

ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ 6(66)2019

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

GRAIN ECONOMY OF RUSSIA

THEORETICAL AND SCIENCE-PRACTICAL JOURNAL

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

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

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Алабушев А. В. – председатель, д-р с.-х. н., профессор, академик РАН;

Ионова Е. В. – главный редактор, д-р с.-х. н.;

Донцова А. А. – ответственный секретарь, к. с.-х. н.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Баталова Г. А., ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока – д-р с.-х. н., академик РАН;

Беспалова Л. А., ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко» – д-р с.-х. н., профессор, академик РАН;

Вислобокова Л. Н., филиал ФГБУ «Россельхозцентр» по Тамбовской области – к. с.-х. н.;

Гончаренко А. А., ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» – д-р с.-х. н., профессор, академик РАН;

Зезин Н. Н., Уральский НИИСХ – д-р с.-х. н.;

Лукомец В. М., ФГБНУ «ФНЦ «ВНИИМК» – д-р с.-х. н., профессор, академик РАН;

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

Долженко В. И., ФГБНУ «ВНИИЗР» – д-р с.-х. н., профессор, академик РАН;

Артохин К. С., НКЦ Ростовский филиал ООО «Агролига» – д-р с.-х. н.;

Волкова Г. В., ФГБНУ «ВНИИБЗР» – д-р биол. н.;

Подколзин А. И., ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ» – д-р биол. н., профессор;

Назаренко О. Г., ФГБУ ГЦАС «Ростовский» – д-р биол. н., профессор;

Романенко А. А., ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко» – д-р с.-х. н., профессор, академик РАН;

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

Сотченко В. С., ВНИИ кукурузы – д-р с.-х. н., академик РАН;

Храмцов И. Ф., ФГБНУ «Омский АНЦ» – д-р с.-х. н., профессор, академик РАН;

Шевченко С. Н., Самарский НИИСХ – д-р с.-х. н., чл.-корр. РАН;

Ле Зунь Хай, Агрогенетический институт (г. Ханой, Вьетнам);

Халил Сурек, Тракийский аграрный НИИ (г. Эдирне, Турция) – д-р н.;

Юсупов Г. Ю., Министерство сельского и водного хозяйства Туркменистана – к. с.-х. н.

Давлетов Ф. А., Башкирский НИИСХ ФГБНУ УФИЦ РАН – д-р с.-х. н.

EDITORIAL COUNCIL:

Alabushev A.V. – chairman of editorial council, Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS;

Ionova E.V. – chief editor, Dr. Sci. (Agriculture);

Dontsova A.A. – executive secretary, Cand. Sci. (Agriculture)

EDITORIAL BOARD:

Batalova G.A., Federal Agricultural Research Center of the East named N.V. Rudnitsky – Dr. Sci. (Agriculture), academician of RAS;

Bespalova L.A., 'P.P. Lukiyenko National Center of Grain' – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS;

Vislobokova L.N., Tambov branch of the "Russian Agricultural Center" – Cand. Sci. (Agriculture);

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

Zeze N.N., Uralsky Research Institute of Agriculture – Dr. Sci. (Agriculture);

Lukomets V.M., Federal Scientific Center "V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil crops" – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS;

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

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

Artokhin K.S., Rostov Limited Liability Company 'Agroliga' – Dr. Sci. (Agriculture);

Volkova G.V., All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection – Dr. Sci. (Biology);

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Свидетельство ПИ № ФС 77-38503 от 18 декабря 2009 г. Зарегистрировано в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций

Журнал включен в Перечень ВАК Минобразования России ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук (группа научных специальностей 06.01.00 – агрономия). Пятилетний импакт-фактор РИНЦ-0,464 (2018). Журнал входит в базу данных Russian Science Citation Index на платформе Web of Science (ядро РИНЦ). Журнал входит в международную базу данных DOAJ.

Перевод на английский язык – Скуйбедина О. Н.

Периодичность издания – 6 номеров. Подписано в печать 27.12.2019

Дата выхода 28.12.2019. Формат 60x84/8. Тираж 300. Заказ № 49-20

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

ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ

Содержание

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

- Алабушев А. В., Копусь М. М., Макарова Т. С. Мягкая пшеница: качество зерна, муки и цена 3
- Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н., Скулова М. В. Агроэкологическая оценка новых линий сои селекции Аграрного научного центра «Донской» 7
- 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 12
- Ионова Е. В., Лиховидова В. А., Лобунская И. А. Засуха и гидротермический коэффициент увлажнения как один из критериев оценки степени её интенсивности (обзор литературы) 18
- Овсянникова Г. В., Метлина Г. В., Васильченко С. А. Сравнительная биоэнергетическая оценка полевых севооборотов с использованием многолетних и однолетних трав в Ростовской области 23
- Попов А. С. Сроки посева твердой озимой пшеницы 28
- Скрипка О. В., Подгорный С. В., Самофалов А. П., Некрасова О. А., Громова С. Н., Чернова В. Л., Кравченко Н. С. Хлебопекарные качества зерна озимой мягкой пшеницы в условиях юга Ростовской области 33

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

- Мясникова М. Г., Мальчиков П. Н., Шаболкина Е. Н., Анисимкина Н. В., Розова М. А., Чахеева Т. В. Результаты селекции твердой пшеницы в России на содержание каротиноидных пигментов в зерне 37
- Головко С. Г., Калинин Н. В., Яцына А. А., Вожжова Н. Н., Ионова Е. В. Изучение способности к андрогенезу в культуре пыльников озимой мягкой пшеницы 41
- Игнатиев С. А., Регидин А. А., Грязева Т. В., Горюнов К. Н. Динамика изменения твердосемянности сортов люцерны в зависимости от сроков хранения семян 46
- Костылев П. И., Тесля Ю. П., Балукова Э. С. Влияние репродукций семян на структуру урожайности риса 50
- Купрейшвили Н. Т., Вожжова Н. Н., Марченко Д. М., Ионова Е. В. Выявление гена короткостебельности Rht-B1 в образцах озимой мягкой пшеницы 55
- 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 60
- Ионова Е. В., Скворцова Ю. Г., Филенко Г. А., Фирсова Т. И. Травмирование семян озимой мягкой пшеницы как показатель снижения ее посевных качеств 68

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

- Шишкин Н. В., Дерова Т. Г., Дорошенко Е. С., Павленко О. С. Выявление источников устойчивости озимого ячменя к каменной головне 72

GRAIN ECONOMY OF RUSSIA

Contents

GENERAL AGRICULTURE AND PLANT-BREEDING

- Alabushev A. V., Kopus M. M., Makarova T. S. Soft wheat: quality of flour and grain, price 3
- Ashiev A. R., Khabibullin K. N., Skulova M. V. Agroecological estimation of the new soybean lines developed in the Agricultural Research Center "Donskoy" 7
- Ivanisov M. M., Marchenko D. M., Nekrasov E. I., Rybas I. A., Grichanikova T. A., Romanyukina I. V., Kravchenko N. S. The study results of the winter soft wheat varieties of various ecological and geographical origin in the south of the Rostov region 12
- Ionova E. V., Likhovidova V. A., Lobunskaya I. A. Drought and hydrothermal humidity factor as one of the criteria to estimate its intensity degree (literature review) 18
- Ovsyannikova G. V., Metlina G. V., Vasilchenko S. A. Comparative bioenergy estimation of field crop rotations using perennial and annual grasses in the Rostov region 23
- Popov A. S. The sowing date of winter durum wheat 28
- Skripka O. V., Podgorny S. V., Samofalov A. P., Nekrasova O. A., Gromova S. N., Chernova V. L., Kravchenko N. S. Baking properties of winter soft wheat grain grown in the south of the Rostov region 33

PLANT-BREEDING AND SEED-GROWING OF AGRICULTURAL CROPS

- Myasnikova M. G., Malchikov P. N., Shabolkina E. N., Anisimkina N. V., Rozova M. A., Chakheeva T. V. The results of durum wheat breeding in Russia for carotenoid pigments content in kernels 37
- Golovko S. G., Kalinina N. V., Yatsyna A. A., Vozzhova N. N., Ionova E. V. The study of the ability to androgenesis in the winter soft wheat anthers 41
- Ignatiev S. A., Regidin A. A., Gryazeva T. V., Goryunov K. N. Dynamics of alfalfa seed hardness change depending on the seed storage time 46
- Kostylev P. I., Teslya Yu. P., Balyukova E. S. The effect of seed reproduction on rice yield structure 50
- Kupreyshvily N. T., Vozzhova N. N., Marchenko D. M., Ionova E. V. Identification of short-stem gene Rht-B1 in the winter soft wheat samples 55
- Samofalova N. E., Ilichkina N. P., Dubinina O. A., Ionova E. V., Makarova T. S., Kostylenko O. A., Kameneva A. S., Kravchenko N. S. "Eyrena" is a winter durum wheat variety adapted to the abiotic and biotic factors of environment 60
- Ionova E. V., Skvortsova Yu. G., Filenko G. A., Firsova T. I. Injury of winter soft wheat seeds as an indicator of reducing its sowing traits 68

PLANT PROTECTION

- Shishkin N. V., Derova T. G., Doroshenko E. S., Pavlenko O. S. Identification of sources of winter barley resistance to smut (*Ustilago hordei*) 72

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 633.112.631.52.581.19

DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-3-6

МЯГКАЯ ПШЕНИЦА: КАЧЕСТВО МУКИ, ЗЕРНА И ЦЕНА

А. В. Алабушев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, директор, ORCID ID: 0000-0001-5675-1021;

М. М. Копусь, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ORCID ID: 0000-0001-8824-1033;

Т. С. Макарова, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-2286-637X
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Российская Федерация в последние годы стабильно входит в число ведущих мировых производителей зерна. По экспорту зерна пшеницы она уже в лидерах. Российское зерно пшеницы на мировом рынке привлекает своей ценой и качеством. А как ценится высококачественная мука пшеницы на внутреннем рынке – в сетевых маркетах? Для исследований были куплены образцы муки в сетевых маркетах «Магнит», «Рекорд» и SuperU (Франция для сравнения), а также муки местного производства АО «Учхоз Зерновое» (г. Зерноград). О качестве муки мы не только судили по сведениям, указанным на пакетах, но и провели свои лабораторные оценки (белок, SDS-седиментация, проламины зерна). Результаты исследований показали, что белка в муке фактически было больше на 0,3–2,9% (кроме Farine de ble T-65), что в пересчете на зерно (шрот) это соответствовало 1–3-му классу. По SDS-седиментации все образцы муки соответствовали показателям «сильных» и «ценных» пшениц, кроме ржаной муки и специального продукта – Пудовь (французский рецепт). Глиадины у изученных образцов имели оценку «хороший» и «+», «-». Следовательно, разная цена на муку хлебопекарную высшего сорта формировалась исходя не только из ее качества, но и с учетом известности бренда (МАКФА, Пудовь), а также с учетом спроса и предложений и отличалась почти в два раза: Петровские Нивы – 22,45; МАКФА – 42,90 руб/кг.

Ключевые слова: мука хлебопекарная, качество муки и зерна, цена, бренд, спрос и предложения.

Для цитирования: Алабушев А. В., Копусь М. М., Макарова Т. С. Мягкая пшеница: качество муки, зерна и цена // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 3–6. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-3-6.



SOFT WHEAT: QUALITY OF FLOUR AND GRAIN, PRICE

A. V. Alabushev, Doctor of Agricultural Sciences, professor, academician of RAS, director, ORCID ID: 0000-0001-5675-1021;

M. M. Kopus, Doctor of Biological Sciences, leading researcher of the laboratory of biochemical estimation of breeding material and grain quality, ORCID ID: 0000-0001-8824-1033;

T. S. Makarova, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory of winter durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-2286-637X
Agricultural Research Center “Donskoy”,
347740, Rostov region, Zemograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

In recent years the Russian Federation is among the world's leading grain producers. The country is considered a world leader in export of wheat. Russian wheat in the world market attracts with its price and quality. How is high-quality wheat flour valued in the domestic market, in multiple shops? To study the problem, there were purchased flour samples in such multiple shops as Magnit, Record and SuperU (France), as well as flour of local production in AO “Uchkhov Zernovoye” (Zemograd). We evaluated flour quality not only according to the information indicated on the packages, but also there were conducted analysis in our own laboratory (on protein percentage, SDS sedimentation, grain prolamins). The study results showed that protein content in flour was actually more by 0.3–2.9% (except “Farine de ble T-65”), which in terms of grain (cake meal) corresponded to grain of 1–3 class. According to SDS-sedimentation, all flour samples corresponded to the traits of “strong” and “valuable” wheat, except for rye flour and a special product “Pudov (French recipe)”. The gliadins in the studied samples were rated as “good” and “+”, “-”. Consequently, the price of premium baking flour was formed not only due to its quality, but also according to the brand's popularity (“MAKFA”, “Pudov”), according to supply and demand, and it sometimes differs twofold e. g. “Petrovsky niva” costs 22.45 rubles per kg., “MAKFA” costs 42.90 rubles per kg.

Keywords: baking flour, quality of flour and grain, price, brand, supply and demand.

Введение. За годы царствования Николая II Российская империя удвоила производство зерна и заняла первое место в мире. Современная Российская Федерация в последние годы уже входит в число ведущих мировых производителей зерна, причем по экспорту зерна пшеницы она в лидерах. На мировом рынке российское зерно пшеницы привлекает своей ценой и качеством. А как ценится высококачественная мука из зерна пшеницы на внутреннем рынке – в сетевых маркетах?

Цель исследований – выяснить, почему мука одного сорта «мука хлебопекарная высшего сорта», имеющая по ГОСТу одинаковое качество, у разных производителей в сетевых маркетах (магазинах) стоит по-разному.

Материалы и методы исследований. Для получения сведений о качестве муки и зерна, из которого она была получена, использовали сведения, указанные на пакетах, а также результаты лабораторных оценок муки и шрота по содержанию белка (Беркутов,

1991; Ионова и др., 2017), SDS-седиментации (Ионова и др., 2017; Самофалова, 2014; Самофалова и др., 2018) и генетическому полиморфизму проламинов (Кравченко и др., 2018).

Для исследований взяли образцы муки высшего сорта, купленные в России в сетевых маркетах «Магнит», «Рекорд» и SuperU (Франция для сравнения), а также муки местного производства АО «Учхоз Зерновое» (г. Зерноград) (табл. 1).

Результаты и их обсуждение. Из представленных в таблице 1 исходных данных (на пакетах) видно,

что, хотя мука пшеничная высшего сорта произведена в различных по климатическим условиям регионах России, качество у нее примерно равное и соответствует требованиям ГОСТа. Однако цена за 1 кг изделия существенно отличается. Самую дешевую муку производят в Ставрополе и Рязани, затем следуют Ростов-на-Дону (г. Зерноград), Липецк, Саратов, Таганрог, Краснодар, Челябинск. Мука Пудовь (французский рецепт) и сама Farine de ble Туре-65, купленные в SuperU (Франция), оказались и самыми дорогими.

1. Исходные показатели муки хлебопекарной высшего сорта, произведенной в различных регионах РФ

1. Initial traits of premium baking flour produced in various regions of the Russian Federation

№ п/п	Образец, ГОСТ Р 52189-2003	Углеводы, г	Белки, г	Жиры, г	Место происхождения	Цена в руб. за 1 кг	%	Место	Мука, продукт
1	АО «Учхоз Зерновое»	69,0	11,0	1,5	г. Зерноград (Ростовская область)	25	100	3	1
2	Выселки	70,0	11,0	1,5	Краснодарский край	38	152	7	–
3	Пудовь	70,0	10,0	1,0	г. Таганрог (Ростовская область)	35,95	144	6	–
4	Петровские Нивы	68,9	10,3	1,1	Ставропольский край	22,45	90	1	–
5	Пудовь (французский рецепт)	69,0	11,0	1,0	г. Таганрог (Ростовская область)	55,95	224	9	–
6	Крупнов	70,0	10,3	1,1	Саратовская область	31,95	128	5	–
7	МАКФА	70,6	10,3	1,1	Челябинская область	42,90	172	8	–
8	Подгорненская	70,0	10,0	1,5	Липецкая область	30	120	4	–
9	Мука в/с Рязань	69,0	10,0	1,1	Рязанская область	23,45	94	2	–
10	Farine de ble T-65	69,0	13,0	0,9	Франция	79	316	10	–
11	Ржаная мука, ГОСТ Р 5209-2007	61,0	8,9	1,69	Россия	22,45	90	–	–
12	Изделия макаронные из муки в/с, ГОСТ 31743	71,5	10,4	1,1	г. Москва	30	120	–	2
13	Хлеб в/с, ГОСТ 31752, подовый	54,0	8,0	1,5	Юг Руси г. Ростов-на-Дону	48	192	–	3
14	Зерно мягкой пшеницы 3-го класса, ГОСТ Р 52554-2006	–	12,0	–	Россия (Ростовская область)	10	40	–	–

Любопытно и то, что изделия из муки высшего сорта могут быть дешевле самой муки, произведенной, например, в Челябинске. Ржаная мука была дешевле пшеничной, а вот хлеб из нее, как правило, дороже пшеничного (рис.).

Возникает вопрос, почему мука высшего сорта, имеющая одинаковые показатели качества (указано на пакетах), существенно отличается по цене, даже если она выращена и произведена рядом с маркетом?

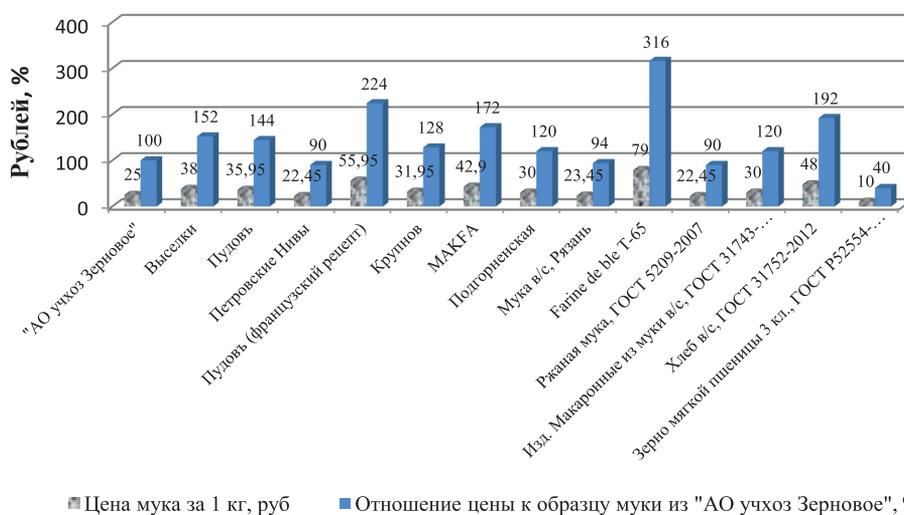


Рис. Цена продовольственного зерна, муки хлебопекарной, макаронных и хлебобулочных изделий (февраль 2019 г.) и отношение к цене муки АО «Учхоз Зерновое»

Fig. Price on food grain, baking flour, pasta and bakery products (February 2019) and its ratio to the price of AO "Uchkhov Zernovoye" flour

Возможно, фактическое качество такой муки выше, чем указано на пакете. Мы решили проверить эту версию: оценили муку по содержанию белка, SDS-седиментации (косвенный показатель силы муки) и сравнили электрофореграммы глиадинов, которые дают представление о наследственных характеристиках сортов, из которых была получена мука высшего сорта, в том числе брендовых производителей.

Полученные данные свидетельствуют, что фактическое содержание белка в муке выше у всех проанализированных образцов (табл. 2) в сравнении

с указанными на упаковочных пакетах. А если фактическое содержание белка пересчитать на содержание белка в зерне (шроте), то можно узнать, из какого зерна по качеству была получена мука высшего сорта. Как видно из таблицы 2, все образцы муки высшего сорта были изготовлены из зерна 1–2-го класса (сильная, ценная пшеница), кроме Farine de ble T-65 и Ржаная мука. По SDS-седиментации слабыми оказались образцы Пудовь (французский рецепт) и Ржаная мука. По глиадинам все образцы муки высшего сорта и Farine de ble T-65 имели хорошую оценку.

