air temperature during the vegetation period of peas (2019–2020)

Гидротермический коэффициент (по Селянинову) за вегетационный период гороха в годы исследований был менее 1 (2019 г. – 0,61; 2020 г. – 0,82), что свидетельствует о засушливости вегетационного периода.

Результаты и их обсуждение. Изучаемые нормы высева оказывали влияние на количество растений к уборке и показатели семенной продуктивности растений гороха.

С увеличением нормы высева отмечалось уменьшение выживаемости растений к уборке. Так, при норме 0,8 млн всхожих семян/га этот показатель составлял 89,2%, а при норме 1,8 млн всхожих семян/га – 74,7%. Снижение выживаемости было связано с ухудшением водного и пищевого режимов.

В посеве гороха с нормой высева 0,8 млн всхожих семян/га количество бобов на растении было наибольшим и составляло 4,29 шт. С увеличением нормы высева количество бобов уменьшалось, достигая своего минимального значения при норме высева 1,8 млн всхожих семян/га – 2,40 шт. Аналогичная тенденция отмечалась также и по показателю «количество семян в бобе», где максимальное значение показателя составляло 4,15, а минимальное – 3,27 шт./растение.

Количество семян с растения также было максимальным в варианте с минимальной нормой высева – 17,8 шт./растение и минимальным при максимальной норме высева – 8,6 шт./растение.

Наибольшая масса зерна с растения отмечалась при норме высева 0,8 млн всхожих семян/га – 2,45 г, что было обусловлено более вы-

сокой площадью питания растений. Наименьшая масса зерна с растения отмечалась при норме высева 1,8 млн всхожих семян/га – 1,44 г (табл. 1).

1. Влияние норм высева на показатели структуры урожая гороха (2019–2020 гг.)
1. The effect of seeding rates on the indicators of yield structure elements of peas (2019–2020)

Норма высева, млн всхожих семян/га	Количество растений к уборке, шт./м²	Количество, шт.			Масса, г	
		бобов на растении	семян в бобе	семян с растения	зерна с растения	1000 зёрен
0,8	71,4	4,29	4,15	17,8	2,45	160,0
1,0	86,5	3,42	4,07	13,9	2,17	154,1
1,2	98,5	3,28	3,83	12,6	2,06	150,8
1,4	112,9	3,06	3,77	11,5	1,90	147,8
1,6	124,6	2,74	3,52	8,7	1,65	145,3
1,8	134,5	2,40	3,27	8,6	1,44	142,5
НСР ₀₅	9,8	0,43	0,26	1,6	0,27	7,4

С увеличением нормы высева отмечалось уменьшение значения крупности семян. Минимальное значение при норме высева 1,8 млн всхожих семян/га (142,5 г) было обусловлено ухудшением условий водного режима и минерального питания в данном варианте.

В годы исследований отмечались засушливые погодные условия на фоне высоких среднесуточных температур воздуха в фазу созревания гороха, негативно отразились на урожайности зерна.

В среднем урожайность зерна гороха при норме высева 0,8 млн всхожих семян/га была минимальной и составляла 1,49 т/га. С увеличением нормы высева отмечался рост урожайности. Наибольшая урожайность отмечалась при норме высева 1,4 млн всхожих семян/га – 2,07 т/га. При нормах высева 1,6 и 1,8 млн всхожих семян/га отмечалось снижение на 0,07–0,19 т/га урожайности в сравнении с вариантом 1,4 млн всхожих семян/га (табл. 2).

2. Влияние норм высева на урожайность гороха, т/га (2019–2020 гг.)
2. The effect of seeding rates on peas productivity, t/ha (2019–2020)

Норма высева, млн всхожих семян/га	Год		Средняя
	2019	2020	
0,8	1,57	1,40	1,49
1,0	1,74	1,65	1,70
1,2	1,90	1,82	1,86
1,4	2,09	2,05	2,07
1,6	2,02	1,98	2,00
1,8	1,89	1,87	1,88
НСР ₀₅	0,10	0,09	0,10

Анализ питательной ценности зерна гороха в зависимости от норм высева показал, что содержание кормовых единиц в 100 кг зерна находилось на уровне 124,60–125,29 кг и поэтому выход кормовых единиц с гектара находился

в пределах 1,87–2,58 т/га. Максимальный выход кормовых единиц отмечался в варианте 1,4 млн всх. семян/га – 2,58 т/га, а минимальный – при норме 0,8 млн семян/га – 1,87 т/га (табл. 3).

3. Питательная ценность зерна гороха в зависимости от норм высева (2019–2020 гг.)
3. Nutritional value of peas depending on the seeding rates (2019–2020)

Норма высева, млн. всх. семян/га	Содержание корм. ед. в 100 кг зерна	Выход корм. ед., т/га	Содержание протеина, %	Выход переваримого протеина, кг/га	Выход валовой энергии, ГДж/га
0,8	125,29	1,87	26,16	390	30,65
1,0	125,17	2,13	26,85	456	34,97
1,2	125,10	2,33	28,37	528	38,26
1,4	124,77	2,58	27,98	579	42,58
1,6	124,95	2,50	28,34	567	41,14
1,8	124,60	2,34	28,44	535	38,67
Стандартное отклонение	0,26	0,26	0,96	72	4,34

Содержание протеина в зерне гороха находилось в пределах 26,16–28,44%. Наименьшее содержание протеина в зерне отмечалось при нормах 0,8–1,0 млн всх. семян/га. Максимальное содержание отмечалось при норме 1,8 млн всх. семян/га – 28,44%.