2. Качество муки высшего сорта и зерна, из которого ее получают, по ГОСТу (на пакетах) и по лабораторным оценкам
2. Quality of premium baking flour and grain from which it is obtained according to GOST (on packages) and according to laboratory estimation

Образец	Содержание белка г, %				SDS-седиментация, мл				Глиадин						оценка
	Мука, ГОСТ (пакет)	Мука в лаборатории Кельдаля	В зерне (шрот) + 1,6%	Класс	В муке + 15 мл	В шроте	Балл	Сильная (С) Ценная (Ц) Слабая (Сл)	1А	1В	1D	6А	6В	6D	
АЧИИ АО «Учхоз Зерновое»	11,0	11,3	12,9	2	72	57	4	С	3+4	7+1	7	1+3	1	1+2	Хор+
Выселки	11,0	12,5	14,1	1	66	51	3	Ц	4	1+2+3	1+7	1+3	1	1	Хор–
Пудовь	10,0	12,9	14,5	1	65	50	3	Ц	4+5	1	4+7	1	1	1	Хор+
Петровские Нивы	10,3	11,3	12,9	2	70	55	4	С	3+4	1+3	4+7	1+3	2	1+2	Хор
Пудовь (французский рецепт)	11,0	11,5	13,1	2	52	37	1	Сл	3+4	1	7	1	1	1	Хор+
Farine de ble T-65	13,0	10,0	11,6	3	66	51	3	Ц	12	1	2	1	1	1	Хор
Ржаная мука, ГОСТ Р 5209-2007	8,9	10,6	12,2		30	30	1	Сл	4	3н	–	?	Н	–	–
МАКФА	10,3	12,9	14,5	1	85	70	5	С	5	4	2	1	1	1	Хор+

Выводы. Сравнительная оценка муки хлебопекарной высшего сорта различных производителей показала, что фактическое качество у нее выше, чем отмечено на пакетах (ГОСТ). Белка было больше на 0,3–2,9% (кроме Farine de ble T-65), что в пересчете на зерно (шрот) это соответствовало 1–3-му классу. По SDS-седиментации все образцы муки соответствовали показателям «сильных» и «цен-

ных» пшениц, кроме Ржаной муки и специального продукта – Пудовь (французский рецепт). Глиадины у всех изученных образцов имели оценку «хороший» и «+», «–». Следовательно, цена на муку высшего сорта формировалась исходя не только из ее качества, но с учетом известности бренда (МАКФА, Пудовь), а также с учетом спроса и предложений.

Библиографические ссылки

1. Беркутов Н. С. Методы оценки и формирования качества зерна. М.: Роспромиздат, 1991. 206 с.
2. Ионова Е. В., Кравченко Н. С., Игнатьева Н. Г. и др. Технологическая оценка зерна сортов и линий озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2017. № 6(54). С. 16–21.
3. Копусь М. М. Полиморфизм белков зерна и селекция озимой пшеницы. Ростов н/Д., 1998. 48 с.
4. Кравченко Н. С., Лиховидова В. А., Скрипка О. В. Качество зерна и засухоустойчивость сортов озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 52–66.
5. Самофалова Н. Е., Авраменко М. А., Самофалов А. П., Иличкина Н. Е. Селекционно-генетические подходы в оценке перспективности гибридных популяций озимой твердой пшеницы на качество // Зерновое хозяйство России. 2018. № 6(60). С. 41–46.
6. Самофалова Н. Е., Копусь М. М., Скрипка О. В. и др. SDS-седиментация в поэтапной оценке селекционного материала озимой пшеницы по качеству зерна. Ростов н/Д.: Книга, 2014. 32 с.

References

1. Berkutov N. S. Metody ocenki i formirovaniya kachestva zerna [Methods for estimation and shaping of grain quality]. M.: Rospromizdat, 1991. 206 s.
2. Ionova E. V., Kravchenko N. S., Ignat'eva N. G. i dr. Tekhnologicheskaya ocenka zerna sortov i linij ozimoy myagkoj pshenicy selekcii FGBNU "ANC "Donskoj" [Technological estimation of winter soft wheat varieties and lines developed by the FSBSI "ARC "Donskoj"] // Zernovoe hozayjstvo Rossii. 2017. № 6(54). S. 16–21.
3. Kopus' M. M. Polimorfizm belkov zerna i selekciya ozimoy pshenicy [Polymorphism of grain proteins and winter wheat breeding]. Rostov n/D., 1998. 48 s.
4. Kravchenko N. S., Lihovidova V. A., Skripka O. V. Kachestvo zerna i zasuhoustojchivost' sortov ozimoy myagkoj pshenicy [Grain quality and drought tolerance of the winter soft wheat varieties] // Zernovoe hozayjstvo Rossii. 2018. № 1(55). S. 52–66.

5. Samofalova N. E., Avramenko M. A., Samofalov A. P., Ilichkina N. E. Selekcijno-geneticheskie podhody v ocenke perspektivnosti gibridnyh populyacij ozimoj tvrdoj pshenicy na kachestvo [Breeding and genetic approaches to the estimation of quality prospects of winter durum wheat hybrids] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2018. № 6(60). S. 41–46.

6. Samofalova N. E., Kopus' M. M., Skripka O. V. i dr. SDS-sedimentaciya v poetapnoj ocenke selekcionnogo materiala ozimoj pshenicy po kachestvu zerna [SDS-sedimentation in a phased evaluation of winter wheat breeding material according to grain quality]. Rostov n/D.: Kniga, 2014. 32 s.

Поступила: 10.09.19; принята к публикации: 15.10.19.

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. Алабушев А. В. – концептуализация исследования; Копусь М. М., Макарова Т. С. – подготовка лабораторных опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

УДК 633.34:631.52

DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-7-11

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НОВЫХ ЛИНИЙ СОИ СЕЛЕКЦИИ АГРАРНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА «ДОНСКОЙ»

А. Р. Ашиев, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, arkady.ashiev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2101-2321;
К. Н. Хабибуллин, младший научный сотрудник, аспирант лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, kira1992k@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4136-1649;
М. В. Скулова, агроном, povolotskaya68@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7382-4703
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Представлен материал по агроэкологической оценке новых линий сои селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». В результате конкурсного сортоиспытания в 2017–2019 гг. были отобраны 5 линий среднеранней группы спелости с периодом вегетации до 120 дней, превысивших стандарт Дон 21 по урожайности семян. Метеоусловия в годы исследований по температурному и водному режимам были различны, что позволило оценить линии в контрастных условиях возделывания. Статистическая обработка данных проведена методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (2012). Агроэкологическую оценку новых линий сои проводили по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell (1984) и по методике В. В. Хангильдина (1984). На основании проведенных исследований по агроэкологической оценке выделены линии Л-1016 и Л-1017, отличающиеся стабильностью урожайности, и линии Л-1001, Л-1012 и Л-1013, отзывчивые на улучшение агрофона. Выделенные линии сои Л-1016 и Л-1017 будут использованы в дальнейшей селекционной работе в качестве источников пластичности, а линии Л-1001, Л-1012 и Л-1013 – для создания сортов интенсивного типа. Сравнивая затратность времени, необходимость наличия вычислительной техники на проведение расчетов по методикам агроэкологической оценки, предложенным S. A. Eberhart с W. A. Russell и В. В. Хангильдиным, делаем вывод, что первая более трудоемка. А также по первой методике показатели агроэкологической оценки необходимо пересчитывать в случае изменения количества образцов, так как они влияют на конечный результат расчетов, что никак не сказывается по второй. Рекомендуется в селекционной практике при большом количестве селекционного материала для агроэкологической оценки использовать методику, предложенную В. В. Хангильдиным, для ускорения математических вычислений.

Ключевые слова: соя, сорт, линия, урожайность, экологическая пластичность, гомеостатичность, стрессоустойчивость, генетическая гибкость, селекционная ценность.

Для цитирования: Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н., Скулова М. В. Агроэкологическая оценка новых линий сои селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 7–11. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-7-11.



AGROECOLOGICAL ESTIMATION OF THE NEW SOYBEAN LINES DEVELOPED IN THE AGRICULTURAL RESEARCH CENTER “DONSKOY”

A. R. Ashiev, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of legumes breeding and seed production, arkady.ashiev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2101-2321;
K. N. Khabibullin, junior researcher of the laboratory of legumes breeding and seed production, a postgraduate, kira1992k@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4136-1649;
M. V. Skulova, agronomist, povolotskaya68@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7382-4703
Agricultural Research Center “Donskoy”,
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current paper has presented a material on agroecological estimation of the new soybean lines developed in the Agricultural Research Center “Donskoy”. As a result of the competitive variety testing in 2017–2019, five soybean lines of the middle-early ripening group were selected with a vegetation period less than 120 days, exceeding the standard variety “Don 21” in seed productivity. The temperature and water conditions during the years of study were different, which allowed evaluating the lines in contrasting cultivation conditions. Statistical data processing was carried out by B. A. Dospikhov’s analysis of variance (2012). Agroecological estimation of the new soybean lines was carried out according to S. A. Eberhart and W. A. Russell’s method (1984) and according to V. V. Khangildin’s method (1984). Based on the conducted study, there were identified the lines “L-1016” and “L-1017”, which are characterized by stable productivity, and the lines “L-1001”, “L-1012” and “L-1013” which are responsive to the improvement of the agricultural background. The identified soybean lines “L-1016” and “L-1017” will be used in future breeding as the sources of adaptability, and the lines “L-1001”, “L-1012” and “L-1013” to develop varieties of intensive type. Comparing the time cost, the need for computer technology to carry out calculations according to the methods of agroecological estimation proposed by S. A. Eberhart / W. A. Russell and V. V. Khangildin, the first method is more labor-intensive. According to the first method, the indicators of agroecological estimation must be recalculated if the number of samples changes, since they affect the final result of the calculations, but the second method does not need it. It has been recommended when working with a large number of breeding material to use the method proposed by V. V. Khangildin to speed up math calculations in agroecological estimation.

Keywords: soybean, variety, line, productivity, ecological adaptability, homeostaticity, stress resistance, genetic flexibility, breeding value.

Введение. Соя – ценнейшая белково-масличная культура в мировом земледелии. В ее семенах содержится 36–41% белка, 19–22% масла и до 30% углеводов. Кроме того, в составе семян сои находятся такие

полезные вещества, как витамин А, витамины группы В (В1, В2, РР, В4, В5, В6, В9), витамины С, Е, Н, а также элементы натрия, кальций, магний, калий, фосфор, железо, йод, бор, цинк (Васякин, 2002).

В последние годы наблюдается увеличение посевных площадей сои. По данным Росстата, в 2019 г. в России эту культуру высевали на 3,04 млн га, показывая повышение посевных площадей за год на 3,1%. А за период с 2001 г. посевные площади увеличились в 6,3 раза (сельхозпортал.рф).

Для значительного увеличения производства семян сои необходимо создание высокоурожайных сортов, формирующих продукцию хорошего качества. Соевый протеин рассматривается как высококачественное и недорогое решение проблемы белкового дефицита во всем мире. Соя обладает в различной степени адаптивность к разнообразным условиям возделывания и возделывается на всех континентах: от 60° ю. ш. до 60° с. ш., т. е. на 2/3 географической части нашей планеты (Лукомец, 2013).

Главной оценкой каждого сорта является урожайность. Под урожайностью мы понимаем результат проявления всех биологических свойств сортов в конкретных условиях года, а также проявления адаптивных свойств, их пластичности и стабильности (Катюк, 2014; Игнатъев, 2019). В связи с этим возникают требования, предъявляемые к новым сортам: энергоэкономичность, экологичность, безопасность возделывания (Филиппов, 2018).

Цель исследований – дать агроэкологическую оценку новым линиям сои селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Материалы и методы исследований. Полевые исследования проводили в ФГБНУ «АНЦ «Донской», расположенном в южной зоне Ростовской области, в течение 3 лет (2017–2019 гг.). По данным зональных систем земледелия Ростовской области (2013), климат зоны – континентальный, с неустойчивым увлажнением, характеризуется среднегодовой температурой воздуха 8,4–9,2 °С, суммой температуры воздуха свыше 10 °С – 3200–3400 °С, продолжительность безморозного периода – 175–185 дней. Количество осадков за год – 341–417 мм, из них в теплое время года – 180–235 мм.

Почвенный покров представлен обыкновенным черноземом (предкавказским карбонатным). Мощность гумусового горизонта – до 140 см. Содержание гумуса в пахотном слое – 3,2%; подвижного фосфора в пределах 20–23 мг/кг; обменного калия – 300–380 мг/кг почвы.

Предшественник – озимая пшеница. Посев конкурсного сортоиспытания проводили сеялкой ССФК-7 с нормой высева – 400–450 тыс. всхожих семян на 1 га с шириной междурядий 45 см в оптимальные сроки (Васильченко, 2018). Делянки – трехрядковые. Площадь делянки – 20 м². Повторность – четырехкратная. Уборку проводили прямым комбайнированием селекционным комбайном Wintersteiger Classic.

Исследования по конкурсному испытанию перспективных линий сои проводились в 2017–2019 гг. в соответствии с методическими указаниями ВИР по изучению зернобобовых культур (1975), методикой Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1985) и методикой полевого опыта (2012). Объектами исследований были новые линии среднеранней (110–120 дней) группы спелости, выведенные в лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур ФГБНУ «АНЦ «Донской». Стандарт – районированный среднеранний сорт Дон 21.

Статистическую обработку результатов исследований проводили методом дисперсионного анализа (Доспехов, 2012). Адаптивные свойства новых линий сои определяли по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell в изложении В. А. Зыкина (1984).

Гомеостатичность (H_{om}) урожайности линий сои определяли по методике В. В. Хангильдина (1984) с учетом следующих параметров: стрессоустойчивость ($x_{lim} - x_{opt}$), генетическая гибкость $((x_{opt} + x_{lim})/2)$, коэффициент вариации ($V_c, \%$), селекционная ценность ($S_c = x \cdot (x_{lim}/x_{opt})$).

Метеорологические условия в годы исследований отличались нестабильностью в период вегетации, что позволило дать объективную оценку изучаемым линиям исходя из сложившихся внешних условий среды, обусловленных прежде всего гидротермическим режимом.

В 2017 г. общее количество осадков, выпавших за период вегетации, составило 320,7 мм. Осадки выпадали неравномерно, в основном в первой половине вегетации (до цветения), во второй половине вегетации отмечался значительный их дефицит, что в сочетании с низкой относительной влажностью воздуха и неблагоприятными погодными условиями в виде суховея не способствовало полному использованию потенциала растений сои.

В 2018 г. до начала цветения вегетация растений сои проходила в неблагоприятных условиях на фоне повышенных температур и малого количества осадков. Цветение и вторая половина вегетации сои также проходили на фоне повышенной температуры воздуха и пониженной влажности. Это привело к резкому снижению завязываемости, сбрасыванию завязей и бобов, что отрицательно повлияло на формирование урожайности сои.

В 2019 г. за период вегетации водный и температурный режимы были неравномерными. Так, выпавшие осадки максимально приходились на май (86,4 мм) и июль (71,4 мм). Приходящиеся на июль осадки и нежаркая погода положительно повлияли на формирование урожая, так как в это время проходили закладка и формирование репродуктивных органов растения сои.

Результаты и их обсуждение. Для возделывания в условиях Ростовской области рекомендуются сорта, относящиеся к среднеранней группе спелости и имеющие период вегетации до 120 дней. Сорта, имеющие больший период вегетации, создают трудности при уборке, связанные с осадками, которые отодвигают доведение зерна сои до технической спелости. В связи с этим были отобраны линии с периодом вегетации менее 120 дней (табл. 1).

Для оценки экологической пластичности и гомеостатичности были отобраны 5 линий среднеранней группы спелости, превысившие стандартный сорт Дон 21 по урожайности семян сои (табл. 2).

У отобранных линий сои превышение над стандартом составило от 0,06 до 0,18 т/га в среднем за 2017–2019 гг. исследований. Наибольшее превышение было у линии Л-1012 – на 0,18 т/га при средней урожайности стандарта 1,1 т/га. На 0,13 и 0,12 т/га наблюдалось превышение у линий Л-1013 и Л-1017 соответственно.

Параметры экологической пластичности и гомеостатичности представлены в таблице 3.

Анализ показателя экологической пластичности, проведенный по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell (1984), показал, что линии Л-1016 и Л-1017 обладают высокой стабильностью урожайности, имея показатели экологической пластичности 0,89 и 0,91 соответственно. А сорт Дон 21 и линии Л-1001, Л-1012 и Л-1013 отзывчивы на улучшение агрофона. Также были определены следующие параметры гомеостатичности по методике, предложенной В. В. Хангильдиным (1984): стрессоустойчивость, генетическая гибкость, коэффициент вариации, гомеостатичность

и селекционная ценность. Данные по расчету показателей гомеостатичности, полученные по методике В. В. Хангильдина, показали аналогичные результаты,

что и данные, полученные по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell.

1. Вегетационный период перспективных линий сои среднеранней группы спелости, дней (2017–2019 гг.)
1. A vegetation period of the promising soybean lines of the middle-early ripening group, days (2017–2019)

Сорт, линия	Годы			Среднее
	2017	2018	2019	
Дон 21 (ст.)	119	125	116	120,0
Л-1001	118	114	115	115,7
Л-1012	120	114	118	117,3
Л-1013	121	115	118	118,0
Л-1016	120	115	115	116,7
Л-1017	120	114	119	117,7

2. Урожайность семян перспективных линий сои среднеранней группы спелости, т/га (2017–2019 гг.)
2. Seed productivity of the promising soybean lines of the middle-early ripening group, t/ha (2017–2019)

Сорт, линия	Годы			Среднее	Отклонение от стандарта
	2017	2018	2019		
Дон 21 (ст.)	0,73	1,01	1,55	1,10	–
Л-1001	0,77	1,16	1,56	1,16	+0,06
Л-1012	0,81	1,48	1,56	1,28	+0,18
Л-1013	0,79	1,31	1,57	1,22	+0,12
Л-1016	0,84	1,12	1,52	1,16	+0,06
Л-1017	0,82	1,40	1,47	1,23	+0,13
НСР ₀₅	0,09	0,18	0,16	–	–

3. Параметры экологической пластичности и гомеостатичности перспективных линий сои (2017–2019 гг.)

3. Parameters of ecological adaptability and homeostaticity of the promising soybean lines of the middle-early ripening group (2017–2019)

Сорт, линия	Средняя урожайность за 2017–2019 гг., т/га	Экологическая пластичность (<i>bi</i>)	Стрессоустойчивость, ($x_{lim} - x_{opt}$)	Генетическая гибкость, ($(x_{opt} + x_{lim})/2$)	Коэффициент вариации, V, %	Гомеостатичность, H_{om}	Селекционная ценность, S_c
Дон 21 (ст.)	1,10	1,06	-0,82	1,14	30,9	4,35	0,52
Л-1001	1,16	1,04	-0,79	1,16	27,7	5,32	0,57
Л-1012	1,28	1,05	-0,75	1,18	26,2	6,54	0,67
Л-1013	1,22	1,06	-0,78	1,18	26,4	5,96	0,62
Л-1016	1,16	0,89	-0,68	1,18	23,9	7,16	0,64
Л-1017	1,23	0,91	-0,65	1,14	23,6	8,03	0,69

Анализ взаимосвязей между этими методиками по агроэкологической оценке новых линий сои выявил высокие корреляционные связи между показателем экологической пластичности по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell с показателями стрессоустойчивости (-0,92), коэффициентом вариации (0,78) и гомеостатичности (-0,79), рассчитанными по методике, предложенной В. В. Хангильдиным (рис. 1).

Сравнивая затратность времени, ресурсов в виде наличия вычислительной техники на проведение расчетов по методикам агроэкологической оценки, предложенным S. A. Eberhart с W. A. Russell

и В. В. Хангильдиным, делаем вывод, что первая более трудоемка, чем вторая. К тому же по первой методике показатели агроэкологической оценки необходимо пересчитать в случае изменения количества образцов, так как они влияют на конечный результат расчетов, что никак не влияет во второй методике.

Таким образом, методика, предложенная В. В. Хангильдиным, позволяет оценить на экологическую пластичность с высокой достоверностью с проведением небольших математических вычислений по показателям стрессоустойчивости, коэффициенту вариации и гомеостатичности.

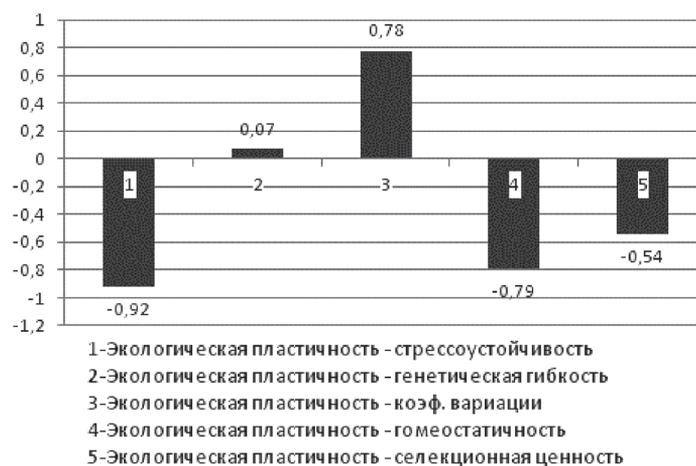


Рис. Корреляционные связи показателей агроэкологической оценки урожайности сои
Fig. Correlation of the indicators of agroecological estimation of soybean productivity

Выводы

1. На основании проведенных исследований в 2017–2019 гг. по агроэкологической оценке новых линий сои были выделены линии Л-1016 и Л-1017, отличающиеся стабильностью урожайности, и линии Л-1001, Л-1012 и Л-1013, отзывчивые на улучшение агрофона.

2. Выделенные линии сои Л-1016 и Л-1017 будут использованы в дальнейшей селекционной работе

в качестве источников пластичности, а линии Л-1001, Л-1012 и Л-1013 – для создания сортов интенсивного типа.

3. Рекомендуется в селекционной практике при большом количестве селекционного материала и ускоренной агроэкологической оценке использовать методику, предложенную В. В. Хангильдиным.

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. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-9-13.
2. Васякин Н. И. Зернобобовые культуры в западной Сибири. Новосибирск, 2002. 184 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): 5-е изд., доп. и перераб. М.: Книга по Требованию, 2012. 352 с.
4. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы. Ч. I. Ростов н/Д., 2013. 248 с.
5. Игнатъев С. А., Регидин А. А. Оценка параметров адаптивности коллекционных образцов эспарцета // Зерновое хозяйство России. 2019. № 3(63). С. 53–58. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-63-3-53-58.
6. Катюк А. Н., Зубков В. В. Оценка адаптивности сортов сои разных агроэкоотипов // Известия Самарского НЦ РАН. 2014. № 5. С. 1140–1142.
7. Лукомец В. М. Соя в России – действительность и возможность. Краснодар, 2013. 100 с.
8. Сельхозпортал.рф [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://сельхозпортал.рф/analiz-posevnyh-ploshhadej/?area=16>.
9. Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Брагин Р. Н. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов и линий озимого ячменя // Зерновое хозяйство России. 2018. № 2(56). С. 11–13. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-56-2-10-13.
10. Хангильдин В. В., Бирюков С. В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях // Генетико-цитологические аспекты в селекции с.-х. растений. 1984. № 1. С. 67–76.

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 date on productivity of soybean varieties developed by the ARC "Donskoj" in the south of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 6(60). S. 9–13. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-9-13.
2. Vasyakin N. I. Zernobobovye kul'tury v zapadnoj Sibiri [Legumes in Western Siberia]. Novosibirsk, 2002. 184 s.
3. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of research results)]: 5-e izd., dop. i pererab. M.: Kniga po Trebovaniyu, 2012. 352 s.
4. Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoj oblasti na 2013–2020 gody [Zonal farming systems of the Rostov Region for 2013–2020]. Ch. I. Rostov n/D., 2013. 248 s.
5. Ignat'ev S. A., Regidin A. A. Ocenka parametrov adaptivnosti kollekcionnyh obrazcov esparceta [The estimation of adaptability parameters of the collection samples of sainfoin] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 3(63). S. 53–58. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-63-3-53-58.
6. Katyuk A. N., Zubkov V. V. Ocenka adaptivnosti sortov soi raznyh agroekotipov [The adaptability assessment of soybean varieties of different agroecotypes] // Izvestiya Samarskogo NC RAN. 2014. № 5. S. 1140–1142.
7. Lukomec V. M. Soya v Rossii – dejstvitel'nost' i vozmozhnost' [Soybean in Russia: reality and opportunities]. Krasnodar, 2013. 100 s.

-
8. Sel'hozportal.rf [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://sel'hozportal.pf/analiz-posevnyh-ploshhadej/?area=16>.
9. Filippov E. G., Doncova A. A., Bragin R. N. Ocenka ekologicheskoy plastichnosti i stabil'nosti sortov i linij ozimogo yachmenya [The assessment of ecological plasticity and stability of winter barley varieties and lines] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 2(56). S. 11–13. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-56-2-10-13.
10. Hangil'din V. V., Biryukov S. V. Problema gomeostaza v genetiko-selekcionnyh issledovaniyah [The problem of homeostasis in genetic breeding research] // Genetiko-citologicheskie aspekty v selekcii s.-h. rastenij. 1984. № 1. S. 67–76.

Поступила: 28.10.19; принята к публикации: 12.11.19.

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. – 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.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ РАЗЛИЧНОГО ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЮГА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

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

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

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

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

Т. А. Гричаникова, агроном, ORCID ID: 0000-0002-6973-8535;

И. В. Романюкина, техник-исследователь лаборатории озимой пшеницы полуинтенсивного типа, ORCID ID: 0000-0002-8679-7844;

Н. С. Кравченко, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией 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

Увеличение производства зерна – важнейшая общемировая задача. В ее решении огромную роль играет внедрение в производство новых высокопродуктивных сортов ведущей зерновой культуры – озимой пшеницы. В данной статье представлены результаты изучения 80 сортов озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения. Повышение морозо-, зимостойкости создаваемых генотипов озимой мягкой пшеницы и сегодня, и в ближайшем будущем – одно из главных направлений селекционной работы. Сохранность растений сортов озимой мягкой пшеницы, выделившихся по урожайности, при температуре проморозки -19°C изменялась от 0,0 до 78,3%. Самой высокой морозостойкостью из изучаемых образцов обладали сорта селекции АНЦ «Донской» Капризуля, Лилит, Жаворонок, Лидия, Краса Дона, Полина, Вольница и Вольный Дон – 57–78,3% живых растений. Урожайность образцов в 2015–2017 гг. варьировала от 6,36 до 8,90 т/га. Достоверно ($\text{НСР}_{05} = 0,64$ т/га) превысили стандарт Дон 107 по данному признаку 16 из 80 изучаемых сортов. Урожайность лучших образцов варьировала от 8,14 (СО 911) до 8,90 т/га (Лауреат). Биологическая урожайность сортов озимой мягкой пшеницы изменялась от 8,37 до 9,07 т/га; превышение над стандартом составило от 0,67 (СО 911) до 1,37 т/га (Лауреат). Стоит отметить, что коэффициент корреляции фактической и биологической урожайности составил $0,84 \pm 0,06$. В результате настоящих исследований были выделены генотипы, сочетающие в себе высокую продуктивность, качество зерна и устойчивость к низким отрицательным температурам: Лидия, Вольница и Жаворонок.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, сорт, урожайность, элементы структуры, качество зерна, морозостойкость.

Для цитирования: 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. № 6(66). С. 12–17. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-12-17.



THE STUDY RESULTS OF THE WINTER SOFT WHEAT VARIETIES OF VARIOUS ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL ORIGIN IN THE SOUTH OF THE ROSTOV REGION

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

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

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

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

T. A. Grichanikova, agronomist, ORCID ID: 0000-0002-6973-8535;

I. V. Romanyukina, technician-researcher of the laboratory of the breeding and seed production of half-intensive winter wheat, ORCID ID: 0000-0002-8679-7844;

N. S. Kravchenko, Candidate of Biological Sciences, researcher, head of the laboratory of bio-chemical estimation of breeding material and grain 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

The improvement of grain production is the most important global task. The introduction of new highly productive varieties of the leading grain crop, winter wheat, plays a huge role in its solution. The paper presents the study results of 80 winter soft wheat

varieties of various ecological and geographical origin. Frost and winter resistance rise of the developed winter soft wheat genotypes today and in the nearest future is one of the main directions of breeding work. The preservation of highly productive winter soft wheat varieties varied from 0.0% to 78.3% at a freezing temperature of -19°C . The varieties "Kaprizulya", "Lilit", "Zavoronok", "Lydia", "Krasa Dona", "Polina", "Volnitsa" and "Volny Don", developed in the Agricultural Research Center "Donskoy" have the highest frost resistance among the studied samples, they preserved 57.0 ... 78.3% of living plants. Grain productivity of the samples ranged from 6.36 to 8.90 t/ha in 2015–2017. The 16 out of 80 studied varieties reliably ($\text{HCP}_{05} = 0.64$ t/ha) exceeded the standard variety "Don 107" for this trait. Productivity of the best samples ranged from 8.14 t/ha ("CO 911") to 8.90 t/ha ("Laureat"). The biological productivity of winter soft wheat varieties varied from 8.37 to 9.07 t/ha, exceeding the standard variety from 0.67 t/ha ("CO 911") to 1.37 t/ha ("Laureat"). It should be noted that the correlation coefficient of actual and biological productivity was 0.84 ± 0.06 . As a result of the current study, there were identified the genotypes "Lydia", "Volnitsa" and "Zavoronok" combining high productivity, grain quality and resistance to low negative temperatures.

Keywords: winter soft wheat, variety, productivity, structure elements, grain quality, frost resistance.

Введение. Зерновое хозяйство – основа всего сельскохозяйственного производства. От уровня его развития зависят обеспечение населения хлебом, животноводства – концентрированными кормами, промышленности – сырьем, создание необходимых государственных резервов и ресурсов для экспорта (Зюкин, 2018; Некрасова и др., 2019). Озимая мягкая пшеница на Северном Кавказе – основная зерновая культура. Увеличение производства зерна – важнейшая общемировая задача. В ее решении огромную роль играет внедрение в производство новых высокопродуктивных сортов ведущей зерновой культуры – озимой пшеницы (Скрипка и др., 2018).

Цель исследований – выделить сорта озимой мягкой пшеницы, обладающие высокой урожайностью, качеством зерна и устойчивостью к низким отрицательным температурам.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2015–2017 гг. на опытных полях ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской». Материалом для исследований послужили 80 сортов озимой мягкой пшеницы отечественной и зарубежной селекции. Предшественник – кукуруза на зерно. В ка-

честве стандарта использовали сорт Дон 107. Норма высева – 5 млн всхожих зерен на 1 га. Учетная площадь делянки – 10 м². Степень устойчивости сортов озимой мягкой пшеницы к низким отрицательным температурам определяли путем проморозки растений, выращенных в посевных ящиках, в холодильных камерах КТВ-20-002. Содержание белка и клейковины определялось с помощью прибора Spektra Star 2200, величина седиментационного осадка – экспресс-методом оценки селекционного материала озимой пшеницы (Копусь и др., 2010). Обработка полученных данных осуществлялась согласно методике Б. А. Доспехова (2014) с применением компьютерных программ.

Результаты и их обсуждение. Повышение морозо-, зимостойкости создаваемых сортов озимой мягкой пшеницы и сегодня, и в ближайшем будущем – одно из главных направлений селекционной работы. Сохранность растений сортов озимой мягкой пшеницы, выделившихся по урожайности, при температуре проморозки -19°C изменялась от 0,0% до 78,3% (рис. 1).

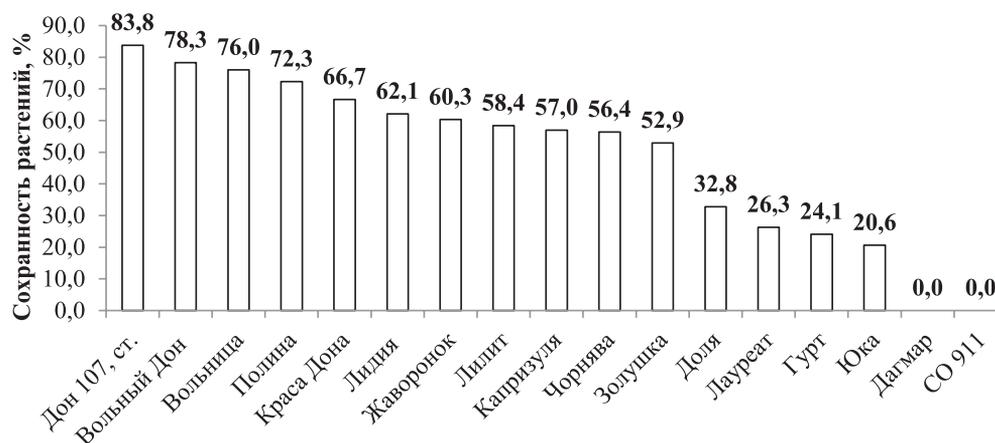


Рис. 1. Сохранность растений сортов озимой мягкой пшеницы, выделившихся по урожайности (2015–2017 гг.)

Fig. 1. Preservation of the highly productive winter soft wheat varieties (2015–2017)

Полную гибель растений после проморозки при температуре -19°C показали сорта французской селекции Дагмар и СО 911. Образцы селекции НЦЗ им. П. П. Лукьяненко Юка, Гурт, Лауреат и Доля сохранили в среднем от 20,6 до 32,8% живых растений. Морозостойкость сорта озимой мягкой пшеницы Золушка (ФРАНЦ) составила 52,9%. Сохранность украинского образца Чорнява находилась на уровне 56,4%. Самой высокой морозостойкостью обладали сорта селекции АНЦ «Донской» Капризуля, Лилит, Жаворонок, Лидия, Краса Дона, Полина, Вольница и Вольный Дон – 57–78,3% живых растений после проморозивания. Коэффициент корреляции между уро-

жайностью и морозостойкостью составил $-0,18 \pm 0,11$, что говорит о слабой обратной связи данных признаков.

Определяющими показателями биологической и фактической урожайности являются продуктивная кустистость, количество продуктивных стеблей на единицу площади, число зерен в колосе, масса зерна с одного колоса и масса 1000 зерен (Петров и Селехов, 2016).

Значение продуктивной кустистости сортов озимой мягкой пшеницы, представленных в таблице 1, изменялось от 1,28 (Доля) до 2,15 (Капризуля).

1. Элементы структуры урожайности сортов озимой мягкой пшеницы (2015–2017 гг.)
1. Yield structure elements of the winter soft wheat varieties (2015–2017)

Сорт	Продуктивная кустистость	Количество продуктивных стеблей, шт/м ²	Масса зерна с колоса, г	Количество зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность, т/га
Дон 107, ст.	1,80	554	1,39	33,3	40,6	7,70
Лидия	1,76	537	1,63	32,5	45,0	8,75
Лилит	1,91	550	1,60	40,8	38,6	8,80
Капризуля	2,15	564	1,58	33,2	43,1	8,91
Краса Дона	2,03	542	1,64	34,8	44,5	8,89
Вольница	2,13	534	1,60	30,8	46,0	8,54
Вольный Дон	2,05	538	1,63	31,5	42,9	8,77
Жаворонок	1,89	528	1,67	32,9	44,3	8,82
Полина	2,14	556	1,59	35,2	42,7	8,84
Доля	1,28	544	1,54	42,7	39,0	8,92
Лауреат	1,77	567	1,60	38,2	39,1	9,07
Юка	1,62	509	1,70	40,5	40,4	8,65
Гурт	1,56	518	1,68	44,1	38,8	8,70
Золушка	1,60	546	1,61	38,8	40,9	8,79
Чорнява	1,91	536	1,66	44,8	42,4	8,90
Дагмар	1,49	547	1,61	38,4	41,5	8,81
СО 911	1,90	558	1,50	38,4	38,9	8,37
НСР ₀₅	0,28	66,2	0,21	4,64	3,6	0,85

Достоверно превысили стандарт по данному показателю такие сорта, как Капризуля, Вольница и Полина (2,13–2,15).

Важным признаком структуры урожая озимой пшеницы является количество продуктивных стеблей с единицы площади. Сорта, представленные в таблице 1, сформировали от 509 до 564 колосьев на 1 м². Величина продуктивного стеблестоя стандартного сорта Дон 107 составила 554 шт/м².

Масса зерна с колоса изменялась от 1,54 до 1,70 г. Достоверно (НСР₀₅ = 0,21 г) превысили стандарт следующие образцы: Лидия, Лилит, Краса Дона, Вольница, Вольный Дон, Жаворонок (АНЦ «Донской»), Лауреат, Юка, Гурт (НЦЗ им. П. П. Лукьяненко), Золушка (ФРАНЦ), Чорнява (ИФРГ НАН) и Дагмар (Limagrain) – от 1,60 до 1,70 г.

Количество зерен в колосе изменялось от 30,8 до 44,8 шт. Больше 40 зерен с одного колоса сформировали следующие сорта: Лилит (40,8 шт.),

Доля (42,7 шт.), Юка (40,5 шт.), Гурт (44,1 шт.) и Чорнява (44,8 шт.).

Масса 1000 зерен лучших по урожайности сортов озимой мягкой пшеницы варьировала от 38,6 до 46,0 г. Наиболее крупнозерными оказались образцы Жаворонок (44,3 г), Краса Дона (44,5 г), Лидия (45,0 г), Вольница (46,0 г).

Биологическая урожайность сортов озимой мягкой пшеницы изменялась от 8,37 до 9,07 т/га, превышение над стандартом составило от 0,67 (СО 911) до 1,37 т/га (Лауреат). Стоит отметить, что коэффициент корреляции фактической и биологической урожайности составил 0,84±0,06.

Урожайность – важнейший результирующий признак любой селекционной программы (Каменева и др., 2018). В наших исследованиях среднее ее значение в 2015–2017 гг. варьировало от 6,36 (Донская безостая) до 8,90 т/га (Лауреат) (рис. 2).

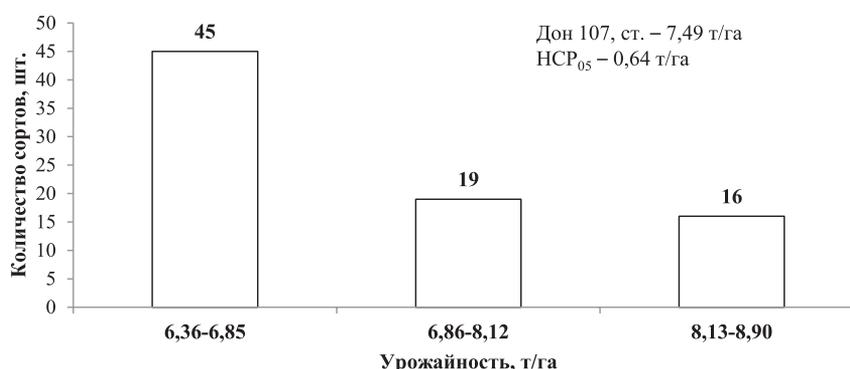


Рис. 2. Распределение сортов озимой мягкой пшеницы по урожайности (2015–2017 гг.)
Fig. 2. Distribution of the winter soft wheat varieties according to productivity (2015–2017)

Урожайность стандарта Дон 107 находилась на уровне 7,49 т/га. Достоверно (НСР₀₅ = 0,64 т/га) его превысили по данному признаку 16 из 80 изу-

чаемых сортов. Их урожайность составила от 8,14 до 8,90 т/га (табл. 2).

2. Урожайность лучших сортов озимой мягкой пшеницы (2015–2017 гг.)
2. Productivity of the best winter soft wheat varieties (2015–2017)

Сорт	Происхождение	Урожайность, т/га			
		2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее
Дон 107, ст.	АНЦ «Донской», Россия	7,76	5,05	9,67	7,49
Лидия		8,23	6,32	10,84	8,46
Лилит		8,28	6,00	10,87	8,38
Капризуля		8,34	6,65	10,61	8,53
Краса Дона		8,49	6,81	10,74	8,68
Вольница		8,35	6,20	10,19	8,25
Вольный Дон		8,32	6,14	10,64	8,37
Жаворонок		8,71	6,80	10,20	8,57
Полина		8,37	6,81	10,34	8,51
Доля		НЦЗ им. П. П. Лукьяненко, Россия	8,82	7,60	9,98
Лауреат	9,30		6,46	10,95	8,90
Юка	8,97		6,45	9,83	8,42
Гурт	9,29		6,24	9,87	8,47
Золушка	ФРАНЦ, Россия	8,54	7,30	9,83	8,56
Чорнява	ИФРГ НАН, Украина	8,76	6,27	10,52	8,52
Дагмар	Limagrain, Франция	8,77	6,54	10,47	8,59
СО 911		8,65	6,01	9,77	8,14
НСР ₀₅	–	0,46	0,81	0,54	0,64

В 2015 г. урожайность лучших сортов озимой мягкой пшеницы изменялась от 8,23 (Лидия) до 9,30 т/га (Лауреат).

В 2016 г. их урожайность находилась в пределах от 6,00 (Лилит) до 7,60 (Доля). Значение данного признака у стандартного сорта Дон 107 составило 5,05 т/га. В 2017 г. сорта озимой мягкой пшеницы сформировали максимальную урожайность за годы исследований. У лучших образцов она изменялась от 9,77 (СО 911) до 10,95 т/га (Лауреат).

Огромную роль при производстве зерна озимой мягкой пшеницы играет его качество. Работы ведущих селекционных центров страны свидетельствуют, что вполне можно сочетать в одном сорте как высокую урожайность, так и хорошее качество зерна. Содержание белка в зерне по образцам, выделенным по продуктивности, соответствовало 2–3-му классу качества и изменялось от 12,02 до 13,87% (табл. 3).

3. Качественные показатели зерна сортов озимой мягкой пшеницы, выделенных по продуктивности (2015–2017 гг.)

3. Qualitative indicators of grain of the highly productive winter soft wheat varieties (2015–2017)

Сорт	Содержание, %		SDS-седиментация, мл
	белок	клейковина	
Дон 107, ст.	12,67	20,4	57
Лидия	13,24	24,7	56
Лилит	12,87	23,2	52
Капризуля	13,19	23,3	49
Краса Дона	12,81	20,9	56
Вольница	13,87	25,6	58
Вольный Дон	13,19	22,2	59
Жаворонок	13,56	25,7	56
Полина	13,38	21,9	53
Доля	12,90	22,0	46
Лауреат	12,02	21,4	57
Юка	12,87	22,2	50
Гурт	13,26	21,9	50
Золушка	12,84	23,6	57
Чорнява	12,87	20,4	55
Дагмар	12,75	22,6	55
СО 911	12,62	21,8	53
НСР ₀₅	0,45	1,7	4

Содержание белка в зерне более 13,5% сформировали сорта озимой мягкой пшеницы селекции Аграрного научного центра «Донской» Вольница (13,87%) и Жаворонок (13,56%).

Содержание клейковины в зерне у стандартного сорта Дон 107 находилось на уровне 20,4%. Выделившиеся по урожайности сорта сформировали от 20,4 до 25,7%. Более 23% клейковины имели следующие образцы: Лидия (24,7%), Лилит (23,2%), Капризуля (23,3%), Вольница (25,6%), Жаворонок (25,7%) и Золушка (23,6%).

По предшественнику кукуруза на зерно к третьему классу качества (содержание белка >12,0% и клейковины >23,0%) относились сорта озимой мягкой пшеницы Лидия, Лилит, Капризуля, Вольница, Жаворонок и Золушка. Остальные изучаемые образцы сформировали качество зерна четвертого класса.