Наибольший выход переваримого протеина отмечался при норме высева 1,4 млн всх. семян/га – 579 кг/га. Минимальный сбор (390 кг/га), отмечался при минимальной норме высева (0,8 млн всх. семян/га).

Выход валовой энергии, получаемый пересчётом урожайности на содержание энергии в килограмме зерна, показал, что наибольшее значение получено при норме высева 1,4 млн всх. семян/га – 42,58 ГДж/га. Минимальное значение получено в варианте с нормой высева 0,8 млн всх. семян/га.

Оценка энергетических показателей при менения норм высева представлена в таблице 4.

4. Влияние норм высева на показатели энергетической эффективности возделывания гороха (2019–2020 гг.)

4. The effect of seeding rates on the indicators of energy efficiency of pea cultivation (2019–2020)

Норма высева, млн. всх. семян/га	Урожайность, т/га	Энергии в урожае, ГДж/га	Совокупные энергетические затраты, ГДж/га	Чистый энергетический доход, ГДж/га	Энергоёмкость продукции, ГДж/т	КЭЭ*
0,8	1,49	26,36	12,94	13,42	8,68	2,04
1,0	1,70	30,07	14,57	15,50	8,57	2,06
1,2	1,86	32,90	16,09	16,82	8,65	2,05
1,4	2,07	36,62	17,67	18,95	8,54	2,07
1,6	2,00	35,38	19,12	16,27	9,56	1,85
1,8	1,88	33,26	20,54	12,72	10,92	1,62

*КЭЭ – коэффициент энергетической эффективности.

С увеличением нормы высева отмечалось увеличение содержания энергии в урожае. Максимальное содержание энергии в урожае отмечалось при норме высева 1,4 млн всхожих семян/га – 36,62 ГДж/га.

Затраты совокупной энергии возрастали при увеличении нормы высева с 12,94 ГДж/га (при норме высева 0,8 млн всхожих семян/га) до 20,54 ГДж/га (1,8 млн всхожих семян/га).

Чистый энергетический доход находился на уровне 12,72–18,95 ГДж/га. Максимальное значение данного показателя отмечалось при норме высева 1,4 млн всхожих семян/га.

Энергоёмкость продукции находилась на уровне 8,54–10,92 ГДж/т. Более высокая

энергоёмкость отмечалась при нормах высева 1,6–1,8 млн всхожих семян/га.

Коэффициент энергетической эффективности находился на уровне 1,62–2,07. Наибольший коэффициент энергетической эффективности отмечался при норме высева 1,4 млн всхожих семян/га.

Стоимость валовой продукции зависит от рыночной цены на зерно гороха. В октябре 2020 года средняя закупочная цена зерна гороха составляла 15 руб./кг. При пересчёте на величину урожайности стоимость валовой продукции находилась в пределах 22350–31050 руб./га (табл. 5).

5. Влияние норм высева на показатели экономической эффективности возделывания гороха (2019–2020 гг.)

5. The effect of seeding rates on the indicators of economic efficiency of pea cultivation (2019–2020)

Норма высева, млн. всх. семян/га	Стоимость валовой продукции, руб./га*	Производственные затраты, руб./га	Условно-чистый доход, руб./га	Себестоимость продукции, руб./т	Рентабельность, %
0,8	22350	13042	9308	8753	71,4
1,0	25500	13947	11553	8204	82,8
1,2	27900	14829	13071	7973	88,1
1,4	31050	15733	15317	7600	97,4
1,6	30000	16494	13506	8247	81,9
1,8	28200	17238	10962	9169	63,6

*Цена 1 кг зерна гороха 15,0 рублей.

Максимальная стоимость валовой продукции отмечалась при норме высева 1,4 млн всхожих семян/га. Более высокие производственные затраты в опыте отмечались в ва-

рианте с нормой высева 1,8 млн всхожих семян/га.

Высокие значения условно-чистого дохода свидетельствуют об экономической эф-

фективности вариантов опыта. Данный экономический показатель находился на уровне 9308–15317 руб./га.

Себестоимость продукции во всех вариантах опыта была ниже рыночной цены на зерно в регионе. Наименьшая себестоимость продукции отмечалась в варианте с нормой высева 1,4 млн всхожих семян/га – 7600 руб./т.

Высокий уровень рентабельности возделывания гороха (от 63,6% на контроле до 97,4%) свидетельствует о выгоде возделывания гороха в Ростовской области. Наиболее высокий уровень рентабельности отмечался при норме высева 1,4 млн всхожих семян/га.

Выводы. В результате полевых исследований в 2019–2020 гг. было выявлено, что нормы высева гороха оказывали влияние на элементы структуры урожая и урожайность зерна гороха. Максимальная урожайность отмечалась при норме высева 1,4 млн всхожих семян/га. При нормах высева 1,2–1,8 млн. шт. всхожих семян/га отмечалось более высокое содержание белка в зерне и больший выход переваримого протеина. Максимальные показатели энергетической и экономической эффективности отмечались при норме высева 1,4 млн всхожих семян/га, где уровень рентабельности составлял 97,4%, а коэффициент энергетической эффективности – 2,07.