По величине седиментационного остатка можно судить о хлебопекарных свойствах муки озимой мягкой пшеницы. Значение SDS-седиментации лучших по урожайности сортов изменялось от 46 до 59 мл. К сильным (55–65 мл) по данному показателю относились следующие изучаемые образцы: Лидия (56 мл),

Краса Дона (56 мл), Вольница (58 мл), Вольный Дон (59 мл), Жаворонок (56 мл) (АНЦ «Донской»), Лауреат (57 мл) (НЦЗ им. П. П. Лукьяненко), Золушка (57 мл) (ФРАНЦ), Чорнява (55 мл) (ИФРГ НАН), Дагмар (55 мл) (Limagrain). Остальные представленные в таблице сорта относились к средним (45–54 мл) по величине седиментационного остатка.

Выводы. По результатам исследований самой высокой морозостойкостью из изучаемых образцов обладали сорта селекции АНЦ «Донской» Капризуля, Лилит, Жаворонок, Лидия, Краса Дона, Полина, Вольница и Вольный Дон – 57–78,3% живых растений. Максимальную урожайность от 8,14 до 8,90 т/га показали 16 генотипов озимой мягкой пшеницы: Лидия, Лилит, Капризуля, Краса Дона, Вольница, Вольный Дон, Жаворонок, Полина (АНЦ «Донской»), Доля, Лауреат, Юка, Гурт (НЦЗ им. П. П. Лукьяненко), Золушка (ФРАНЦ), Чорнява (ИФРГ НАН), Дагмар и СО 911 (Limagrain). К третьему классу качества относились следующие образцы: Лидия, Лилит, Капризуля, Вольница, Жаворонок и Золушка. Комплексом признаков (продуктивность, качество, морозостойкость) обладают такие сорта, как Лидия, Вольница и Жаворонок.

Библиографические ссылки

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Альянс, 2014. 351 с.
2. Зюкин Д. А. Стратегия развития зернопродуктового подкомплекса АПК как важное направление обеспечения продовольственной безопасности страны // Вопросы экономики и права. 2018. № 124. С. 84–88. DOI: 10.14451/2.124.84.
3. Каменева А. С., Самофалова Н. Е., Иличкина Н. П. и др. Изучение сортов и линий озимой твердой пшеницы в конкурсном сортоиспытании // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1. С. 24–28.
4. Копусь М. М., Невцетаев В. П., Копусь Е. М. и др. Экспресс-методы оценки селекционного материала пшеницы по качеству зерна // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 1. С. 19–21.
5. Некрасова О. А., Подгорный С. В., Скрипка О. В. и др. Результаты изучения селекционных линий озимой мягкой пшеницы в конкурсном сортоиспытании по урожайности и качеству зерна // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2(62). С. 32–37. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-32-37.
6. Петров Л. К., Селехов В. В. Результаты изучения сортов озимой пшеницы в условиях Нижегородской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 2. С. 24–28.
7. Скрипка О. В., Самофалов А. П., Подгорный С. В. и др. Использование показателей относительного и абсолютного содержания белка в зерне озимой пшеницы при селекции на качество // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 9–12.

References

1. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of research results)]. 5-e izd., pererab. i dop. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
2. Zyukin D. A. Strategiya razvitiya zernoproduktovogo podkompleksa APK kak vazhnoe napravlenie obespecheniya prodovol'stvennoj bezopasnosti strany [The development strategy of the grain subcomplex of the agro-industrial complex as an important direction for enforcement of the country's food security] // Voprosy ekonomiki i prava. 2018. № 124. S. 84–88. DOI: 10.14451/2.124.84.
3. Kameneva A. S., Samofalova N. E., Ilichkina N. P. i dr. Izuchenie sortov i linij ozimoy tverdoj pshenicy v konkursnom sortoispytanii [The study of the varieties and lines of winter durum wheat in competitive variety-testing] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1. S. 24–28.
4. Kopus' M. M., Ncvetaev V. P., Kopus' E. M. i dr. Ekspress-metody ocenki selekcionnogo materiala pshenicy po kachestvu zerna [Express-methods for assessing wheat breeding material according to grain quality] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2010. № 1. S. 19–21.
5. Nekrasova O. A., Podgornij S. V., Skripka O. V. i dr. Rezul'taty izucheniya selekcionnyh linij ozimoy myagkoj pshenicy v konkursnom sortoispytanii po urozhajnosti i kachestvu zerna [The study results of productivity and grain quality of the breeding lines of winter soft wheat in the competitive variety-testing] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 2(62). S. 32–37. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-32-37.
6. Petrov L. K., Selekho V. V. Rezul'taty izucheniya sortov ozimoy pshenicy v usloviyah Nizhegorodskoj oblasti [The study results of winter wheat varieties in the Nizhny Novgorod region] // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2016. № 2. S. 24–28.
7. Skripka O. V., Samofalov A. P., Podgornij S. V. i dr. Ispol'zovanie pokazatelej otnositel'nogo i absol'yutnogo soderzhaniya belka v zerne ozimoy pshenicy pri selekcii na kachestvo [The use of the indexes of relative and absolute content of protein in winter wheat grain selected on quality] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(55). S. 9–12.

Поступила: 24.09.19; принята к публикации: 24.10.19.

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; Некрасов Е. И. – сбор данных и доказательств; Рыбась И. А., Гричаникова Т. А. – анализ данных и их интерпретация; Романюкина И. В. – выполнение полевых опытов и сбор данных; Кравченко Н. С. – выполнение лабораторных опытов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ЗАСУХА И ГИДРОТЕРМИЧЕСКИЙ КОЭФФИЦИЕНТ УВЛАЖНЕНИЯ КАК ОДИН ИЗ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ЕЁ ИНТЕНСИВНОСТИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Е. В. Ионова, доктор сельскохозяйственных наук, руководитель центра фундаментальных научных исследований, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;
В. А. Лиховидова, младший научный сотрудник лаборатории физиологии растений, ORCID ID: 0000-0002-5340-4901;
И. А. Лобунская, агроном лаборатории физиологии растений, ORCID ID: 0000-0003-1537-8498
 ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», 347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Рассмотрены следующие вопросы: определение явления засухи и ее классификация (атмосферная, почвенная и комбинированная), вредоносность и распространенность засухи в Российской Федерации. Установлено, что региональные засухи имеют конкретные особенности, а именно: почвенная или атмосферная, весенняя, летняя или осенняя. Представлена классификация по интенсивности и охвату территорий засухами (очень сильные, сильные, средние и слабые). Показана реакция сельскохозяйственных растений на различные типы засух – северо-западной и юго-восточной, из которых в большей степени негативно влияет на растение засуха второго типа, так как сочетает низкую влажность воздуха и почвы с высокой температурой. Частично дана характеристика климата Северо-Кавказского региона (на примере Ростовской области). Наиболее используемым показателем метеорологических исследований является гидротермический коэффициент увлажнения (ГТК) Г. Т. Селянинова, представляющий собой отношение суммы осадков за период не менее месяца к сумме температур выше 10 °C за этот же период, уменьшенной в 10 раз. Классификация зон увлажнения по ГТК: влажная – 1,6–1,3; слабо засушливая – 1,3–1,0; засушливая – 1,0–0,7; очень засушливая – 0,7–0,4; сухая – <0,4). Приведены данные ГТК на примере метеоусловий Зерноградского района Ростовской области (2001–2015 гг.). Установлено, что гидротермический коэффициент увлажнения за 2001–2015 гг. за осенний период в среднем составил 0,13–0,17 (сухой), а ГТК летнего периода был 0,28 (сухой). За рассматриваемый период гидротермический коэффициент в среднем за вегетацию составил 0,78 (засушливый). Таким образом, за изучаемый период 2001–2015 гг. условия для роста и развития сельскохозяйственных растений были неблагоприятными.

Ключевые слова: засуха, типы засухи, климат, гидротермический коэффициент увлажнения, классификация зон увлажнения по ГТК.

Для цитирования: Ионова Е. В., Лиховидова В. А., Лобунская И. А. Засуха и гидротермический коэффициент увлажнения как один из критериев оценки степени ее интенсивности (обзор литературы) // Зерновое хозяйство России. № 6(66). С. 18–22. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-18-22.



DROUGHT AND HYDROTHERMAL HUMIDITY FACTOR AS ONE OF THE CRITERIA TO ESTIMATE ITS INTENSITY DEGREE (LITERATURE REVIEW)

E. V. Ionova, Doctor of Agricultural Sciences, head of the center of fundamental researches, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;
V. A. Likhovidova, junior researcher of the laboratory of plant physiology, ORCID ID: 0000-0002-5340-4901;
I. A. Lobunskaya, agronomist of the laboratory of plant physiology, ORCID ID: 0000-0003-1537-8498
 Agricultural Research Center "Donskoy", 347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current paper has considered the following issues: determination of the drought phenomenon and its classification (atmospheric, soil and combined), drought harmfulness and spread in the Russian Federation. It has been established that regional droughts have specific features, namely soil or atmospheric, spring, summer or autumn. There has been given a classification by intensity and coverage of territories by droughts (very strong, strong, medium and weak). There has been shown a response of agricultural plants to various types of droughts. The northwestern and southeastern droughts (the second type) negatively affect the plants, as they combine low air humidity and soil with high temperature. There has been given a partial characteristic of the climate of the North Caucasus region (on the example of the Rostov region). The most used indicators of meteorological research are Selyaninov's hydrothermal humidity factor (HHF) which is the ratio of the amount of precipitation for a period of at least a month to the sum of temperatures above 10 °C for the same period, reduced by 10 times. The classification of humidification zones according to the HHF is as follows: wet (1.6–1.3); slightly arid (1.3–1.0); arid (1.0–0.7); very arid (0.7–0.4); dry (<0.4). The data of the HHF are given on the example of meteorological conditions of the Zernograd district of the Rostov region (the years of 2001–2015). It has been found that in 2001–2015 the hydrothermal humidity factor over the autumn period was 0.13–0.17 (dry) on average, and the HHF of the summer period was 0.28 (dry). During the studied period, the hydrothermal factor during the growing season was 0.78 (dry) on average. Thus, for the period 2001–2015, the conditions for plants growth and development were unfavorable.

Keywords: drought, types of drought, hydrothermal humidity factor, classification of humidification zones according to the HHF.

Засуха. В Российской Федерации, как и во многих странах мира, отмечается тенденция роста потерь урожая из-за усиливающегося влияния неблагоприятных природных явлений. В связи с большими территориями страны, разнообразием климатических условий аграрные районы подвержены воздействию

различных опасных метеорологических условий (Бедрицкий, 1997; Клещенко, 2000). Из агрометеорологических опасных явлений наибольший ущерб зерновому хозяйству России наносит засуха. При засухе наблюдается дефицит влаги, охватывающий большие территории и наносящий существенный ущерб сельскохозяйственному производству. По данным ООН, он превышает 20% общего ущерба, наносимого всеми стихийными бедствиями. Повторяемость засух на территории России и соседних стран увеличивается с севера на юг и в степной зоне достигает 30 и более раз в столетие (Клещенко, 2000). В районах развитого земледелия засухи наносят наибольший ущерб.

Современное, локальное и глобальное изменение климата, уже произошедшие и ожидаемые в будущем, оказывали и будут оказывать влияние на экстремальность климата, в том числе на засухи.

Засуха как природное явление должна рассматриваться с разных точек зрения. Главное место в определениях засухи занимает недостаток влаги. Трудности в определении засухи заключаются в том, что необходимо точно определить период времени, когда и где недостаток влаги проявляется. При одновременном недостатке влаги в почве в глубоких ее слоях и избытке в верхнем слое возникает сложность при определении типа засухи.

Под засухой понимают сложное агрометеорологическое явление, в результате которого у растения нарушается водный баланс; под влиянием недостатка влаги, вызванного усиленным испарением или длительным бездождем, растение увядает или гибнет (Бучинский, 1976; Шульмейстер, 1975).

К классификации засух существуют различные подходы. В зависимости от места проявления, в котором наблюдаются признаки недостатка влаги, различают атмосферные и почвенные засухи, а также говорят о комбинированной засухе (атмосферно-почвенной).

Под почвенной засухой понимают явление, при котором вследствие длительного недостаточного количества осадков почва в корнеобитаемом слое значительно высыхает и растения от недостатка влаги начинают увядать. Во время почвенной засухи недостаток влаги в растениях обусловлен несоответствием между потребностью растений во влаге и ее наличием в почве. Однако иногда и при достаточном количестве влаги в почве некоторые растения страдают от недостатка воды. Такая засуха называется атмосферной. Атмосферная засуха возникает при недостаточной увлажненности и высокой температуре воздуха. При атмосферной засухе у растений усиливается транспирация, что зачастую вызывает значительную потерю ими воды. Если температурные условия среды находятся в пределах толерантной зоны и корневая система растений хорошо развита, то непродолжительная атмосферная засуха не причиняет тканям растений большого вреда. Суховейные явления – частный случай атмосферной засухи. Признаками суховея на юге России являются сильный ветер юго-восточного направления и сохранение высокой температуры воздуха ночью (Алексеев, 1948). Атмосферная засуха часто предшествует почвенной. Когда оба типа засух наблюдаются совместно, отрицательный эффект их действия становится наибольшим.

Потребность растений во влаге и реакция их на засуху определяют многими факторами, что еще раз подчеркивает сложный, комплексный характер засухи. К таким факторам относятся: погодные условия, биологические особенности культур, обеспеченность растений питательными веществами, уровень применяемой агротехники. Особого внимания среди

них заслуживают биологические свойства растений (Засухи).

Засухи подразделяются на следующие категории: метеорологические, сельскохозяйственные, гидрологические и имеющие социально-экономические последствия.

Определение типа засух позволяет судить о времени их возникновения и планировании приемов борьбы с ними.

По срокам наступления засухи подразделяются на весенние, летние и осенние. Характеристики засух:

– весенняя засуха отличается сравнительно низкими температурами, низкой относительной влажностью воздуха;

– летняя засуха характеризуется низкой относительной влажностью и высокими температурами воздуха, суховейными явлениями и большой испаряемостью;

– осенняя засуха сопровождается умеренной температурой воздуха и низкой относительной влажностью в верхних слоях почвы.

При весенней засухе отмечаются задержка появления всходов, слабое кущение и укоренение растений, уменьшается закладка числа колосков в колосе. При больших запасах почвенной влаги весной эта засуха влияет на растения незначительно. Минимальному влиянию весенней засухи подвержены хорошо развитые озимые.

Летняя засуха приостанавливает накопление генеративной и вегетативной массы, прирост корней и влияет на выхоленность зерна (щуплость). Это связано с тем, что запасы влаги в корнеобитаемом слое почвы оказываются недостаточными. Этот тип засухи негативно влияет на сельскохозяйственные растения в большей степени, чем весенняя.

Наступление осенней засухи происходит после уборки зерновых и в период окончания вегетации пропашных и некоторых других культур. Осенняя засуха в первую очередь отрицательно влияет на рост и развитие озимых культур. В связи с сухостью верхних слоев почвы прорастание семян замедляется, а всходы появляются с опозданием. Растения уходят в зиму недостаточно раскустившимися, неокрепшими; зимостойкость таких растений понижена. При осенней засухе в ряде случаев наблюдается небольшое накопление влаги в почве за осенне-зимний период. Особый вред наносят засухи, повторяющиеся в течение ряда лет (2–3 года).

В отдельные годы засухи продолжаются 2–3 и более месяцев, зачастую охватывая несколько сезонов. По интенсивности и территориальному распространению засухи делятся на очень сильные, сильные, средние и слабые. Максимальный ущерб сельскому хозяйству наносят очень сильные и сильные весенне-летние засухи.

В природе комбинация дефицита влаги в почве, атмосфере и высоких температур по-разному влияет на растения. Засуха северо-западного типа характеризуется низкой влажностью воздуха и почвы при умеренной температуре. Засуха юго-восточного типа характеризуется, как правило, пониженной влажностью воздуха и почвы в сочетании с высокими температурами (Косулина и др., 1993).

Из одиннадцати субъектов, входящих в Южный федеральный округ, рассмотрены климатические условия на примере Ростовской области. Климат этой области умеренно-континентальный. Зима отличается неустойчивым характером погоды: морозы чередуются с оттепелями, иногда происходит вторжение холодного воздуха с понижением температуры до опасных отметок (-25...-30 °С), но повторяемость их незначительна (3% в год). Лето сухое и жаркое.

Континентальные черты в климате Ростовской области усиливаются в направлении с северо-запада территории на юго-восток, при этом отмечаются засушливость климата, рост положительных температур и суховейные явления. Одновременно наблюдается вторжение тропических масс воздуха (4% в год), приносящих изнурительную жару летом и повышение температуры воздуха зимой. Отличительной особенностью климата является обилие солнечного света и тепла. Удаленность данной территории от больших водных площадей обуславливает континентальный характер климата. В восточных районах зима холоднее, а лето жарче, чем в западных. Температура воздуха имеет ярко выраженный годовой ход. Самый холодный месяц – январь, среднемесячная температура воздуха которого $-5...-9\text{ }^{\circ}\text{C}$, минимальная температура $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Самый теплый месяц – июль, среднемесячная температура воздуха составляет $+22...+24\text{ }^{\circ}\text{C}$, а максимальная температура $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$. В отдельные годы температурный минимум приходится на февраль, реже на декабрь, а максимум – на август, июнь, сентябрь.

Относительная влажность воздуха отличается хорошо выраженным годовым ходом изменений, но прямо противоположным температуре воздуха. Высокие значения влажности воздуха (85–90%) отмечаются в зимний период, а минимальные – в летние месяцы (48–60% и ниже). Наблюдаются суховейные явления, при которых относительная влажность воздуха понижается до 30% и менее. В среднем за год число суховейных дней колеблется от 45 на юго-западе до 85 на юго-востоке области.

Количество выпадающих осадков значительно варьирует в зависимости от рассматриваемых зон. Годовое количество осадков составляет 530–550 мм на юго-западе области и 320–360 мм на юго-востоке. Среднее годовое количество осадков составляет 423 мм. Выпадение осадков в виде снега отмечается в конце ноября – начале декабря, а устойчивый снежный покров образуется в конце декабря – начале января. Пыльные бури наблюдаются 3–7 дней в году на юго-западе, а на юго-востоке области – 20–25 дней, в отдельные годы до 60 дней.

К неблагоприятным атмосферным явлениям, негативно влияющим на продуктивность сельскохозяйственных растений, относятся также туманы, гололедно-изморозевые явления, грозы, град.

Основная масса солнечного тепла расходуется на испарение. На территорию Ростовской области поступает 3821 км³ водяного пара, но только 1,3% этой влаги выпадает в виде осадков. Территория области относится к зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения.

При классификации засух основным индикатором является влажность почвы, так как влага в значительной мере контролирует транспирацию, рост и развитие растений. Кроме этого, влажность почвы является показателем и метеорологической, и гидрологической засух, обусловленных балансом количества осадков, испарения и разных видов стока.

Многие исследователи предлагали в качестве критериев засух различные показатели, такие как минимальное количество осадков за различные календарные периоды, относительная влажность и дефицит влажности воздуха, запасы продуктивной влаги в почве или снижение урожайности относительно ее средней величины более чем на 10% (Дроздов, 1980; Ефремова, 1976; Мещерская, 1988; Раунер, 1981; Страшная, 1993; Страшная, 2005; Уланова, 2000).

Гидротермический коэффициент увлажнения. В России и раньше предпринимались попытки создания простых индексов засушливости, прямо или косвенно отражающих значение испарения в соотношении почвенной засухи. Наиболее распространенным и широко применяемым в метеорологических исследованиях индексом является гидротермический коэффициент увлажнения Г. Т. Селянинова (ГТК), представляющий собой отношение суммы осадков за период не менее месяца ($\Sigma\text{ос}$) к сумме температур выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ за этот же период (ΣT), уменьшенной в 10 раз ($\text{ГТК} = \Sigma\text{ос}/0,1\text{ }\Sigma\text{T}$) (Селянинова, 1928). Этот коэффициент увлажнения используют в качестве основного показателя для оценки интенсивности атмосферных засух применительно к зерновым культурам.

Классификация зон увлажнения по ГТК: влажная – 1,6–1,3; слабо засушливая – 1,3–1,0; засушливая – 1,0–0,7; очень засушливая – 0,7–0,4; сухая – <0,4. Колебания значений ГТК для зон неустойчивого увлажнения значительны и связаны с неравномерностью выпадения осадков.

Средняя многолетняя величина ГТК южной зоны Ростовской области составляет 0,70–0,72 (засушливый). В таблице приведен расчет ГТК на примере метеоусловий Зерноградского района Ростовской области (южная зона) за период 2001–2015 гг. Гидротермический коэффициент увлажнения за осенний период в среднем составил 0,13–0,17 (сухой). Сев озимых, развитие и рост за рассматриваемые годы проходили в условиях сильной засухи. ГТК весеннего периода в среднем составил 1,22 (слабо засушливый период). В апреле ГТК составил 1,40, что является оптимальным увлажнением для роста и развития сельскохозяйственных растений. В мае количество осадков существенно сократилось, ГТК составил 0,60. Такие погодные явления характеризуются как очень засушливые (табл. 1).