Библиографические ссылки

1. Ашиев А. Р., Скулова М. В., Хабибуллин К. Н. Урожайность и элементы её структуры новых линий гороха // Зерновое хозяйство России. 2018. № 5(59). С. 26–28.
2. Василенко В. Н., Зинченко В. Е., Ермоленко В. П., Лабынцев А. В., Шапашникова И. М., Листопадов И. Н., Артохин К. С., Шевченко П. Д., Грабовец А. И. Зональная система земледелия Ростовской области на ландшафтной основе. п. Рассвет, 2007. 244 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. Стереотип. изд. Перепеч. с 5-го изд., доп. и перераб., 1985 г. М.: Альянс, 2014. 351 с.
4. Жученко А. А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика). М.: ООО «Издательство Агрорус», 2004. 1111 с.
5. Ковтунов В. В., Горпиниченко С. И. Основные направления использования сорго зернового // Зерновое хозяйство России. 2011. № 6(18). С. 28–32.
6. 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. 23–26.
7. Система ведения агропромышленного производства Ростовской области (на период 2013–2020 гг.) Ч. 2. Ростов н/Д, 2013. 272 с.
8. Сорт Аксайский усатый 5 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/9300546>.
9. Тедеева А. А., Бацазова Т. М., Болиева З. А. Стимуляторы роста и развития гороха // Инновационные технологии развития регионального АПК: Сборник докладов II-й Всероссийской научно-практической конференции, ГНУ «Адыгейский НИИСХ». Майкоп: Издательство «Магарин О. Г.», 2009. 284 с.
10. Тедеева А. А., Хохоева А. А., Абаев А. А. Влияние норм высева на освещённость, засорённость и полеглость гороха // Известия государственного аграрного университета. 2014. № 4(51). С. 38–43.

References

1. Ashiev A. R., Skulova M. V., Habibullin K. N. Urozhajnost' i elementy eyo struktury novyh liniy goroha [Yield and elements of its structure of the new peas lines] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 5(59). С. 26–28.
2. Vasilenko V. N., Zinchenko V. E., Ermolenko V. P., Labynceva A. V., Shapashnikova I. M., Listopadov I. N., Artohin K. S., Shevchenko P. D., Grabovets A. I. Zonal'naya sistema zemledeliya Rostovskoy oblasti na landshaftnoy osnove [Zonal system of agriculture of the Rostov region on a landscape basis]. p. Rassvet, 2007. 244 s.
3. 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 study results)]: uchebnik dlya vysshih sel'skohozyajstvennykh uchebnykh zavedenij. Stereotip. izd. Perepech. s 5-go izd., dop. i pererab., 1985 g. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
4. Zhuchenko A. A. Resursnyj potencial proizvodstva zerna v Rossii (teoriya i praktika) [The resource potential of grain production in Russia (theory and practice)]. M.: ООО «Izdatel'stvo Agrorus», 2004. 1111 s.
5. Kovtunov V. V., Gorpichenko S. I. Osnovnye napravleniya ispol'zovaniya sorgo zernovogo [The main directions of grain sorghum use] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2011. № 6(18). С. 28–32.
6. Krivosheev G. Ya., Ignat'ev A. S., Shevchenko N. A. Srednespelye gibridy kukuruzy Zernogradskij 354 MV i Gefest MV [The mid-maturing maize hybrids 'Zernogradsky 354 MV' and 'Gefest MV'] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2015. № 6(42). С. 23–26.
7. Sistema vedeniya agropromyshlennogo proizvodstva Rostovskoy oblasti (na period 2013–2020 gg.) [The system of agro-industrial production in the Rostov region (for the period of 2013–2020)]. Ch. 2. Rostov n/D, 2013. 272 s.
8. Sort Aksajskij usatij 5 [The variety 'Aksay usaty 5'] [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/9300546>.
9. Tedeeva A. A., Bacazova T. M., Bolieva Z. A. Stimulyatory rosta i razvitiya goroha [Stimulants of growth and development of peas] // Innovacionnye tekhnologii razvitiya regional'nogo APK: Cbornik

dokladov II-j Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, GNU «Adygejskij NIISKH». Majkop: Izdatel'stvo «Magarin O.G.», 2009. 284 s.

10. Tedeeva A. A., Hohoeva A. A., Abaev A. A. Vliyanie norm vyseva na osveshchyonnost', zasoryonnost' i polegaemost' goroha [The effect of seeding rates on illumination, weediness and lodging of peas] // Izvestiya gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 4(51). S. 38–43.

Поступила: 15.02.21; принята к публикации: 25.02.21.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ СОРТА ТИМИРЯЗЕВСКАЯ 42

Е. С. Энзекрей, младший научный сотрудник отдела отдаленной гибридизации,
ORCID ID: 0000-0001-7373-4740;

О. А. Щуклина, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела отдаленной гибридизации, oashuklina@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3775-6077;

С. В. Завгородний, научный сотрудник отдела отдаленной гибридизации,
ORCID ID: 0000-0001-8264-4499

ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН,
127276, г. Москва, ул. Ботаническая, 4; e-mail: info@gbsad.ru

Изучено влияние различных доз и сроков внесения подкормок азотными удобрениями в виде аммиачной селитры на рост, развитие и биологическую урожайность нового сорта яровой тритикале Тимирязевская 42. Исследования проводили в 2015–2018 гг. в полевом опыте, заложенном на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). Было установлено, что в зависимости от погодных условий вегетационного периода внесение различных доз азотных удобрений в разные сроки оказывало разную степень положительного влияния на показатели элементов продуктивности культуры. При применении подкормок сорт Тимирязевская 42 реализует высокий потенциал биологической урожайности, который в оптимальных условиях может достигать 15,6 т/га. КРК (коэффициент реализации колоса) имеет высокую корреляционную связь с биологической урожайностью ($r = 0,97$), что позволяет в середине вегетационного периода спрогнозировать, на каком из вариантов опыта будет достигнута наибольшая урожайность. На биологическую урожайность изученного сорта более всего влияют продуктивная кустистость ($r = 0,80$), количество и масса зерна с колоса ($r = 0,71$; $r = 0,66$, соответственно) и чуть менее заметное действие оказывает масса 1000 зерен ($r = 0,64$). Величина корреляционной зависимости длины колоса и биологической урожайности составляла от 0,54 в 2016 г. до 0,98 в 2018 г. на разных вариантах опыта, что свидетельствует о сильной зависимости изменений показателя длины колоса в разных метеорологических условиях выращивания культуры.

Ключевые слова: яровая тритикале, биологическая урожайность, азотные удобрения, продуктивность, кустистость, метеоусловия, коэффициент реализации колоса.

Для цитирования: Энзекрей Е. С., Щуклина О. А., Завгородний С. В. Влияние метеорологических условий и азотных удобрений на биологическую урожайность яровой тритикале сорта Тимирязевская 42 // Зерновое хозяйство России. 2021. № 2(74). С. 88–93. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-88-93.



THE EFFECT OF METEOROLOGICAL CONDITIONS AND NITROGEN FERTILIZERS ON BIOLOGICAL PRODUCTIVITY OF THE SPRING TRITICALE VARIETY 'TIMIRYAEVSKAYA 42'

E. S. Enzekrey, junior researcher of the department of distant hybridization,
ORCID ID: 0000-0001-7373-4740;

O. A. Shchuklina, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the department of distant hybridization, oashuklina@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3775-6077;

S. V. Zavgorodny, researcher of the department of distant hybridization,
ORCID ID: 0000-0001-8264-4499

FSBIS the Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin of RAS (MGB RAS),
127276, Moscow, Botanicheskaya Str., 4; e-mail: info@gbsad.ru

The current paper has presented the study of the effect of different doses and terms of top-dressing with nitrogen fertilizers, in the form of ammonium nitrate, on the growth, development and biological productivity of the new spring triticale variety 'Timiryazevskaya 42'. The study was carried out in 2015–2018 in the field trial laid down at the Field Experimental Station of the RSAU-Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev (Moscow). It was identified that, depending on the weather conditions of the vegetation period, different doses of nitrogen fertilizers at different times had a different degree of positive effect on the indicators of the variety yield elements. When applying top-dressing, the variety 'Timiryazevskaya 42' showed high potential of its biological productivity, which reached 15.6 t/ha under optimal conditions. There has been established a high correlation between CHF (coefficient of head filling) and biological productivity ($r = 0.97$), which allows predicting in the middle of the vegetation period which variant of the trial will give the highest productivity. The biological productivity of the studied variety has been most influenced by productive tillering ($r = 0.80$), number and weight of grain per head ($r = 0.71$; $r = 0.66$, respectively), and there was a slight effect of 1000 grain weight ($r = 0.64$). The value of correlation between 'length of head' and biological productivity ranged from 0.54 in 2016 to 0.98 in 2018 for different variants of the trial, which indicated a strong effect of different meteorological conditions of the variety cultivation on the change of length of its head.

Keywords: spring triticale, biological productivity, nitrogen fertilizers, productivity, tillering, meteorological/weather conditions, coefficient of head filling.

Введение. Наиболее важным фактором повышения урожайности зерновых сельскохозяйственных культур является сорт. Следующий фактор, влияющий на урожайность наиболее сильно – это применение удобрений. Агротехника, разработанная под определенный сорт, в конкретных почвенно-климатических условиях является наиболее актуальным решением для повышения урожайности зерна. Однако для этого необходимо иметь потенциально высокопродуктивные сорта интенсивного типа, сочетающие биологический потенциал и способность к его максимальной реализации (Бабайцева и др., 2016). Новые сорта, введенные в широкое использование, дают высокие и стабильные урожаи и, соответственно, требуют внесения коррективов в элементы агротехники под каждый конкретный сорт (Муслимов и др., 2018). В селекционных программах, направленных на создание сортов с высокой продуктивностью, необходимо внимательно изучить и выделить те структурные элементы, благодаря которым реализуется потенциал культуры. Зная параметры, наиболее значительно влияющие на урожайность культуры, можно интенсифицировать селекционный процесс и, соответственно, ускорить получение сортов и их передачу в Государственную комиссию по сортоиспытанию.