1. Гидротермический коэффициент увлажнения (по данным метеостанции «Зерноград») 1. Hydrothermal humidity factor according to the weather station "Zernograd"

Период	Годы															Среднее
	2001–2002	2002–2003	2003–2004	2004–2005	2005–2006	2006–2007	2007–2008	2008–2009	2009–2010	2010–2011	2011–2012	2012–2013	2013–2014	2014–2015		
Сентябрь	0,16	0,00	0,07	0,03	0,00	0,11	0,09	0,23	0,40	0,10	0,12	0,02	0,18	0,09	0,13	
Октябрь	0,07	0,00	0,04	0,13	0,14	0,13	0,09	0,15	0,03	0,08	0,28	0,08	0,26	0,15	0,15	
Ноябрь	0,19	0,00	–	0,11	–	0,14	0,07	0,10	–	0,12	–	0,02	0,03	–	0,17	
Осень	0,36	0,65	0,22	0,27	0,21	0,36	0,25	0,46	0,53	0,29	0,50	0,11	0,45	0,30	0,35	
Апрель	0,0	0,67	1,74	0,94	0,75	1,21	1,49	1,77	1,43	5,30	1,03	0,39	1,29	7,69	1,40	
Май	0,24	0,05	0,45	0,41	0,91	0,32	0,49	0,86	1,20	0,51	0,92	0,30	0,70	1,13	0,60	
Весна	0,12	0,36	1,09	0,68	0,83	0,77	0,99	1,32	1,31	2,91	0,97	0,35	0,99	4,41	1,22	
Июнь	1,15	0,18	0,80	0,63	1,48	0,26	0,21	0,24	0,04	0,75	0,10	0,28	0,48	0,89	0,50	
Июль	0,14	0,45	0,32	0,24	0,02	0,09	0,37	0,27	0,18	0,10	0,12	0,20	0,09	0,16	0,20	
Август	0,19	0,24	0,15	0,07	0,00	0,05	0,07	0,12	0,10	0,13	0,14	0,19	0,03	0,05	0,11	
Лето	0,49	0,29	0,42	0,31	0,50	0,13	0,21	0,21	0,11	0,33	0,12	0,22	0,20	0,37	0,28	
За вегетацию IV–VIII	0,90	0,73	1,10	0,80	1,16	0,39	0,78	0,72	0,72	0,70	0,71	0,62	0,62	1,13	0,78	

Гидротермический коэффициент увлажнения летнего периода составил в среднем 0,28 (сухой). В июне ГТК составил 0,50 (очень засушливый); в июле – 0,20; в августе – 0,11 (сухой). Наибольшее влияние засухи на растения отмечается в фазу колошения – цветения. Неблагоприятные условия в этот период приостанавливают увеличение вегетативной массы, снижают прирост корней и вызывают щуплость зерна. Такие неблагоприятные условия сложились за весь изучаемый период (май – июнь). За рассмотренный период гидротермический коэффициент в среднем за вегетацию составил 0,78. Таким образом, за изучаемый период 2001–2015 гг. условия для роста и развития сельскохозяйственных растений были неблагоприятными.

Основным лимитирующим фактором, ограничивающим устойчивый рост урожайности полевых

культур в зоне неустойчивого увлажнения, является влага. По данным ФГБНУ «АНЦ «Донской», суммарный расход воды посевами (на урожай и испарение) очень велик. Так, озимая пшеница по пару расходует 5210–5430 т с 1 га, по непаровым предшественникам – 4580–4960 т; яровой ячмень – 1844–2477 т; кукуруза – 1932–2725 т. Общий расход воды на 1 ц зерна (коэффициент водопотребления) зависит в основном от уровня урожайности и погодных условий. По отдельным культурам он различен: озимая пшеница по пару расходует 92–167 т, по непаровым предшественникам больше – 124–577 т; яровой ячмень – 96–129 т; кукуруза на зерно – 86–100 т; кукуруза на силос – 13–17 т на 1 ц (Гриценко, 2005).

Количество осадков, выпавшее за период 2001–2015 гг., приведено на рисунке.

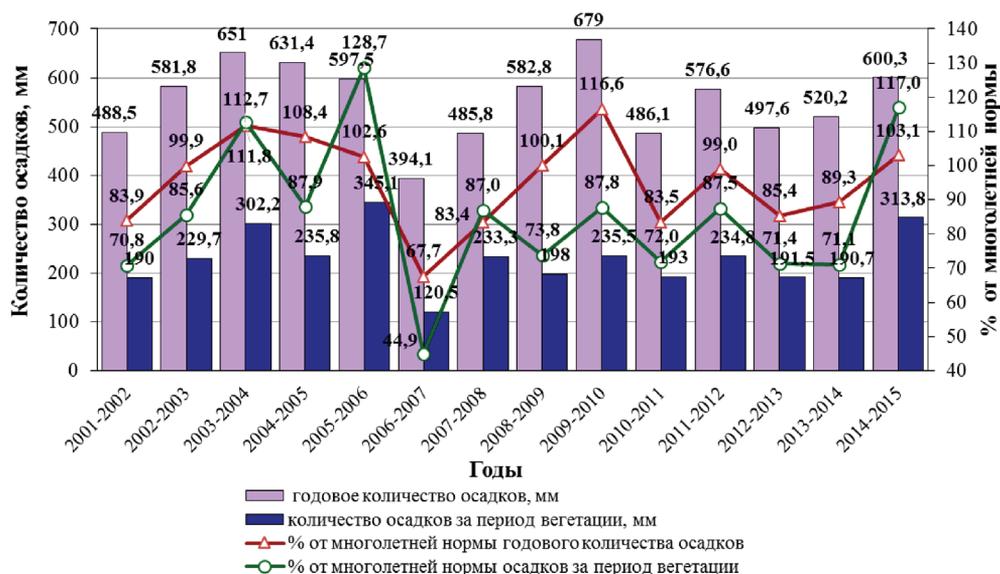


Рис. Количество осадков по данным метеостанции «Зерноград»
Fig. Precipitation amount according to the weather station "Zernograd"

В результате проведенного анализа наибольшее количество осадков, выпавших за сельскохозяйственный год, отмечено в 2003–2004, 2004–2005, 2009–2010 гг. и составило 651,0; 631,4; 679,0 мм, что выше средней многолетней нормы на 8,4; 12,7; 16,6% соответственно. Наименьшее количество осадков зафиксировано в 2006–2007 гг. – 394,1 мм в сравнении со средней многолетней нормой осадков (582,4 мм). Установлено, что за рассмотренный 14-летний период в течение 6 лет отмечалось выпадение осадков ниже средней многолетней нормы от 62,2 до 188,3 мм.

Выводы. Проведенный анализ метеорологических данных за 2001–2015 гг. показал, что данный период был засушливым (ГТК – 0,78), с отмечаемыми суховеями, атмосферной и почвенной засухой, высокой температурой почвы и воздуха. Все эти природные явления оказывают негативное влияние на рост и развитие растений. Следует отметить, что гидротермический коэффициент – это далеко не единственный показатель, играющий важную роль в растениеводстве. Необходимо учитывать и уровень залегания грунтовых вод, и водно-физические свойства почв, и агроэкологический потенциал сортов, а также используемые технологические мероприятия при возделывании сельскохозяйственных культур.

Библиографические ссылки

1. Алексеев А. М. Водный режим растений и влияние на него засухи. Казань: Татгосиздат, 1948. 355 с.
2. Бедрицкий А. И. О влиянии погоды и климата на устойчивость и развитие экономики // Метеорология и гидрология. 1997. № 10. С. 5–11.
3. Бучинский И. Е. Засухи и суховеи. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 214 с.
4. Гольдварг Б. А., Боктаев М. В., Филиппов Е. Г., Донцова А. А. Влияние количества осадков в период вегетации на урожайность районированных сортов ярового ячменя в засушливой центральной зоне республики Калмыкия // Зерновое хозяйство России. 2019. № 5(65). С. 14–17.
5. Гольдварг Б. А., Гриценко В. Г., Боктаев М. В. Влияние изменения климата на продуктивность зерновых культур в центральной зоне Республики Калмыкия // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2(62). С. 17–20.
6. Гриценко А. А. Агрометеорологические условия в Зерноградском районе Ростовской области (1930–2002 гг.). Ростов н/Д., 2005. 80 с.
7. Дроздов О. А. Засухи и динамика увлажнений. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 92 с.

8. Ефремова Н. И. Месячные количества атмосферных осадков. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 112 с.
9. Засухи [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://collectedpapers.com.ua/ru/agroclimatology/posuhi>.
10. Клещенко А. Д. Современные проблемы мониторинга засух // Труды ВНИИСХМ. 2000. Вып. 33. С. 3–13.
11. Косулина Л. Г., Луценко Э. К., Аксенова В. А. Физиология устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды. Ростов н/Д.: Изд-во Ростовского университета, 1993. 240 с.
12. Мещерская А. В. О показателе засух и урожайности зерновых культур // Метеорология и гидрология. 1988. № 2. С. 91–98.
13. Раунер Ю. Л. Климат и урожайность зерновых культур. М.: Наука, 1981. 163 с.
14. Селянинов Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. 1928. Вып. 20. С. 165–177.
15. Скворцова Ю. Г., Филенко Г. А., Фирсова Т. И. и др. Влияние водного стресса на посевные качества семян озимой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2017. № 6(54). С. 52–55.
16. Страшная А. И. Использование показателей увлажнения для оценки засушливости и прогноза урожайности зерновых культур в Поволжском экономическом районе // Труды ГМЦ РФ. 1993. Вып. 327. С. 15–22.
17. Страшная А. И., Коренкова Н. В. О засушливости в Среднем Поволжье и ее влиянии на урожайность яровой пшеницы // Труды Гидрометцентра России. 2005. Вып. 340. С. 25–34.
18. Уланова Е. С., Страшная А. И. Засухи в России и их влияние на урожайность зерновых культур // Труды ВНИИСХМ. 2000. Вып. 33. С. 64–83.
19. Шулмейстер К. Т. Борьба с засухой и урожай. М.: Колос, 1975. 336 с.

References

1. Alekseev A. M. Vodnyj rezhim rastenij i vliyanie na nego zasuhi [The water regime of plants and the drought effect on it]. Kazan': Tatgosizdat, 1948. 355 s.
2. Bedrickij A. I. O vliyanii pogody i klimata na ustojchivost' i razvitie ekonomiki [On the impact of weather and climate on the sustainability and development of the economy] // Meteorologiya i gidrologiya. 1997. № 10. S. 5–11.
3. Buchinskij I. E. Zasuhi i suhovei [Droughts and dry winds]. L.: Gidrometeoizdat, 1976. 214 s.
4. Gol'dvarg B. A., Boktaev M. V., Filippov E. G., Doncova A. A. Vliyanie kolichestva osadkov v period vegetacii na urozhajnost' rajonirovannyh sortov yarovogo yachmenya v zasushlivoj central'noj zone respubliki Kalmykiya [The effect of precipitations during the growing season on the yield of zoned spring barley varieties in the arid central zone of the Republic of Kalmykia] // Zernovoe hozjajstvo Rossii. 2019. № 5(65). S. 14–17.
5. Gol'dvarg B. A., Gricenko V. G., Boktaev M. V. Vliyanie izmeneniya klimata na produktivnost' zernovyh kul'tur v central'noj zone respubliki Kalmykiya [The impact of climate change on grain crop productivity in the central zone of the Republic of Kalmykia] // Zernovoe hozjajstvo Rossii. 2019. № 2(62). S. 17–20.
6. Gricenko A. A. Agrometeorologicheskie usloviya v Zernogradskom rajone Rostovskoj oblasti (1930–2002 gg.) [Agrometeorological conditions in the Zernograd district of the Rostov region (1930–2002)]. Rostov n/D., 2005. 80 s.
7. Drozdov O. A. Zasuhi i dinamika uvlazhnenij [Droughts and moisture dynamics]. L.: Gidrometeoizdat, 1980. 92 s.
8. Efreмова N. I. Mesyachnye kolichestva atmosferynyh osadkov [Monthly precipitation]. L.: Gidrometeoizdat, 1976. 112 s.
9. Zasuhi [Droughts] [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://collectedpapers.com.ua/ru/agroclimatology/posuhi>.
10. Kleshchenko A. D. Sovremennye problemy monitoringa zasuh [Current problems of drought monitoring] // Trudy VNIISKHM. 2000. Vyp. 33. S. 3–13.
11. Kosulina L. G., Lucenko E. K., Aksanova V. A. Fiziologiya ustojchivosti rastenij k neblagopriyatnym faktoram sredy [Physiology of plant resistance to unfavorable environmental factors]. Rostov n/D.: Izd-vo Rostovskogo universiteta, 1993. 240 s.
12. Meshcherskaya A. V. O pokazatele zasuh i urozhajnosti zernovyh kul'tur [About drought and grain crop yields] // Meteorologiya i gidrologiya. 1988. № 2. S. 91–98.
13. Rauner Yu. L. Klimat i urozhajnost' zernovyh kul'tur [Climate and productivity of grain crops]. M.: Nauka, 1981. 163 s.
14. Selyaninov G. T. O sel'skohozyajstvennoj ocenke klimata [About agricultural climate assessment] // Trudy po sel'skohozyajstvennoj meteorologii. 1928. Vyp. 20. S. 165–177.
15. Skvorcova Yu. G., Filenko G. A., Firsova T. I. I dr. Vliyanie vodnogo stressa na posevnye kachestva semyan ozimoy pshenicy [The effect of water stress on the sowing qualities of winter wheat seeds] // Zernovoe hozjajstvo Rossii. 2017. № 6(54). S. 52–55.
16. Strashnaya A. I. Ispol'zovanie pokazatelej uvlazhneniya dlya ocenki zasushlivosti i prognoza urozhajnosti zernovyh kul'tur v Povolzhskom ekonomicheskom rajone [The use of moisture indicators to assess aridity and forecast grain crop yields in the Volga economic region] // Trudy GMC RF. 1993. Vyp. 327. S. 15–22.
17. Strashnaya A. I., Korenkova N. V. O zasushlivosti v Srednem Povolzh'e i ee vliyanii na urozhajnost' yarovoj pshenicy [On the aridity in the Middle Volga region and its effect on spring wheat productivity] // Trudy Gidrometcentra Rossii. 2005. Vyp. 340. S. 25–34.
18. Ulanova E. S., Strashnaya A. I. Zasuhi v Rossii i ih vliyanie na urozhajnost' zernovyh kul'tur [Droughts in Russia and their impact on grain crop productivity] // Trudy VNIISKHM. 2000. Vyp. 33. S. 64–83.
19. Shul'mejster K. T. Bor'ba s zasuhoy i urozhaj [Drought fight and yield]. M.: Kolos, 1975. 336 s.

Поступила: 10.09.19; принята к публикации: 14.10.19.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Ионова Е. В. – концептуализация исследования; Лиховидова В. А. – выполнение полевых/лабораторных опытов и сбор данных; Ионова Е. В. – анализ данных и их интерпретация; Лобунская И. А. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

УДК 633.11:631.5

DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-23-27

СРАВНИТЕЛЬНАЯ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЛЕВЫХ СЕВОБОРОТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОЛЕТНИХ И ОДНОЛЕТНИХ ТРАВ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Г. В. Овсянникова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания зерновых культур, vniizk30@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878;
Г. В. Метлина, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания пропашных культур, metlina_gv@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976;
С. А. Васильченко, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории технологии возделывания пропашных культур, wasilchenko12@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0003-1587-2533
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Однолетние и многолетние травы имеют важное значение не только в кормопроизводстве как источник зеленого корма, сена, силоса, травяной муки и сенажа, но и в земледелии как хорошие предшественники для зерновых культур за счет способности накапливать в почве биологический азот (уменьшение затрат на минеральные удобрения), дезинфицировать почву (освобождение от микростопазитов), улучшать физическое состояние почвы (снижение плотности почвы). Также многолетние травы являются важным компонентом биологизированных севооборотов, так как количество остающихся в почве после уборки растительных остатков в несколько раз больше, чем после озимых культур. Полевые опыты проводили в 2009–2016 гг. в отделе технологии возделывания зерновых и пропашных культур ФГБНУ «АНЦ «Донской». Опытное поле находится в южной почвенно-климатической зоне Ростовской области (недостаточное и неустойчивое увлажнение). Почвой опытного участка является чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый на лессовидных суглинках с содержанием гумуса 3,2%, нейтральной реакцией рН, повышенным содержанием подвижного фосфора и обменного калия по Мачигину. В статье представлена биоэнергетическая оценка зернового (4-польного с включением однолетних трав) и биологизированного (8-польного с насыщением до 25% многолетними травами) полевых севооборотов. Было установлено, что выход питательных веществ с 1 га севооборотной площади биологизированного севооборота выше, чем в зерновом, на 22% по сухому веществу, на 40% по содержанию сырого протеина и на 39% по обменной энергии, а затраты энергии на 1 кг сырого протеина на 27% ниже.

Ключевые слова: севооборот, урожайность, сырой протеин, обменная энергия, многолетние травы, однолетние травы, звено севооборота.

Для цитирования: Овсянникова Г. В., Метлина Г. В., Васильченко С. А. Сравнительная биоэнергетическая оценка полевых севооборотов с использованием многолетних и однолетних трав в Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 23–27. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-23-27.



COMPARATIVE BIOENERGY ESTIMATION OF FIELD CROP ROTATIONS USING PERENNIAL AND ANNUAL GRASSES IN THE ROSTOV REGION

G. V. Ovsyannikova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of grain crop cultivation technology, vniizk30@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878;
G. V. Metlina, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of row crop cultivation technology, metlina_gv@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976;
S. A. Vasilchenko, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of row crop cultivation technology, wasilchenko12@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0003-1587-2533
Agricultural Research Center "Donskoy",
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Annual and perennial grasses are important not only as a source of green fodder, hay, silage, grass meal and haylage in feed production, but also as good forecrops, due to the ability to accumulate biological nitrogen in the soil (since it decreases the cost of mineral fertilizers), to disinfect the soil from micro zoo pests, to improve the physical condition of the soil (since it decreases soil density). Perennial grasses are also an important component of biologized crop rotations, since the amount of crop residues remaining in the soil after harvesting is several times greater than after winter crops. The field trials were conducted in 2009–2016 by the staff of the laboratory of row crop cultivation technology of the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy". The experimental plot is located in the southern soil-climatic zone of the Rostov region (with insufficient and unstable moisture). The soil of the experimental plot is ordinary heavy loamy chernozem on loesslike loams, with 3.2% humus, neutral pH, and a high content of movable phosphorus and exchange potassium according to Machigin. The current paper has presented a bioenergetic estimation of grain (4-crop rotation sequence with annual grasses included) and biologized (8-crop rotation sequence with 25% perennial grasses) crop rotations. It has been established that nutrients' amount per 1 ha of crop rotation area of biologized crop rotation is higher than in grain crop rotation on 22% of dry matter, on 40% of raw protein and on 39% of metabolic energy. Energy consumption per 1 kg of raw protein is lower on 27%.

Keywords: crop rotation, productivity, raw protein, exchangeable energy, perennial grasses, annual grasses, crop rotation element.

Введение. Одним из факторов сохранения почвенного плодородия является биологизация земледелия. С количеством и качеством растительных остатков, оставленных после уборки полевых культур

тур, связаны плодородие почвы и содержание в ней активного органического вещества.

Многолетние травы имеют огромное значение для кормопроизводства, биологизации земледелия, энергосбережения и экологии. Такие кормовые травы, как люцерна и эспарцет, обладают высокими кормовыми качествами, что является основой создания надежной кормовой базы и получения объемистых кормов с содержанием сырого протеина 18–23% и обменной энергии 10,5–11,0 МДж в 1 кг сухого вещества (Игнатъев и др., 2018).

Количество остающихся в почве после многолетних трав растительных остатков в 2,5–3,3 раза больше, чем после зерновых культур. Вес корневой массы, оставляемой в почве многолетними травами, примерно равен или значительно превышает надземную массу урожая, в то время как масса корней и стеблей, оставленных зерновыми культурами, составляет 1/3–1/4 от массы произведенного зерна (Голдштайн, 2000). Масса корневой системы люцерны в слое почвы 0–30 см достигает максимальной величины в годы с дефицитом влаги в летний период после 3-го года жизни – 6,06 т/га, а в годы с оптимальным увлажнением после 2-го года жизни – 7,24 т/га (Листопадов, 2003).

По данным Донского ЗНИИСХ, в десятипольном зернопаропропашном севообороте больше растительной массы поступило в почву также после люцерны – 14,6 т/га (за 3 года), в то время как от подсолнечника – только 4,7 т/га, а озимой пшеницы по пару – 4,4 т/га. Весовое количество корневых остатков люцерны в 1,6 раза больше, чем надземных; подсолнечника – в 1,5; озимой пшеницы – в 1,3 раза (Шапошникова, 2004).

Многолетние бобовые травы способны за счет симбиоза с клубеньковыми бактериями фиксировать из воздуха до 200 кг/га биологического азота, что позволяет экономить значительные средства на минеральные удобрения (Федоров, 2000). Отличительными особенностями люцерны и эспарцета являются потребление труднодоступных для других сельскохозяйственных культур элементов минерального питания и перевод в доступные посредством накопления их в корневой системе с последующей минерализацией корнепоживных остатков.

Севооборот с включением суданской травы является высокопродуктивным по выходу полноценных кормов с единицы площади (Шишова, 2019).

Озимая пшеница является важнейшей продовольственной культурой, которая имеет большой удельный вес в структуре зернового клина России, при этом значительная доля (более 20%) всех посевов этой культуры сосредоточена в Ростовской области (Громова, 2016).

В последние годы площади посевов озимой пшеницы в Ростовской области увеличиваются. Для получения высоких и стабильных урожаев этой продовольственной культуры необходимо правильное размещение ее в севообороте, так как она требо-

вательна к плодородию почв. В связи с этим многолетние травы наряду с черным паром являются лучшими предшественниками для озимой пшеницы.

По данным С. И. Баршадской, озимая пшеница, размещенная после эспарцета, на протяжении всего вегетационного периода обеспечивается в достаточном количестве всеми элементами минерального питания (Баршадская, 2010).

Целью наших исследований являлась биоэнергетическая оценка восьмипольного (биологизированного) севооборота с 25% насыщением люцерной и зернового четырехпольного севооборота.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в стационарном полевом многофакторном опыте отдела технологии возделывания зерновых и пропашных культур АНЦ «Донской», заложенном в 2009 г. по общепринятым методикам (Доспехов, 1985; Методика государственного испытания сельскохозяйственных культур, 1989; Кива, 1990; Калашников, 1985; Разумов, 1983).

Объектами исследований являлись сорта озимой пшеницы, ярового ячменя, люцерны и суданской травы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской», а также сорта гороха и овса других селекционных учреждений.

В полевом опыте лаборатории технологии возделывания зерновых культур изучали влияние на продуктивность зерновых и зернобобовых культур биологизированного севооборота (25% многолетних бобовых трав) со следующим чередованием культур: люцерна 1-го года, люцерна 2-го года, озимая пшеница, яровой ячмень, занятый пар (горох), озимая пшеница, горох, яровой ячмень.

В коротком четырехпольном севообороте изучали продуктивность культур при высокой насыщенности зерновыми культурами (75%) и отсутствии черного пара.

Технология возделывания изучаемых культур проводилась согласно зональной системе ведения сельского хозяйства Ростовской области (Ермоленко, 2001).

Биохимический анализ осуществляли в лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Климат зоны характеризуется недостаточным и неустойчивым увлажнением (Гриценко, 2005). Среднесуточная температура воздуха составила 9,6 °С, а среднегодовое количество осадков – 582,4 мм. За период активной вегетации сумма эффективных температур воздуха составляет 3400–3600 °С.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый на лессовидных суглинках. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы: гумус – 3,2%; рН – 7,0; P₂O₅ – 18,5–20,0; K₂O – 342–360 мг/кг почвы.

Агроклиматические условия в годы проведения исследований значительно различались как по количеству осадков, так и по температурному режиму, что позволило объективно оценить изучаемые севообороты (табл. 1).

1. Сумма осадков и среднесуточные температуры воздуха за годы исследований 1. Precipitation amount and average daily air temperatures through the years of study

Год	Сумма осадков за год, мм	Отклонение от среднегодовой нормы, мм (+/-)	Среднесуточная температура воздуха за год, °С	Отклонение от среднемноголетней нормы, °С (+/-)	ГТК
2009	671,8	89,4	11,0	1,4	0,89
2010	591,2	8,8	12,0	2,4	0,64
2011	505,3	-77,1	9,8	0,2	0,67
2012	472,9	-109,5	10,9	1,3	0,56
2013	602,7	20,3	11,4	1,8	0,68
2014	490,3	-92,1	10,7	1,1	0,57

2015	595,0	12,6	11,3	1,7	0,69
2016	650,1	67,7	10,8	1,2	0,79
В среднем за годы исследований	572,4	-10,0	11,0	1,4	0,69
Варьирование показателя	472,9–671,8	–	9,8–12,0	–	0,56–0,89

Только в 2010, 2013 и 2015 гг. среднегодовая сумма осадков была близка к среднесуточной норме. Среднесуточная сумма температур была выше среднесуточной нормы во все годы исследований.

Гидротермический коэффициент находился в пределах от 0,56 в 2012 г. до 0,89 в 2009 г. (в среднем 0,69), что характеризует годы исследований как засушливые и очень засушливые.

Для периода активной вегетации характерен недобор осадков на фоне высоких среднесуточных температур воздуха. Особенно острый недостаток влаги наблюдался в июле, августе и сентябре 2011, 2012 и 2014 гг. Осенне-весенние осадки позволяли получать высокую урожайность зеленой массы и сухого вещества.

Математическую обработку результатов исследований проводили на персональном компьютере с использованием компьютерной программы Microsoft Excel 2003.

Результаты и их обсуждение. Проведенные исследования показали, что среди изучаемых культур люцерна формирует высокую урожайность зеленой массы и сухого вещества, характеризующиеся высоким содержанием питательных веществ в вегетативной массе, позволяя использовать их в биологизированных технологиях в качестве предшественников. Также это важно в условиях засушливого климата, где выбор культур из-за ограничения по влагообеспеченности невелик, в результате чего зерновые культуры зачастую сеют по стерновым зерновым предшественникам, а, как следствие, в результате этого возникают проблемы с болезнями, вредителями и сорняками.

В результате изучения восьмипольного севооборота с насыщением люцерной (25%) в среднем по севообороту получено с 1 га севооборотной площади: сухого вещества – 3,20 т; кормовых единиц – 3,82 т; сырого протеина – 0,56 т и обменной энергии – 48,60 ГДж (табл. 2).

2. Биоэнергетическая оценка восьмипольного севооборота с насыщением люцерной (25%) (2013–2014 гг.)

2. Bioenergy estimation of eight-crop rotation sequence with alfalfa (25%) (2013–2014)

Показатель	Культура севооборота							По севообороту		
	люцерна		озимая пшеница	яровой ячмень	пар занятый (горох)	озимая пшеница	горох	яровой ячмень	в сумме	на 1 га
	1-го года	2-го года								
Урожайность, т/га	30,4	15,5	4,50	3,17	1,34	4,35	1,79	3,98		
Выход с гектара: сухого вещества, т	6,07	3,10	3,87	2,73	1,15	3,74	1,54	3,42	25,62	3,20
кормовых единиц, т	4,55	2,33	5,76	4,06	1,58	5,57	2,11	4,58	30,54	3,82
сырого протеина, т	1,15	0,58	0,60	0,42	0,29	0,58	0,39	0,45	4,46	0,56
обменной энергии, ГДж/га	98,21	49,43	55,77	39,72	20,53	53,89	23,59	47,67	388,81	48,60
Затраты энергии на: технологию, ГДж/га	12,90	7,97	10,21	9,87	9,20	10,19	9,30	10,10	79,74	9,97
1 кг сухого вещества, МДж	2,12	2,57	2,64	3,62	8,00	2,72	6,04	2,95	30,66	3,83
1 кормовую единицу, МДж	2,84	3,42	1,77	2,43	5,82	1,83	4,41	2,20	24,72	3,09
1 кг сырого протеина, МДж	11,21	13,74	17,02	23,50	31,72	17,57	23,85	22,44	161,05	20,13

Второй год возделывания люцерны отмечался практически двукратным снижением урожайности и выходом сухого вещества, кормовых единиц и сырого протеина с гектара: 15,5 т/га, 3,10 т, 2,33 т, 0,58 т против 30,4 т/га, 6,07 т, 4,55 т, 1,15 т соответственно в первый год жизни.

Применение люцерны в качестве предшественника озимой пшеницы положительно отразилось на урожайности зерна (4,50 т/га). Это способствовало большему выходу сухого вещества (3,87 т/га), кормовых единиц (5,76 т/га), сырого протеина (0,60 т/га).

Для ярового ячменя более предпочтительным предшественником был горох, где урожайность зерна

составляла 3,98; сбор сухого вещества – 3,42; кормовых единиц – 4,58; сырого протеина – 0,45 т/га.

Горох, высеваемый после озимой пшеницы, был более урожайным (1,79 т/га), чем после ярового ячменя, а также обеспечивал больший выход с гектара сухого вещества (1,54 т), кормовых единиц (2,11 т), сырого протеина (0,39 т) в сравнении с предшественником яровым ячменем, где урожайность составила 1,34 т/га, выход сухого вещества – 1,15 т/га, кормовых единиц – 1,58 т/га, сырого протеина – 0,29 т/га.

В зерновом четырехпольном севообороте с 1 га севооборотной площади получено сухого вещества 2,62; кормовых единиц – 3,15; сырого протеина – 0,40 т и обменной энергии – 34,93 ГДж (табл. 3).

3. Биоэнергетическая оценка четырехпольного зернового севооборота (2013–2014 гг.)

3. Bioenergy estimation of a four-crop rotation sequence (2013–2014)

Показатель	Культура севооборота				По севообороту	
	суданская трава (зеленая масса)	озимая пшеница	овес	яровой ячмень	в сумме	на 1 га
Урожайность, т/га	16,05	3,06	2,73	2,64	–	–
Выход с гектара: сухого вещества, т	3,21	2,63	2,35	2,27	10,46	2,62

кормовых единиц, т	2,57	3,92	2,73	3,38	12,60	3,15
сырого протеина, т	0,56	0,41	0,29	0,35	1,61	0,40
обменной энергии, ГДж/га	38,23	37,90	30,57	33,03	139,73	34,93
Затраты энергии на: технологию, ГДж/га	8,67	10,21	9,79	9,87	38,53	9,64
1 кг сухого вещества, МДж	2,70	3,88	4,16	4,35	15,09	3,77
1 кормовую единицу, МДж	3,37	2,60	3,59	2,92	12,48	3,12
1 кг сырого протеина, МДж	15,48	24,90	33,76	28,20	107,34	25,58

В опыте суданская трава обеспечивала высокую урожайность зеленой массы и выход сухого вещества с гектара. Однако кормовая ценность продукции была ниже по сравнению с другими культурами севооборота: 2,57 против 2,73–3,92 т/га. Наибольшие сбор сырого протеина и выход обменной энергии отмечались в этом варианте опыта.

В зерновом четырехпольном севообороте отмечалось снижение урожайности зерна озимой пшеницы по сравнению с биологизированным на 30–32%. Таким образом, использование однолетних трав (суданская трава) на зеленую массу не является хорошим предшественником для озимой пшеницы.

Вследствие высокой насыщенности севооборота зерновыми культурами отмечалось снижение урожайности зерна и ярового ячменя по сравнению с биологизированным.

Отличительной особенностью данного севооборота является повышение на 41,7–46,3% и 42,1–46,9% энергозатрат на 1 кг сырого протеина и кормовых единиц соответственно при возделывании озимой пшеницы. Подобная тенденция относительно затрат энергии на данные показатели качества зерна также отмечались и по яровому ячменю, где превышение затрат на сырой протеин составляло 20,0–25,7%, а на кормовые единицы – 20,2–32,7%.

Сравнительная биоэнергетическая оценка зернового (четырепольного) и биологизированного (восьмипольного с насыщением до 25% люцерной) севооборотов показала, что выход питательных веществ с 1 га севооборотной площади биологизированного севооборота выше, чем в зерновом, на 22% по сухому веществу, на 40% по содержанию сырого протеина и на 39% по обменной энергии (табл. 4).

4. Сравнительная биоэнергетическая оценка зернового и биологизированного севооборотов (2013–2014 гг.)

4. Comparative bioenergy estimation of grain and biologized crop rotation (2013–2014)

Севооборот	Выход с 1 га севооборотной площади				Затраты энергии на 1 кг, МДж			К. Э. Э.
	сухого вещества, т	кормовых единиц, т	сырого протеина, т	обменной энергии, ГДж	сухого вещества	кормовых единиц	сырого протеина	
Зерновой	2,62	3,15	0,40	34,93	3,77	3,12	25,58	3,62
Биологизированный	3,20	3,82	0,56	48,60	3,83	3,09	20,13	4,87

В биологизированном севообороте отмечено снижение затрат энергии на 1 кг сырого протеина (27%) с наибольшим коэффициентом энергетической эффективности – 4,87 против 3,62 в зерновом севообороте.

Выводы. Сравнительная биоэнергетическая оценка зернового (4-польного) и биологизированного (8-польного с насыщением до 25% люцерной) сево-

оборотов показала, что выход питательных веществ с 1 га севооборотной площади биологизированного севооборота выше, чем в зерновом, на 22% по сухому веществу, на 40% по содержанию сырого протеина и на 39% по обменной энергии. Также данный севооборот отличался меньшими затратами энергии (снижение на 27%) на производство 1 кг сырого протеина.

Библиографические ссылки

1. Баршадская С. И., Романенко А. А., Квашин А. А. Продуктивность озимой пшеницы в северной зоне Краснодарского края. Краснодар, 2010. 254 с.
2. Голдштайн В., Боинчан Б. Ведение хозяйств на экологической основе в лесостепной и степной зонах Молдовы, Украины и России. М.: ЭкоНива, 2000. С. 69–70.
3. Гриценко А. А. Агрометеорологические условия в Зерноградском районе Ростовской области (1930–2002 гг.). Ростов н/Д., 2005. 80 с.
4. Громова С. Н., Скрипка О. В., Подгорный С. В. Продуктивность и устойчивость сортов озимой мягкой пшеницы к полеганию и мучнистой росе в условиях Ростовской области // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2016. № 4. С. 4–9.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 351 с.
6. Ермоленко В. П., Калинин И. Г. и др. Система ведения агропромышленного производства Ростовской области (на период 2001–2005 гг.). Ростов н/Д.: Феникс, 2001. 928 с.
7. Игнатъев С. А., Грязева Т. В., Игнатъева Н. Г., Редигин А. А. Изучение динамики продуктивности и качества корма разных сортов люцерны и эспарцета // *Зерновое хозяйство России*. 2018. № 5(59). С. 10–14. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-59-5-10-14.
8. Калашников А. П., Клейменова Н. И., Баканов Н. Н. и др. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.
9. Кива А. А., Рабштына В. М., Сотников В. И. Биоэнергетическая оценка и снижение энергоемкости технологических процессов в животноводстве. М.: Агропромиздат, 1990. 175 с.
10. Листопадов И. Н., Техин И. И., Овчинников В. А. Корневые системы и противоэрозионная эффективность культур в севообороте // *Рациональное природопользование и сельскохозяйственное производство в южных регионах Российской Федерации*. М.: Современные тетради, 2003. С. 81–85.
11. Методика государственного испытания сельскохозяйственных культур. М., 1989. Вып. 2. 194 с.
12. Разумов В. А. Руководство по анализу кормов. М.: Россельхозиздат, 1983. 273 с.

13. Федоров В. А., Воронцов В. А., Брюхова З. Я. Земледелие на биологической основе. Тамбов: Пролетарский светоч, 2000. 50 с.
14. Шапошникова И. М. Плодородие черноземов юга России. Ростов н/Д., 2004. 177 с.
15. Шишова Е. А., Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В., Романюкин А. Е. Создание и хозяйственно-биологическая характеристика сорго-суданковых гибридов // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2(62). С. 27–31. DOI: 10.31367/2079-8725-62-2-27-31.

References

1. Barshadskaya S. I., Romanenko A. A., Kvashin A. A. Produktivnost' ozimoy pshenicy v severnoj zone Krasnodarskogo kraja [The winter wheat productivity in the northern zone of the Krasnodar Territory]. Krasnodar, 2010. 254 s.
2. Goldshtajn V., Boinchan B. Vedenie hozyajstv na ekologicheskoj osnove v lesostepnoj i stepnoj zonah Moldovy, Ukrainy i Rossii [Ecological farming in the forest-steppe and steppe zones of Moldova, Ukraine and Russia]. M.: EkoNiva, 2000. S. 69–70.
3. Gricenko A. A. Agrometeorologicheskie usloviya v Zernogradskom rajone Rostovskoj oblasti (1930–2002 god) [Agrometeorological conditions in the Zernograd district of the Rostov region (1930–2002)]. Rostov n/D., 2005. 80 s.
4. Gromova S. N., Skripka O. V., Podgornij S. V. Produktivnost' i ustojchivost' sortov ozimoy myagkoj pshenicy k poleganiyu i muchnistoj rose v usloviyah Rostovskoj oblasti [Productivity and resistance of winter soft wheat varieties to lodging and powdery mildew in the conditions of the Rostov region] // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2016. № 4. S. 4–9.
5. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Kolos, 1985. 351 s.
6. Ermolenko V. P., Kalinenko I. G. i dr. Sistema vedeniya agropromyshlennogo proizvodstva Rostovskoj oblasti (na period 2001–2005 gg.) [The system of agricultural production in the Rostov region (for the period of 2001–2005)]. Rostov n/D.: Feniks, 2001. 928 s.
7. Ignat'ev S. A., Gryazeva T. V., Ignat'eva N. G., Redigin A. A. Izuchenie dinamiki produktivnosti i kachestva korma raznyh sortov lyucerny i esparceta [The study of the dynamics of productivity and quality of feed obtained from different alfalfa and sainfoin varieties] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 5(59). S. 10–14. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-59-5-10-14.
8. Kalashnikov A. P., Klejmyonova N. I., Bakanov N. N. i dr. Normy i raciony kormleniya sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh. Spravochnoe posobie [Norms and rations for feeding farm animals. Reference guide]. M.: Agropromizdat, 1985. 352 s.
9. Kiva A. A., Rabshtyna V. M., Sotnikov V. I. Bioenergeticheskaya ocenka i snizhenie energoyomkosti tekhnologicheskix processov v zhivotnovodstve [Bioenergy assessment and reduction of energy intensity of technological processes in animal husbandry]. M.: Agropromizdat, 1990. 175 s.
10. Listopadov I. N., Tekhin I. I., Ovchinnikov V. A. Kornevye sistemy i protivooerozionnaya effektivnost' kul'tur v sevooborote [Root systems and anti-erosion efficiency of grain crops in crop rotation] // Racional'noe prirodopol'zovanie i sel'skohozyajstvennoe proizvodstvo v yuzhnyh regionah Rossijskoj Federacii. M.: Sovremennye tetradi, 2003. S. 81–85.
11. Metodika gosudarstvennogo ispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Methods of State Variety Testing of Agricultural crops]. M., 1989. Vyp. 2. 194 s.
12. Razumov V. A. Rukovodstvo po analizu kormov [Guidelines for feeds analysis]. M.: Rossel'hozizdat, 1983. 273 s.
13. Fyodorov V. A., Voroncov V. A., Bryuhova Z. Ya. Zemledelie na biologicheskoj osnove [Biologically based farming]. Tambov: Proletarskij svetoch, 2000. 50 s.
14. Shaposhnikova I. M. Plodorodie chernozemov yuga Rossii [Fertility of blackearth (chernozem) of the south of Russia]. Rostov n/D., 2004. 177 s.
15. Shishova E. A., Kovtunova N. A., Kovtunov V. V., Romanyukin A. E. Sozdanie i hozyajstvenno-biologicheskaya harakteristika sorgo-sudankovyh gibridov [Development and economic and biological characteristics of sorghum-Sudan hybrids] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 2(62). S. 27–31. DOI: 10.31367/2079-8725-62-2-27-31.

Поступила: 7.10.19; принята к публикации: 17.10.19.

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

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

СРОКИ ПОСЕВА ТВЕРДОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

А. С. Попов, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией технологии возделывания зерновых культур, ORCID ID: 0000-0001-6593-1138
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Одной из важных зерновых культур является твердая озимая пшеница. Данная культура формирует зерно, из которого получают высококачественные макаронные изделия и крупы. Недостаточная изученность элементов технологии возделывания этой культуры является одним из сдерживающих факторов ее широкого использования. Срок посева – один из основных элементов технологии возделывания твердой озимой пшеницы, определяющий продолжительность и условия вегетации, от которых зависит ее урожайность. Исследования проводили в ФГБНУ «АНЦ «Донской» с 2013 по 2018 г. в полевом севообороте лаборатории технологии возделывания зерновых культур. Изучали четыре срока посева: 10, 20, 30 сентября и 10 октября по трем предшественникам (черный пар, горох, подсолнечник). Общая площадь делянки в опытах – 55 м², учетная – 41,25 м². Повторность – четырехкратная. Расположение вариантов в повторениях – систематическое последовательное. Опыт заложен и проведен в соответствии с методикой полевого опыта Б. А. Доспехова (1985). В результате проведенных исследований установлено, что минимальный период от посева до появления всходов твердой озимой пшеницы был по предшественнику черный пар (от 21 до 27 дней), максимальный – по предшественнику подсолнечник (от 27 до 37 дней). От фазы всходов до прекращения осенней вегетации твердой озимой пшеницы от раннего срока посева (10 сентября) до позднего срока посева (10 октября) происходит уменьшение периода вегетации растений, обеспеченность ими положительными и активными температурами, а обеспеченность влагой увеличивается в зависимости от предшественника. Максимальная урожайность твердой озимой пшеницы получена по предшественнику черный пар (от 5,74 до 6,44 т/га), а наименьшая – по предшественнику подсолнечник (от 4,61 до 5,09 т/га). По всем предшественникам, которые являются оптимальными для данной культуры, наибольшая урожайность твердой озимой пшеницы формируется при севе с 10 по 30 сентября.

Ключевые слова: твердая озимая пшеница, сроки посева, предшественники, урожайность.

Для цитирования: Попов А. С. Сроки посева твердой озимой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 28–32. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-28-32.