Под определением биологической продуктивности подразумевается биомасса надземных и подземных органов целого растения или урожайность зерна с единицы площади. Потенциалом культуры называется фактическая максимальная урожайность зерна, полученная в экспериментальных или производственных условиях. Как потенциальная, так и реальная продуктивность зерновых культур, в частности тритикале, определяется количеством побегов с колосом и их озерненностью.

Растущий интерес к тритикале в мире и в нашей стране вызван ее высоким уровнем устойчивости к различным абиотическим факторам окружающей среды, например, к засухам (Абделькави и Соловьев, 2020). В подобных условиях становится особенно явным преимущество новых гексаплоидных сортов этой культуры (Pecio and Bichonski, 2010).

Высокий потенциал яровой тритикале в наибольшей степени зависит от интенсивности дифференциации зачаточного коло-

са в процессе III–VII этапов органогенеза, когда происходит закладка колосков и развитие цветков. На X–XII этапах органогенеза происходит формирование зерновок в колосе и появляется возможность спрогнозировать потенциальную биологическую урожайность уже по коэффициенту реализации колоса и массы колоса в фазе цветения (Куперман, 1984; Кумаков, 1995).

Целью исследований стало выявление особенностей формирования потенциальной урожайности и ее реализации у нового сорта яровой тритикале Тимирязевская 42 при внесении в два срока разных доз азотных удобрений в условиях возделывания на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве Центрального района Нечернозёмной зоны.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2015–2018 гг. в полевом опыте, заложенном на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Полевая опытная станция РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева относится к Центральному району Нечерноземной зоны РФ. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. Результаты агрохимического анализа почвы показали, что она хорошо обеспечена подвижными формами фосфора, определенными по методу Кирсанова, и калия. Содержание подвижного фосфора составляет в среднем 283, калия – 134, щелочно-гидролизуемого азота – 6,3 мг/кг, обменного кальция – 7,0 мг-экв/100 г, магния – 1,3 мг-экв/100 г. Степень насыщенности основаниями – 80%. Почва характеризуется средним уровнем кислотности (рН – 4,8, Нг – 2,0 мг-экв/100 г), средним содержанием гумуса (1,9%).

Схема опыта включала 4 варианта внесения азотных удобрений: 1. N_0 (контроль); 2. N_{60} (при посеве); 3. N_{120} (при посеве); 4. N_{90} (при посеве) + N_{30} (в фазе выхода в трубку). Азотные удобрения в виде аммиачной селитры вносились вручную согласно схеме опыта. Опыты заложены в 3-кратной повторности, размещение вариантов рандомизированное. Учетная площадь опытной делянки составляла 5 м². В таблице 1 представлены основные метеорологические характеристики в данной зоне возделывания – температура воздуха и количество осадков, приведены по декадам за 2015–2018 гг.

1. Метеоусловия вегетационного периода яровой тритикале (2015–2018 гг.)
1. Meteorological conditions of the vegetation period of spring triticale (2015–2018)

Месяцы	Декады	Температура по годам, °С				Средняя многолетняя температура, °С	Осадки по годам, мм				Средние многолетние осадки, мм
		2015	2016	2017	2018		2015	2016	2017	2018	
Апрель	1	3,2	6,2	5,8	6,2	1,3	20,4	8,1	23,0	4,1	12
	2	5,5	8,5	2,7	8,8	4,4	11,2	13,3	22,4	18,1	13
	3	9,9	10,2	7,6	9,1	7,4	11,2	10,8	29,4	15,5	15
Май	1	11,9	14,7	9,9	15,8	10,0	18,2	1,3	37,2	13,8	17
	2	12,3	12,8	9,4	16,8	12,1	50,0	20,2	25,4	30,0	18
	3	18,4	17,3	13,6	15,8	13,5	35,7	33,7	15,8	23,3	20
Июнь	1	17,4	13,6	12,4	13,0	14,4	0,7	21,7	22,0	21,7	22
	2	17,7	18,4	15,2	17,4	16,2	55,4	28,9	24,8	14,6	23
	3	18,7	22,6	15,4	21,2	17,3	37,6	1,1	68,4	22,1	25

Месяцы	Декады	Температура по годам, °С				Средняя многолетняя температура, °С	Осадки по годам, мм				Средние многолетние осадки, мм
		2015	2016	2017	2018		2015	2016	2017	2018	
Июль	1	20,0	19,2	15,0	17,8	17,7	29,4	23,2	56,0	28,9	28
	2	15,9	21,6	18,4	22,0	18,5	19,8	61,5	39,3	41,0	29
	3	19,1	21,9	20,0	21,1	18,3	69,0	23,6	7,4	15,4	28
Август	1	19,6	21,6	19,9	21,2	17,6	1,1	24,9	10,7	3,5	26
	2	16,5	17,9	20,9	19,4	16,3	11,6	96,8	8,2	11,8	26
	3	16,9	19,1	16,0	18,8	15,1	5,2	30,3	57,9	4,6	25

Измерение состояния растений в течение вегетации и структурный анализ снопов перед комбайновой уборкой осуществляли в лабораторных условиях по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и методике определения потенциальной продуктивности (Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 1985; Кумаков, 1995). При этом учитывали такие показатели, как масса колоса в фазе цветения, количество продуктивных стеблей на одном растении, длина колоса, число зерен с колоса и с растения и их масса, масса 1000 зерен. Статистическую обработку данных (Доспехов, 1985) проводили с использованием программы Microsoft Excel.