THE SOWING DATE OF WINTER DURUM WHEAT

A. S. Popov, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory of grain crop cultivation technologies, ORCID ID: 0000-0001-6593-1138
Agricultural Research Center "Donskoy",
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Winter durum wheat is one of the most important crops. This grain crop forms the grain from which high-quality pasta and groats are obtained. The insufficient knowledge of the elements of cultivation technology of this grain crop is one of the factors that limits its widespread use. The sowing date is one of the main elements of cultivation technology of winter durum wheat, which determines the duration and conditions of vegetation, which its productivity depends on. The study was carried out at the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" in 2013–2018 in the field crop rotation of the laboratory of grain crop cultivation technologies. There were studied four sowing dates, September 10, 20, 30 and October 10 according to three forecrops (weedfree fallow, peas, sunflower). The total area in the trials was 55 m², and the accounting area was 41.25 m², fourfold repetitions. The arrangement of variants in the repetitions was systematic and sequential. The trial was laid down and carried out in accordance with Dospikhov's methodology of a field trial (1985). As a result of the conducted study, it was determined that the minimum period from sowing date to winter durum wheat sprouting was in the variant with weedfree fallow (from 21 to 27 days) maximal period was in the variant with sunflower (from 27 to 37 days). From the germination period to the finish of autumn vegetation of winter durum wheat (from the early sowing date (September 10) to the late sowing date (October 10)), the vegetation period of the plants decreases, their provision with positive and active temperatures and moisture increases depending on the forecrop. The largest productivity of winter durum wheat was obtained due to weedfree fallow (from 5.74 to 6.44 t/ha), and the smallest productivity of winter durum wheat was obtained when sown after sunflower (from 4.61 to 5.09 t/ha). For all forecrops, the largest yields of winter durum wheat are formed when sowing from September 10 to September 30, which proved to be optimal for this grain crop.

Keywords: winter durum wheat, sowing date, forecrops, productivity.

Введение. Твердая пшеница является незаменимым сырьем для получения качественных макаронных изделий и круп и представлена яровым и озимым типом развития. Озимая форма по качеству не уступает яровой, а по урожайности значительно превосходит ее (Самофалова, 2012; Романенко, 2013). Производство зерна твердой пшеницы в РФ недостаточно для удовлетворения потребности в нем (Самофалова, 2016). Одним из сдерживающих факторов распространения сортов твердой озимой пшеницы является недостаточность изученности элементов

технологии, адаптированных к условиям выращивания (Самофалова, 2012; Романенко, 2013).

Срок посева – важный элемент технологии, определяющий продолжительность вегетации и влияющий у озимых культур на развитие растений осенью, их перезимовку и дальнейший рост, развитие и в конечном результате на урожайность (Алабушев, 1998).

Цель исследований – определить оптимальный срок посева для твердой озимой пшеницы по различным предшественникам в южной зоне Ростовской области.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в ФГБНУ «АНЦ «Донской» в полевом севообороте лаборатории технологии возделывания зерновых культур в 2013–2018 гг. Изучали четыре срока посева: 10, 20, 30 сентября и 10 октября. Предшественники – черный пар, горох, подсолнечник.

Общая площадь делянки в опытах – 55, учетная – 41,25 м². Повторность – четырехкратная. Расположение вариантов в повторениях – систематическое последовательное. Опыт заложен и проведен по методике полевого опыта Б. А. Дослехова (1985). Погодные условия определяли метеостанцией «Зерноград».

Почва опытного участка представлена черноземом обыкновенным тяжелосуглинистым. Гумусовый слой мощный и составляет от 75 до 140 см. Подвижный фосфор имеет низкое значение (20–25 мг/кг почвы), а обменный калий – повышенное (350–400 мг/кг почвы).

Результаты и их обсуждение. Посев твердой озимой пшеницы в различные сроки влиял на время появления всходов. Наименьший период от посева до появления всходов был установлен по предшественнику черный пар – от 21 до 27 дней, по предшественнику горох – от 26 до 36 дней и наибольшее время появления всходов отмечено по предшественнику подсолнечник – от 27 до 37 дней в зависимости от сроков посева (рис. 1).

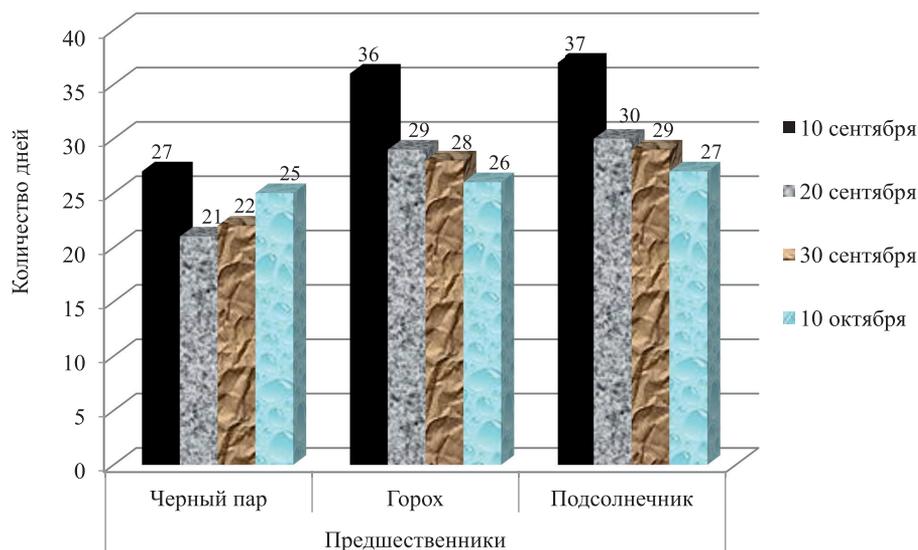


Рис. 1. Продолжительность периода от посева до фазы всходов твердой озимой пшеницы в зависимости от срока посева и предшественников, дней

Fig. 1. The duration of the period from sowing to the germination of winter durum wheat, depending on the sowing date and forecrops, days

По непаровым предшественникам наблюдалось уменьшение продолжительности периода появления всходов от раннего срока (10 сентября) к позднему (10 октября). По данным предшественникам сдерживающим фактором появления всходов является отсутствие продуктивной влаги в посевном слое. Всходы появлялись только после выпадения осадков. Особенности южной зоны Ростовской области являются неравномерность и нестабильность выпадения осадков в осенний период (Самофалова, 2019), поэтому после непаровых предшественников отсутствует гарантия получения своевременных и дружных всходов.

Срок появления всходов твердой озимой пшеницы по предшественнику подсолнечник был на один день длиннее, чем по предшественнику горох. Это связано с качеством подготовки и обработки почвы перед посевом. После гороха период подготовки почвы составляет более двух месяцев, поэтому есть возможность качественно подготовить почву к посеву. После подсолнечника почва сильно иссушена, а период от его уборки и до посева твердой озимой пшеницы на подготовку почвы наименьший.

При сентябрьских сроках посева основным фактором, сдерживающим появление всходов, являлось отсутствие влаги в почве, а при посеве 10 октября, когда к этому времени выпадали осадки, основной причиной задержки получения всходов является снижение среднесуточных температур. Посев твердой озимой

пшеницы по предшественникам горох и подсолнечник 10 октября обеспечивал наименьший срок от посева до фазы всходов по сравнению с другими сроками посева, данный период составил 26 и 27 дней соответственно. По предшественнику черный пар при посеве 10 октября срок появления всходов был равен 25 дней. Это указывает на влияние подготовки почвы к посеву по различным предшественникам. Чем продолжительнее период от уборки предшественника до посева озимых культур, тем качественней проводится подготовка почвы путем формирования структурного верхнего слоя и плотного ложа, выравнивания, борьбы с сорняками, накопления влаги и т. д.

Зависимости уменьшения периода появления всходов от раннего срока к позднему по предшественнику черный пар не установлено. Предшественник черный пар не во все годы является гарантом появления своевременных всходов из-за уменьшения осадков и увеличения температуры в весенне-летний период. Однако именно по этому предшественнику наблюдали наименьшее количество дней от посева до появления всходов (от 21 до 27 дней). Наименьший период от посева до появления всходов был при посеве 20 сентября, который составил 21 день, и при сроке посева 30 сентября – 22 дня. Данные сроки посева обеспечивают минимальное количество дней нахождения семян в почве в неактивном состоянии. При посеве 10 сентября в годы, когда в почве достаточное количество влаги и всходы появляются после посе-

ва, растения твердой озимой пшеницы подвергаются поражению злаковыми мухами. Поэтому семена раннего срока посева необходимо обязательно протравливать наряду с фунгицидными препаратами и инсектицидными протравителями.

Наибольшее количество дней от посева до появления всходов отмечено по непаровым предшественникам. Семена находятся в почве наибольший период времени и подвержены риску провоцирующих осадков для наклевывания и набухания семян без получения

всходов, а также плесневению семян и поражению их болезнями, что приводит к снижению всхожести.

Наибольшее количество дней осенней вегетации установлено по предшественнику черный пар благодаря меньшему периоду от посева до всходов. Достаточная обеспеченность семян для прорастания и получения всходов по данному предшественнику способствует наибольшему количеству дней осенней вегетации растений твердой озимой пшеницы (табл. 1).

1. Количество дней и осадков, сумм положительных и активных температур от фазы всходов до прекращения вегетации (2013–2018 гг.)

1. Number of days and precipitation, the sum of positive and active temperatures from the germination period to the finish of the vegetation period (2013–2018)

Показатель от фазы всходов до прекращения осенней вегетации	Предшественник											
	черный пар				горох				подсолнечник			
	срок посева											
	10 сентября	20 сентября	30 сентября	10 октября	10 сентября	20 сентября	30 сентября	10 октября	10 сентября	20 сентября	30 сентября	10 октября
Продолжительность периода, дней	41	36	26	13	31	28	19	12	31	27	18	11
Сумма температур, °С	380,4	302,6	190,4	97,7	268,1	223,2	137,3	90,7	268,5	213,9	130,5	87,0
Сумма активных температур, °С	226,6	170,9	87,0	35,6	159,8	113,2	55,1	35,6	155,5	107,0	49,1	35,6
Сумма осадков, мм	63,3	57,6	36,9	17,3	32,6	32,6	23,4	16,8	32,6	28,7	22,0	16,8
ГТК	2,8	3,4	4,2	4,9	2,0	2,9	4,2	4,7	2,1	2,7	4,5	4,7

По всем изучаемым предшественникам наибольшее количество дней от всходов до прекращения осенней вегетации было установлено при посеве 10 сентября (41 день по черному пару, 31 день по предшественнику горох, 31 день по предшественнику подсолнечник). По непаровым предшественникам период осенней вегетации при посеве 10 сентября и 20 сентября составляет от 27 до 31 дней, так как всходы, как правило, появляются после выпадения осадков.

Наименьший период от всходов до прекращения осенней вегетации составляет от 11 до 13 дней в зависимости от предшественника, что не позволяет хорошо развиваться растениям твердой озимой пшеницы до ухода в зиму. При этом сорта твердой озимой пшеницы данного срока посева не снижают морозо-, зимостойкость и по перезимовке не уступают другим срокам посева.

Основными факторами условий вегетации сельскохозяйственных растений, наряду с элементами питания, является обеспеченность их температурой и влагой, особенно для засушливых условий Ростовской области (Овсянникова, 2008; Янковский, 2011). Для семян твердой озимой пшеницы обеспечение оптимальных условий прорастания особенно важно, так как эта культура снижает всхожесть семян в условиях возрастающего водного стресса (Лиховидова, 2019).

Сроки посева влияют на период появления всходов твердой озимой пшеницы, что способствует изменению накопления температур и обеспеченности растений влагой в осенний период вегетации.

Важным показателем обеспеченности растений влагой является количество осадков, выпадающих за осеннюю вегетацию после появления всходов. Количество осадков уменьшалось по всем предшественникам от раннего срока 10 сентября к позднему сроку посева 10 октября. По предшественнику горох количество осадков за осеннюю вегетацию при посеве 10 сентября и 20 сентября одинаково (32,6 мм), а по предшественнику подсолнечник между данны-

ми сроками посева разница в количестве выпавших осадков незначительна (3,9 мм).

По предшественнику черный пар количество выпавших осадков от фазы всходов до прекращения вегетации было наибольшим (от 17,3 до 63,3 мм) по сравнению с предшественниками горох и подсолнечник (от 16,8 до 32,6 мм) в зависимости от срока посева. Учитывая, что черный пар является накопителем продуктивной влаги за осенне-зимний и весенне-летний период, а в годы, когда по данному предшественнику появляются всходы после посева, осадки, выпадающие осенью, являются дополнительным положительным фактором хорошей вегетации в послевсходовый период. Таким образом, вегетирующим растениям твердой озимой пшеницы в осенний период создаются более благоприятные условия вегетации по влагообеспеченности по сравнению с непаровыми предшественниками.

При посеве 10 октября количество осадков и сумм положительных температур по черному пару и непаровыми предшественниками от фазы всходов до прекращения вегетации различалось незначительно – на 0,5 мм и на 7,0–10,7 °С. Сумма активных температур между данными предшественниками была одинакова. Это указывает на то, что поздний срок посева создает одинаковые условия по температурному режиму, а по накоплению влаги, питательных веществ и качеству обработки почвы условия формируются разные.

Наибольшие суммы положительных и активных температур установлены по предшественнику черный пар, величина которых колебалась от 97,7 до 380,4 °С и от 35,6 до 226,6 °С соответственно. Наименьшее их количество было по предшественнику подсолнечник (сумма положительных температур составила от 87,0 до 268,5 °С; сумма активных температур – от 35,6 до 155,5 °С). Промежуточное значение по сумме температур, накопленных за осеннюю вегетацию, занимал предшественник горох (сумма положительных температур – от 90,7 до 268,1 °С; сумма активных температур – от 35,6 до 159,8 °С).

Для оценки условий увлажнения осеннего периода от всходов до прекращения вегетации использовался гидротермический коэффициент Селянинова. В послевсходовый период по всем срокам посева твердой озимой пшеницы условия увлажнения характеризовались как избыточно увлажненные (более 1,6).

Гидротермический коэффициент увеличивался от раннего срока к позднему (от 10 сентября к 10 октября) на фоне снижения сумм активных температур по всем предшественникам. Это указывает на то, что при позднем сроке посева растения испытывают недостаток в сумме активных температур, а условия увлажнения данного срока характеризуются наибольшим гидротермическим коэффициентом.

2. Влияние сроков посева твердой озимой пшеницы по различным предшественникам на урожайность зерна, т/га (2014–2018 гг.)

2. Effect of the sowing dates of winter durum wheat with various forecrops on grain productivity, t/ha (2014–2018)

Срок посева	Предшественник		
	черный пар	горох	подсолнечник
10 сентября	6,33	5,93	5,01
20 сентября	6,48	5,98	5,09
30 сентября	6,29	5,83	5,00
10 октября	5,74	5,39	4,61
НСР _{0,05}	0,29	0,26	0,27

Данный предшественник способствует получению наибольшей урожайности при посеве 20 сентября – 6,48 т/га, при этом достоверной разницы между данным сроком посева и посевом 10 и 30 сентября не установлено. Урожайность при посеве 10 и 30 сентября была на 0,15 и 0,19 т/га меньше, чем при посеве 20 сентября. Существенное снижение урожайности по предшественнику черный пар наблюдалось при посеве 10 октября – до 5,74 т/га.

По непаровым предшественникам установлена аналогичная закономерность формирования урожайности. По предшественникам горох и подсолнечник урожайность была наибольшей при посеве 10, 20 и 30 сентября (по предшественнику горох – с 5,83 до 5,98 т/га; по предшественнику подсолнечник – с 5,00 до 5,09 т/га). Достоверно меньше урожайность по непаровым предшественникам формировалась при посеве 10 октября. По предшественнику горох урожайность при данном сроке посева составила 5,39 т/га, а по предшественнику подсолнечник – 4,61 т/га.

В южной зоне Ростовской области согласно Зональной системе земледелия Ростовской

области (2013) предельно допустимыми сроками сева установлен период с 6 по 15 октября. Проведенные исследования по изучению сроков посева позволили установить, что при смещении сроков сева с 10, 20 и 30 сентября на конец допустимых (в нашем опыте 10 октября, который приходится на середину допустимых сроков посева) урожайность твердой озимой пшеницы уменьшается от 0,55 до 0,74 т/га.

Недостаток температур поздних сроков посева способствует слабому развитию растений с осени, что невозможно компенсировать в последующие периоды вегетации. Растения посева 10 октября уходят в зиму слабо развитые, нераскутившиеся и формируют наименьшую урожайность зерна твердой озимой пшеницы. Основным показателем элементов технологии возделывания сельскохозяйственных культур является урожайность. По предшественнику черный пар во все сроки посева урожайность зерна (от 5,74 до 6,48 т/га) по изучаемым сортам твердой озимой пшеницы (Амазонка, Курант, Агат донской, Кристелла, Лазурит) была наибольшей по сравнению с другими предшественниками (табл. 2).

Выводы. В условиях южной зоны Ростовской области для формирования наибольшей урожайности зерна твердой озимой пшеницы лучшим предшественником является черный пар. Своевременное проведение посева в оптимальные сроки способствует наиболее полной реализации продуктивности данной культуры. При выборе предшественника в первую очередь необходимо проводить сев по паровым предшественникам, затем по лучшим непаровым и заканчивать посев на полях с низким уровнем агрофона. При этом посев твердой озимой пшеницы должен быть проведен в максимально сжатые сроки в период с 10 по 30 сентября.

Библиографические ссылки

1. Алабушев В. А., Алабушев А. В., Сорокин Б. Н. Теоретические основы растениеводства. Ростов н/Д.: ПТ «Придонье», 1998. 192 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
3. Лиховидова В. А., Казакова А. С., Самофалова Н. Е. Влияние водного и температурного стрессов на всхожесть семян сортов твердой озимой пшеницы, полученных в контрастные по погодным условиям годы // Зерновое хозяйство России. 2019. № 5(65) С. 34–39.
4. Овсянникова Г. В., Кривошеева Е. Д. Влияние предшественников на урожайность озимой пшеницы в зависимости от обеспеченности почвы влагой и основными элементами питания // Научное обеспечение стабильности производства зерновых культур: сборник. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2008. С. 332–337.
5. Романенко А. А., Беспалова Л. А., Мудрова А. А. и др. Ресурсосберегающая технология производства озимой твердой пшеницы. Рекомендации // М.: ФГБНУ «Росиформагротех», 2013. 52 с.
6. Самофалова Н. Е., Дубинина О. А., Самофалов А. П., Иличкина Н. П. Роль метеофакторов в формировании продуктивности озимой твердой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2019. № 5(65). С. 18–23. DOI: 2079-8725-2019-65-5-18-23.
7. Самофалова Н. Е., Иличкина Н. П., Авраменко М. А. и др. Коммерческие сорта озимой твердой пшеницы и особенности их семеноводства // Зерновое хозяйство России. 2016. № 6(48). С. 42–47.
8. Самофалова Н. Е., Попов А. С., Иличкина Н. П. и др. Твердая (тургидная) озимая пшеница в Ростовской области (сортовой состав, технология возделывания, семеноводство) // Научно-практические рекомендации. Ростов н/Д., 2012. 80 с.

9. Янковский Н. Г. Влияние водного режима почвы на урожайность твердой озимой пшеницы в зависимости от предшественников // Материалы Юбилейной Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию заслуженного деятеля науки России, доктора с.-х. наук, профессора В. А. Алабушева (17–18 февраля 2011 г.). Пос. Персиановский: типография Донского аграрного университета, 2011. С. 140–143.

References

1. Alabushev V. A. Teoriticheskie osnovy rastenievodstva [The theoretical basis of plant-breeding]. Rostov n/D.: PT "Pridon'e", 1998. 192 s.

2. Dospelkov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.

3. Lihovidova V. A., Kazakova A. S., Samofalova N. E. Vliyanie vodnogo i temperaturnogo stressov na vskhozhest' semyan sortov tverdoj ozimoj pshenicy, poluchennyh v kontrastnye po pogodnym usloviyam gody [The effect of water and temperature stresses on the germination of durum winter wheat varieties obtained in contrasting weather conditions] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 5(65). S. 34–39.

4. Ovsyannikova G. V., Krivosheeva E. D. Vliyanie predshestvennikov na urozhajnost' ozimoj pshenicy v zavisimosti ot obespechennosti pochvy vlagoy i osnovnymi elementami pitaniya [The effect of forecrops on the winter wheat yields, depending on the availability of soil moisture and basic nutrients] // Nauchnoe obespechenie stabil'nosti proizvodstva zernovyh kul'tur: sbornik. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2008. S. 332–337.

5. Romanenko A. A., Bespalova L. A., Mudrova A. A. i dr. Resursosberegayushchaya tekhnologiya proizvodstva ozimoj tverdoj pshenicy [Resource-saving technology for winter durum wheat production] // Rekomendacii. M.: FGBNU "Rosinformagrotekh", 2013. 52 s.

6. Samofalova N. E., Dubinina O. A., Samofalov A. P., Ilichkina N. P. Rol' meteorofaktorov v formirovanii produktivnosti ozimoj tverdoj pshenicy [The role of meteorological factors in the formation of winter durum wheat productivity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 5(65). S. 18–23. DOI: 2079-8725-2019-65-5-18-23.