Объектом исследований был сорт яровой тритикале Тимирязевская 42, совместно выведенный коллективом авторов РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева и Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН (Соловьёв А. А., Щуклина О. А., Дудников М. В., Груздев И. В., Турбаев А. Ж., Завгородний С. В.).

Результаты и их обсуждение. Биологическая урожайность нового сорта яровой тритикале Тимирязевская 42 во многом зависела от складывающихся погодных условий.

Яровой тритикале Тимирязевская 42 – сорт интенсивного типа, обладающий высоким потенциалом биологической урожайности (до 15,6 т/га зерна), однако такой показатель реализуется только при оптимальных условиях выращивания. Особенно сильное снижение урожайности от максимальных значений наблюдалось в 2017 году, поскольку из-за холодной и затяжной весны посев был произведен позднее оптимальных сроков на 9 дней. Также осадки в третьей декаде августа и первой декаде сентября, в два раза превышающие средние многолетние показатели, оттянули сроки уборки практически на три недели, зерно в колосе начало прорастать, что также плохо отразилось на его качестве (Абделаал и др., 2019).

Урожайность в описываемом году составила от 6,65 т/га на контроле до 9,04 т/га на варианте N_{60} ($HCP_{05} = 1,12$).

Неравномерное выпадение осадков в 2016 году неблагоприятно повлияло на продуктивность зерна яровой тритикале. Биологическая урожайность, полученная ручным обмолотом пробных снопов, составила от 7,60 т/га на контроле и до 12,0 т/га на варианте N_{60} , а дробное применение азотных удобрений не дало существенной прибавки ($HCP_{05} = 2,7$).

Погодные условия в 2015 и 2018 годах были более благоприятными для роста и развития яровой тритикале. Температура воздуха практически во все периоды вегетации была незначительно выше среднемноголетних значений на несколько градусов, но осадки выпадали неравномерно. В 2015 году биологическая урожайность составила от 11,7 т/га на контроле до 15,6 т/га на варианте N_{120} ($HCP_{05} = 2,1$). В 2018 году показатели биологической урожайности были ниже, чем в 2015 году, возможно, это связано с тем, что в августе осадки практически полностью отсутствовали, что отрицательно сказалось на фазе молочной спелости. Наибольшая урожайность в 2018 году сформировалась на вариантах N_{60} и N_{120} и составила 11,4 и 11,0 т/га соответственно. На контроле был зафиксирован самый низкий показатель биологической урожайности за весь период исследований – 5,0 т/га ($HCP_{05} = 2,4$).

Чтобы вовремя идентифицировать и минимизировать потери урожая по сравнению с другими вариантами, а также для прогнозирования потенциальной урожайности используется критерий – коэффициент реализации колоса (КРК). Он определяется, как отношение прироста массы колоса от цветения до уборки к его массе в фазе цветения. Коэффициент реализации колоса показывает, насколько реализуются потенциальные возможности колоса в складывающихся погодных условиях (табл. 2).

2. Биологическая урожайность и элементы продуктивности яровой тритикале сорта Тимирязевская 42 (среднее за 2015–2018 гг.)

2. Biological productivity and its elements of the spring triticale variety 'Timiryazevskaya 42' (mean value in 2015–2018)

Варианты	КРК	Масса колоса в фазу цветения, г	Кустиность		Длина колоса, см	Масса зерна с главного колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Количество зерна с колоса, шт.	Биологическая урожайность, т/га
			общая	продуктивная					
1. Контроль	1,02	4,71	1,37	1,32	6,5	2,58	49,4	39	7,74
2. N_{60}	1,19	7,15	1,71	1,61	7,5	3,34	50,9	44	9,50
3. N_{120}	1,20	6,10	1,77	1,71	7,7	2,99	50,0	46	9,27
4. $N_{90} + N_{30}$	1,27	6,25	1,57	1,50	7,1	2,63	51,2	41	7,99

За 4 года исследований КРК показал высокое значение корреляционной связи относительно биологической урожайности, диапазон которого составлял от 0,52 в 2017 г. ($HCP_{05} = 0,57$) до 0,97 в 2016 г. ($HCP_{05} = 0,97$). Можно сделать вывод, что по КРК уже в середине вегетации культуры можно спрогнозировать, на каком из вариантов опыта будет наибольшая урожайность.

По данным ряда исследователей, масса колоса в фазе цветения может характеризовать потенциальную продуктивность сельскохозяйственных растений. При благоприятных условиях налива конечная масса колоса и зерна прямо пропорциональна стартовой массе колоса, при неблагоприятных условиях эта пропорциональность нарушается. Однако за время исследований сложно сделать однозначные выводы по данному показателю, в виду того, что средняя корреляционная связь между массой колоса в фазе цветения и урожайностью наблюдалась только в 2015–2016 годах, где наибольшее значение составляло 0,86 в 2016 году ($HCP_{05} = 0,91$), но самое низкое значение корреляции по данному показателю было зафиксировано в 2017 и 2018 годах ($r = 0,33$ и $r = 0,44$ соответственно).

Получив данные о потенциальной продуктивности яровой тритикале, необходимо сравнить их с конечной биологической урожайностью, чтобы оценить, смогли ли растения реализовать заложенный потенциал.

Биологическая урожайность может складываться благодаря нескольким элементам продуктивности – это продуктивная кустистость и масса зерна с колоса, а также качественный показатель масса 1000 зерен. Эти показатели вносят свой вклад в общую продуктивность сельскохозяйственных культур. Зная вклад отдельных элементов продуктивности при формировании урожайности, можно обоснованно принимать решение о целесообразности изучаемых агроприемов (Абделаал и др., 2019).

Анализируя вышеописанные показатели, можно сделать вывод, что наибольший вклад в урожайность вносят кустистость растения и длина колоса, точнее количество зерен в колосе. Яровая тритикале не отличается большой продуктивной кустистостью из-за ускоренных этапов развития, и среднее количество продуктивных стеблей едва достигает двух. Во время проведения исследований было установлено, что при высокой норме внесения азотных удобрений на ранних этапах развития, кустистость яровой тритикале увеличивалась. Данные о продуктивной кустистости говорят о том, что их корреляция относительно урожайности за все годы составляла в среднем 0,80 (высокая связь между данными значениями).

При проведении исследований было отмечено влияние длины колоса на биологическую урожайность. В большей степени это связано не с самой длиной колоса, а с количеством колосков, сформировавшихся в колосе, а следовательно, и в количестве зерен. Самая вы-

сокая корреляция длины колоса с биологической урожайностью была отмечена в 2018 году $r = 0,98$.

Биологическая урожайность яровой тритикале менее сильно зависела от таких показателей, как масса и количество зерна с колоса и масса 1000 зерен.

При прогнозировании потенциальной урожайности по массе зерна с колоса в расчет принимается только масса с главного колоса, а с остальных колосьев игнорируется. Наибольшая корреляция между урожайностью и данным показателем была отмечена в 2016 и 2017 годах – 0,97 и 0,89 соответственно. В остальные годы корреляция не превышала 0,70.

Масса 1000 зёрен – важный сельскохозяйственный показатель крупности и выполненности воздушно-сухих семян, выраженный в граммах. При благоприятных условиях зерновые формируют наиболее полновесные зерна, которые вносят существенный вклад в урожайность. На этот показатель наиболее сильно влияли азотные удобрения, внесенные во второй половине вегетации (выход в трубку-начало колошения). Все величины корреляции урожайности относительно данного показателя за 2015–2018 гг. колебались в диапазоне от 0,30 в 2015 году до 0,52 в 2017 г., исключая 2016 г., в котором коэффициент корреляции выше других лет изучения почти в 2 раза и составлял 0,92.

Безусловно, формирование биологической урожайности происходит при взаимодействии всех элементов продуктивности. Но так как данная культура отличается от пшеницы по строению и обладает увеличенным количеством зерен с каждого колоса, то можно сделать вывод, что на биологическую урожайность в большей степени повлияли высокая озерненность колоса в сочетании с количеством продуктивных стеблей растения. Определено, что самое большое число зерен с колоса было получено в 2015 году, от 65 шт. на контроле до 84 шт. на варианте N_{120} , и корреляция с урожайностью также наибольшая – 0,99, по сравнению с другими годами. Высокие корреляционные связи получены в 2016 и 2018 гг. и составляли 0,97 и 0,89 соответственно.

Выводы. На основании данных, полученных за годы изучения яровой тритикале сорта Тимирязевская 42 в условиях Центрального района Нечерноземной зоны РФ, можно сделать вывод, что сорт обладает высоким потенциалом продуктивности. При благоприятных условиях вегетации, которые наблюдались в 2015 и 2018 годах, урожайность составила 15,6 т/га на варианте N_{120} и 11,4 т/га на варианте N_{60} соответственно.

Учитывая высокую корреляцию урожайности относительно КРК (до 0,97 в 2016 году), уже в середине вегетации культуры можно построить предположение, на каком из вариантов опыта будет наибольшая урожайность. Таким образом, получив первоначальный прогноз,

необходимо убедиться, за счет каких показателей сложилась конечная биологическая урожайность. За время проведения исследований сорт яровой тритикале Тимирязевская 42 реализовал свой потенциал продуктивности в большей степени благодаря таким показателям,

как продуктивная кустистость ($r = 0,80$), количество ($r = 0,71$) и масса зерна с колоса ($r = 0,66$).

Исследования выполнены в рамках ГЗ ГБС РАН (№ 19119012390082-6).

Библиографические ссылки

1. Абделаал Х. К., Энзекрей Е. С., Соловьёв А. А., Щуклина О. А., Градсков С. М., Завгородний С. В. Урожайность зерна и зелёной массы нового сорта яровой тритикале Тимирязевская в зависимости от применения разных доз азотных удобрений в условиях ЦРНЗ // Кормопроизводство. 2019. № 2. С. 18–22.
2. Абделаал Х. К., Энзекрей Е. С., Квитко В. Е., Анохин Д. Е., Реброва Н. В., Лангаева Н. Н., Щуклина О. А., Градсков С. М. Применение регулятора роста на посевах яровой тритикале в разных по агрометеорологических условиям годы // Кормопроизводство. 2019. № 3. С. 23–27.
3. Абделькави Р. Н., Соловьёв А. А. Особенности формирования качества зерна яровой тритикале в контрастных погодно-климатических условиях // Зерновое хозяйство России. 2020. № 2(67). С. 3–7. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-68-2-3-7>.
4. Бабайцева Т. А., Ленточкин А. М., Рябова И. А. Продуктивность и качество семян сортов озимой тритикале при разных нормах высева // Зерновое хозяйство России. 2016. № 6(48). С. 47–52.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М., 1985. 352 с.
6. Мазуров В. Н. Тритикале озимая в рационах кормления высокопродуктивных молочных коров в Калужской области // Молодой ученый. 2015. № 5.2(85.2). С. 23–26.
7. Муслимов М. Г., Куркиев К. У., Таймазова Н. С., Ковтунова Н. А., Горпиниченко С. И. Оценка продуктивности некоторых интродуцированных и местных сортов зерновых культур в условиях Республики Дагестан // Зерновое хозяйство России. 2018. № 6(60). С. 25–29. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-60-6-25-29>.
8. Кумаков В. А. Физиология формирования урожая яровой пшеницы и проблемы селекции // Сельскохозяйственная биология. 1995. № 5. С. 3–19.
9. Куперман Ф. М. Морфофизиология растений. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1984. 240 с.
10. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. (общая часть). М.: Колос, 1985. 269 с.
11. Pecio A. Productivity of triticale affected by nitrogen fertilization and weather conditions // Fertilizers and Fertilization. 2010. Vol. 40. P. 101–115.

References

1. Abdelaal H. K., Enzekrej E. S., Solov'yov A. A., SHCHuklina O. A., Gradskov S. M., Zavgorodnij S. V. Urozhajnost' zerna i zelyonoy massy novogo sorta yarovoj tritikale Timiryazevskaya v zavisimosti ot primeneniya raznykh doz azotnykh udobrenij v usloviyakh CRNZ [Productivity of grain and green mass of the new spring triticale variety 'Timiryazevskaya', depending on the use of different doses of nitrogen fertilizers in the Central Regional Center] // Kormoproizvodstvo. 2019. № 2. S.18–22.
2. Abdelaal H. K., Enzekrej E. S., Kvitko V. E., Anohin D. E., Rebrova N. V., Langaeva N. N., SHCHuklina O. A., Gradskov S. M. Primenenie regulatora rosta na posevakh yarovoj tritikale v raznykh po agrometeorologicheskim usloviyam gody [Application of a growth regulator on crops of spring triticale in different agrometeorological conditions years] // Kormoproizvodstvo. 2019. № 3. S. 23–27.
3. Abdel'kavi R. N., Solov'ev A. A. Osobennosti formirovaniya kachestva zerna yarovoj tritikale v kontrastnykh pogodno-klimaticheskikh usloviyakh [Features of the grain quality formation in spring triticale in contrasting weather and climatic conditions] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2020. № 2(67). S. 3–7. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-68-2-3-7>.
4. Babajceva T. A., Lentochkin A. M., Ryabova I. A. Produktivnost' i kachestvo semyan sortov ozimoy tritikale pri raznykh normah vyseva [Productivity and quality of winter triticale seeds at different seeding rates] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 6(48). S. 47–52.
5. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of study results)]. M., 1985. 352 s.
6. Mazurov V. N. Triticale ozimaya v racionah kormleniya vysokoproduktivnykh molochnykh korov v Kaluzhskoj oblasti [Winter triticale in the diet of highly productive dairy cows in the Kaluga region] // Molodoy uchenyj. 2015. № 5.2(85.2). S. 23–26.
7. Muslimov M. G., Kurkiev K. U., Tajmazova N. S., Kovtunova N. A., Gorpichenko S. I. Ocenka produktivnosti nekotorykh introducirovannykh i mestnykh sortov zernovykh kul'tur v usloviyakh Respubliki Dagestan [Estimation of productivity of some introduced and local varieties of grain crops in the Republic of Dagestan] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 6(60). S. 25–29. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-60-6-25-29>.
8. Kumakov V. A. Fiziologiya formirovaniya urozhaya yarovoj pshenicy i problemy selekcii [Physiology of spring wheat yield formation and breeding problems] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 1995. № 5. S. 3-19.
9. Kuperman F. M. Morfofiziologiya rastenij [Morphophysiology of plants]. 4-e izd., pererab. i dop. M.: Vysshaya shkola, 1984. 240 s.

-
10. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Methodology for the State Variety Testing of agricultural crops]. Vyp. 1. (obshchaya chast'). M.: Kolos, 1985. 269 s.
11. Pecio A. Productivity of triticale affected by nitrogen fertilization and weather conditions // Fertilizers and Fertilization. 2010. Vol. 40. P. 101–115.

Поступила: 16.07.20; принята к публикации: 9.09.20.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Энзекрей Е. С. – концептуализация исследований, выполнение полевых опытов и сбор данных, подготовка рукописи; Щуклина О. А. – концептуализация исследований, критический анализ текста; Завгородний С. В. – анализ данных и их интерпретация.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.