7. Samofalova N. E., Ilichkina N. P., Avramenko M. A. i dr. Kommercheskie sorta ozimoj tverdoj pshenicy i osobennosti ih semenovodstva [Commercial varieties of winter durum wheat and especially their seed production] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 6(48). S. 42–47.

8. Samofalova N. E., Popov A. S., Ilichkina N. P. i dr. Tverdaya (turgidnaya) ozimaya pshenica v Rostovskoj oblasti (sortovoj sostav, tekhnologiya vozdeleyvaniya, semenovodstvo) [Winter durum (turgid) wheat in the Rostov region (varietal composition, cultivation technology, seed production)] // Nauchno-prakticheskie rekomendacii. Rostov n/D., 2012. 80 s.

9. Yankovskij N. G. Vliyanie vodnogo rezhima pochvy na urozhajnost' tverdoj ozimoj pshenicy v zavisimosti ot predshestvennikov [The effect of the water soil regime on the yield of winter durum wheat, depending on forecrops] // Materialy Yubilejnoj Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchennoj 80-letiyu zaslužennogo deyatelya nauki Rossii, doktora s.-h. nauk, professora V. A. Alabusheva (17–18 fevralya 2011 g.). Pos. Persianovskij: tipografiya Donskogo agrarnogo universiteta, 2011. S. 140–143.

Поступила: 8.10.19; принята к публикации: 16.10.19.

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. Попов А. С. – концептуализация исследования, подготовка опыта, выполнение опыта и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЮГА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

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

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

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

О. А. Некрасова, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, ORCID ID: 0000-0002-4409-4542;

С. Н. Громова, агроном лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, ORCID ID: 0000-0002-8627-279X;

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

Н. С. Кравченко, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, зав. лабораторией 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, ул. Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Для успешного выполнения задач по увеличению производства зерна и повышению его качества важнейшее значение отводится созданию и внедрению в производство новых сортов озимой пшеницы. Сорты мягкой озимой пшеницы, созданные в ФГБНУ «АНЦ «Донской» и внесенные в Государственный реестр селекционных достижений РФ, способны формировать зерно с содержанием клейковины до 30,0% и выше, пригодное для хлебопечения первого, второго и третьего класса. Сравнительная характеристика качества зерна сортов озимой пшеницы интенсивного типа, включенных в Госреестр, и их способность формировать продовольственное зерно, пригодное для хлебопечения, в настоящее время представляют практический интерес. Изучали 6 сортов в условиях засухи 2013, 2014 гг. (количество осадков за вегетацию – 190,0–191,5 мм, среднесуточная температура воздуха – 20,3–20,9 °С) и избыточного увлажнения 2016, 2017 гг. (количество осадков – 274,2–292,8 мм, среднесуточная температура воздуха – 19,5–20,4 °С). Наиболее высокую урожайность изучаемые сорта формировали в условиях избыточного увлажнения – от 8,70 до 9,01 т/га. В условиях засухи урожайность у сортов значительно снижалась и колебалась от 6,50 до 7,69 т/га. Более высокое качество зерна у представленных сортов формировалось в условиях засухи в 2013, 2014 гг. Содержание белка изменялось от 14,9 до 15,9%, клейковины – от 27,9 до 31,0%. Продовольственное зерно, близкое к первому классу (клейковина – от 30,0 до 31,0%), сформировали сорта Аксинья, Танаис и Находка; второго класса (клейковина – более 28,0%) – сорта Шеф и Эюд. Метод ранжирования по показателям качества зерна позволил определить средний ранг и выявить сорта Аксинья, Танаис, Находка и Шеф с наиболее высокими хлебопекарными свойствами.

Ключевые слова: сорт, пшеница, урожайность, белок, клейковина, стекловидность, сила муки, объем хлеба, валориметрическая оценка.

Для цитирования: Скрипка О. В., Подгорный С. В., Самофалов А. П., Некрасова О. А., Громова С. Н., Чернова В. Л., Кравченко Н. С. Хлебопекарные качества зерна озимой мягкой пшеницы в условиях юга Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 33–36. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-33-36.



BAKING PROPERTIES OF WINTER SOFT WHEAT GRAIN GROWN IN THE SOUTH OF THE ROSTOV REGION

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

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

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

O. A. Nekrasova, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory of the breeding and seed production of winter soft wheat of intensive type, ORCID ID: 0000-0002-4409-4542;

S. N. Gromova, agronomist of the laboratory of the breeding and seed production of winter soft wheat of intensive type, ORCID ID: 0000-0002-8627-279X;

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

N. S. Kravchenko, Candidate of Biological Sciences, researcher, head of the laboratory of 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

To successfully increase grain production and improve its quality, the development and introduction of new winter wheat varieties is of great importance. The winter soft wheat varieties developed by the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" and included into the State List of Breeding Achievements of the Russian Federation are able to form grain with 30.0% gluten and more, and are suitable for the first, second and third class of baking. A comparative characteristic of the grain quality of winter wheat varieties of the intensive type included in the State List and their ability to form food grain suitable for baking is currently of practical interest. There have been studied 6 varieties in the conditions of drought in 2013 and 2014 (the amount of precipitation during the growing season was 190.0–191.5 mm, the average daily air temperature was 20.3–20.9 °C), and in the conditions of excess moisture in 2016, 2017 (the amount of precipitation was 274.2–292.8 mm, the average daily air temperature was 19.5–20.4 °C). The studied varieties formed the highest productivity from 8.70 to 9.01 t/ha under conditions of excessive moisture. Under drought conditions, productivity of the varieties decreased significantly and ranged from 6.50 to 7.69 t/ha. Better grain quality of the studied varieties was formed in the conditions of the drought of 2013, 2014 with 14.9 to 15.9% of protein and 27.9 to 31.0% of gluten. Food grain close to the first class (from 30.0 to 31.0% of gluten) were formed by the varieties "Aksiniya", "Tanais" and "Nakhodka"; the second class (more than 28.0% of gluten) was obtained from the varieties "Shef" and "Etuyd". The ranking method according to grain quality indicators allowed establishing an average rank and identifying the varieties "Aksiniya", "Tanais", "Nakhodka" and "Shef" with the best baking traits.

Keywords: variety, wheat, productivity, protein, gluten, hardness, flour strength, bread volume, calorimetric assessment.

Введение. При формировании продовольственных ресурсов страны решающее значение принадлежит производству зерна озимой мягкой пшеницы. Она является основой сельскохозяйственного производства как в России, так и в Ростовской области (Скрипка, 2015; Некрасова, 2019).

В последние годы производство зерна ценной и сильной пшеницы, необходимой для выработки муки высокого качества, снизилось. Качество зерна пшеницы относится к признакам, наследственно закрепленным, тем не менее оно может сильно меняться в зависимости от условий выращивания. Ежегодно получать зерно, отвечающее требованиям сильных, – одна из труднейших задач производства (Кравченко, 2016; Ионова, 2017).

Решением этой проблемы является создание и внедрение в производство сортов озимой пшеницы, отличающихся высокими качественными показателями зерна, способных формировать пригодное для выпечки хлеба зерно в разных по климатическим условиям годы (Кравченко, 2016; Рыбась, 2018).

Хлебопекарные свойства озимой пшеницы определяются количеством белка, а также содержанием и качеством клейковины. От количества и качества клейковины зависят физические свойства теста и качество хлеба (Зезин, 2018).

Целью исследований было изучение технологических и хлебопекарных свойств зерна районированных в разные годы сортов озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в АНЦ «Донской» в засушливые 2013 и 2014 гг. (количество осадков за вегетацию – 190,0 и 191,5 мм, среднесуточная температура воздуха – 20,3 и 20,9 °C) и в годы избыточного увлажнения 2016 и 2017 (осадки – 274,2 и 292,8 мм, температура воздуха 19,5 и 20,1 °C). Объектом исследований послужили сорта Аксинья, Танаис, Шеф, Находка, Этюд и Ермак (стандарт).

Качественные показатели зерна определяли по следующим методикам: белок – ГОСТ 108460-91; стекловидность – ГОСТ 10987-76; количество и качество клейковины – ГОСТ Р 54478-2011; физические характеристики теста – ГОСТ 51415-99 и ГОСТ ISO 5530-1-2013. Пробную лабораторную выпечку хлеба проводили ремикс-методом с повторным замесом теста. Оценка и учетные наблюдения изучаемых сортов осуществляли по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989). Математическую обработку результатов исследований проводили согласно методике Б. А. Доспехова (2011).

Результаты и их обсуждение. В результате проведенных исследований установлено, что максимальную урожайность сорта озимой пшеницы формируют в годы достаточного увлажнения. Групповые средние показывают, что средняя урожайность 2016–2017 гг. у сортов озимой пшеницы составила 8,88 т/га. Наиболее урожайными в эти годы исследования были сорта Шеф, Аксинья, Находка. В засушливые годы (2013 и 2014 гг.) урожайность снизилась и составила 7,19 т/га.

В зависимости от погодных условий менялось и качество зерна. В условиях засухи содержание белка у всех изучаемых сортов соответствовало ГОСТу для сильных пшениц (14,0% и выше). Наиболее высокое содержание белка (более 14,0%) получено в засушливые годы (2013–2014 гг.). Среднее содержание белка составило 15,2%. Среднее содержание белка было значительно ниже в увлажненные годы (2016–2017 гг.) и составило 13,5%. Согласно ГОСТу содержание белка у сильных пшениц должно быть не менее 14,0%, что позволяет отнести сорта Аксинья, Находка, Танаис и Шеф к сильным, или I классу качества, сорта Этюд и Ермак – к ценным, или II классу качества зерна (табл. 1).

1. Урожайность, содержание белка и клейковины в зерне озимой мягкой пшеницы (2013–2014, 2016–2017 гг.)

1. Productivity, protein and gluten percentage in winter soft wheat grain (2013–2014, 2016–2017)

Сорта	Урожайность, т/га		Содержание белка, %		Содержание клейковины, %	
	годы					
	2013, 2014	2016, 2017	2013, 2014	2016, 2017	2013, 2014	2016, 2017
Аксинья	7,01	9,09	15,9	14,2	30,7	28,6
Танаис	7,18	8,73	15,6	14,1	31,0	28,8
Шеф	7,69	9,13	15,4	14,0	29,9	28,2
Находка	7,20	8,89	15,4	14,0	30,0	28,0
Этюд	7,49	8,72	14,9	13,9	27,9	25,6
Ермак, ст.	6,55	8,70	13,8	12,6	26,1	24,5
Среднее	7,19	8,88	15,2	13,8	29,3	27,3
НСР ₀₅	0,327	0,297	–	–	–	–

При заготовках зерна учитывают количество и качество клейковины – это основные классобразующие показатели. Результаты исследований показали, что все изучаемые сорта не сформировали клейковину, соответствующую высшему классу (32,0%), как в засушливые годы, так и в годы избыточного увлажнения. Из групповых средних видно, что в засушливые годы содержание клейковины увеличилось и составило 29,3%, а в годы избыточного увлажнения снизилось до 27,3%. В годы изучения ко второму классу можно отнести сорта Аксинья, Находка и Танаис (содержание клейковины – более 28,0%).

Одним из важных показателей качества зерна является стекловидность. По ней судят о содержании

белка, мукомольных и хлебопекарных свойствах пшеницы. У стекловидных пшениц больший выход высших сортов муки, а само зерно легче размалывается. Стекловидность зерна зависит от условий выращивания и может меняться даже у одного и того же сорта.

В среднем за годы исследований более высокой стекловидностью (более 70%) характеризовались сорта Находка (88%), Танаис (82%), Аксинья (80%) и Шеф (77%). Все сорта озимой пшеницы, которые изучали в опыте, по показателю стекловидности превысили стандарт (60%) в среднем на 18%. Согласно этим показателям все сорта в опыте можно отнести к I классу качества, то есть к сильным пшеницам ГОСТ 10984-76 (табл. 2).

2. Хлебопекарные качества зерна сортов озимой мягкой пшеницы (2013–2014, 2016–2017 гг.) 2. Baking properties of winter soft wheat grain (2013–2014, 2016–2017)

Сорта	Содержание белка, %	Содержание клейковины, %	Стекловидность, %	Валориметрическая оценка	Объем хлеба, см ³	Оценка хлеба, балл	Сила муки, е. а.	Ранг	Средний ранг
Аксинья	15,1	29,7	80	74	710	4,8	325	11	1,6
Танаис	14,9	29,9	82	74	690	4,1	342	12	1,7
Шеф	14,7	29,1	79	83	680	4,2	315	23	3,3
Находка	14,7	29,0	88	81	670	4,0	305	24	3,4
Этюд	14,4	26,8	69	78	580	3,5	252	33	4,7
Ермак, ст.	13,2	25,3	69	79	600	3,6	240	35	5,0
Среднее	14,5	28,3	78	78	655	4,0	297	23	3,3
ГОСТ для пшениц									
Сильных, не менее	14,0	28,0	70	–	–	–	–	–	–
Ценных, не менее	13,0	25,0	50	–	–	–	–	–	–
Согласно классификационным нормам Госкомиссии по сортам									
Сильных, не менее	–	–	–	70	600	4,5	280	–	–
Ценных, не менее	–	–	–	55	500	4,0	260	–	–

Валориметрическая оценка у изучаемых сортов за годы исследования в среднем варьировала от 74 до 83 ед. валориметра. Для сильных пшениц этот показатель должен составлять не менее 80 ед. валориметра. Два сорта (Находка и Шеф) превысили это критерий, поэтому их можно отнести к сильным, остальные согласно ГОСТу – ко II классу качества, или ценным пшеницам.

Важным технологическим свойством, который связан с качеством клейковины, является сила муки в единицах альвеографа (е. а.). Хорошая мука образует упругое тесто, которое не разжижается при активном замесе, обладает при этом высокой газоудерживающей и газообразующей способностью. Варьирование по силе муки у изучаемых сортов по этому признаку было существенным – от 240 е. а. у стандарта Ермак до 342 е. а. у сорта Танаис. В среднем за годы исследований наибольшей силой муки обладали сорта Танаис – 342 е. а., Аксинья – 325 е. а., Шеф – 315 е. а. и Находка – 305 е. а., что соответствует I классу качества. Сорт Этюд по силе муки относится к III классу качества.

Основным методом определения хлебопекарных качеств зерна изучаемых образцов является пробная выпечка хлеба. При этом определяют объем хлеба, внешний вид, пористость, эластичность, цвет мякоти, вкус и запах.

Наибольший объемный выход хлеба в среднем за годы исследований отмечен у сортов Аксинья (710 см³), Танаис (690 см³), Шеф (680 см³) и Находка (660 см³). У этих же сортов была лучшей и хлебопе-

карная оценка: Аксинья – 4,8; Танаис – 4,1; Шеф – 4,2 и Находка – 4,0 балла.

Согласно методике ранжирования лучшим качеством зерна обладают сорта с наименьшим показателем ранга, и наоборот, плохим качеством зерна обладают сорта озимой пшеницы с более высоким рангом. Анализ показателей, характеризующих хлебопекарные свойства и занимаемое место от 1,6 (самая высокая величина) до 5,0 (самая низкая величина), показал, что наивысшим значением содержания белка, клейковины, стекловидности, валориметрической оценки, объема хлеба, общей хлебопекарной оценки обладают сорта Аксинья и Танаис с высоким рангом 1,6 и 1,7 соответственно. Несколько уступают им сорта Шеф (средний ранг – 3,3) и Находка (средний ранг – 3,4). Самые худшие показатели отмечены у сорта Этюд (средний ранг – 4,7) и у стандартного сорта Ермак (средний ранг – 5,0).

Выводы. Проведенные исследования сортов озимой пшеницы интенсивного типа, которые включены в Госреестр селекционных достижений РФ по показателям качества зерна, с дополнительным привлечением метода ранжирования позволили выделить сорта озимой пшеницы Аксинья, Танаис, Шеф, Находка селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской», обладающие наиболее высокими хлебопекарными свойствами, способные формировать зерно I и II класса. Эти сорта конкурентоспособны на сельскохозяйственном рынке. Это является резервом для укрепления продовольственной безопасности Ростовской области.

Библиографические ссылки

1. Зезин Н. Н., Воробьев В. А., Воробьев А. В., Безгодов А. В. Хлебопекарные качества зерна яровой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2018. № 5(59). С. 21–25.
2. Ионова Е. В., Кравченко Н. С., Игнатьева Н. Г. и др. Технологическая оценка зерна сортов и линий озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2017. № 6(54). С. 16–21.
3. Кравченко Н. С., Игнатьева Н. Г., Ионова Е. В. Влияние гидротермических условий на качество зерна озимой мягкой пшеницы // Таврический вестник аграрной науки. 2016. № 3(7). С. 71–79.
4. Кравченко Н. С., Игнатьева Н. Г., Ионова Е. В. Технологические и хлебопекарные свойства районированных и перспективных сортов озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2016. № 4(46). С. 37–41.
5. Некрасова О. А., Подгорный С. В., Скрипка О. В. и др. Результаты изучения селекционных линий озимой мягкой пшеницы в конкурсном сортоиспытании по урожайности и качеству зерна // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2(62). С. 32–37.
6. Рыбась И. А., Марченко Д. М., Некрасов Е. И. и др. Оценка параметров адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4(58). С. 51–54.
7. Скрипка О. В., Самофалов А. П., Подгорный С. В. Новый сорт озимой мягкой пшеницы Находка // Зерновое хозяйство России. 2015. № 4(40). С. 17–20.

References

1. Zezin N. N., Vorob'ev V. A., Vorob'ev A. V., Bezgodov A. V. Hlebopekarnye kachestva zerna yarovoj pshenicy [Baking qualities of spring wheat grain] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 5(59). S. 21–25.
2. Ionova E. V., Kravchenko N. S., Ignat'eva N. G. i dr. Tekhnologicheskaya ocenka zerna sortov i linij ozimoy myagkoj pshenicy selekcii FGBNU "ANC "Donskoj" [Technological estimation of winter soft wheat varieties and lines developed by the FSBSI "ARC "Donskoj"] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 6(54). S. 16–21.
3. Kravchenko N. S., Ignat'eva N. G., Ionova E. V. Vliyanie gidrotermicheskikh uslovij na kachestvo zerna ozimoy myagkoj pshenicy [The effect of hydrothermal conditions on the quality of winter soft wheat grain] // Tavricheskij vestnik agrarnoj nauki. 2016. № 3(7). S. 71–79.
4. Kravchenko N. S., Ignat'eva N. G., Ionova E. V. Tekhnologicheskie i hlebopekarnye svoystva rajonirovannyh i perspektivnyh sortov ozimoy myagkoj pshenicy [Technological and baking properties of zoned and promising winter soft wheat varieties] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 4(46). S. 37–41.
5. Nekrasova O. A., Podgornij S. V., Skripka O. V. i dr. Rezul'taty izucheniya selekcionnyh linij ozimoy myagkoj pshenicy v konkursnom sortoispytanii po urozhajnosti i kachestvu zerna [The study results of winter soft wheat lines in a competitive variety testing according to grain productivity and quality] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 2(62). S. 32–37.
6. Rybas' I. A., Marchenko D. M., Nekrasov E. I. i dr. Ocenka parametrov adaptivnosti sortov ozimoy myagkoj pshenicy [Estimation of the adaptability parameters of winter soft wheat varieties] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). S. 51–54.
7. Skripka O. V., Samofalov A. P., Podgornij S. V. Novyj sort ozimoy myagkoj pshenicy Nahodka [The new winter soft wheat variety "Nakhodka"] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2015. № 4(40). S. 17–20.

Поступила: 11.09.19; принята к публикации: 27.10.19.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

УДК 633.112.1"321":631.524.7

DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-37-40

РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ В РОССИИ НА СОДЕРЖАНИЕ КАРОТИНОИДНЫХ ПИГМЕНТОВ В ЗЕРНЕ

М. Г. Мясникова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-7224-0308;

П. Н. Мальчиков¹, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории селекции твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-2141-6836;

Е. Н. Шаболкина¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологического сервиса, ORCID ID: 0000-0003-1090-4399;

Н. В. Анисимкина¹, научный сотрудник, лаборатории технологического сервиса, ORCID ID: 0000-0001-5129-7797;

М. А. Розова², кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией селекции твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-0119-5693;

Т. В. Чахеева¹, научный сотрудник лаборатории селекции твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-9328-473X

¹Самарский НИИСХ, Филиал ФИЦ «Самарский научный Центр РАН», 446254, Самарская обл., Безенчукский р-н, п. г. т. Безенчук, ул. К. Маркса, 41; e-mail: sagrs-mal@mail.ru;

²ФГБНУ Федеральный научный центр агробиотехнологий Алтая (ФАНЦА), 656910, Алтайский край, г. Барнаул, Научный городок, 35; e-mail: mrosova@yandex.ru

Концентрация каротиноидных пигментов в зерне твердой пшеницы определяет до 30,0% качества конечной продукции. Цель исследований – анализ результатов селекционного улучшения по этому признаку яровой твердой пшеницы в России по этапам селекции и селекционным центрам. Изучение проведено на основе сортов 4–7-х этапов селекции в 11 средовых комплексах (год, пункт) в 2014–2018 гг. Изучено 29 генотипов. Площадь делянки – 5,0–10,0 м², повторность – трехкратная. Определение концентрации желтых пигментов в зерне проведено путем их экстрагирования сатурированным н-бутанолом и последующим фотоколметрированием при длине волн 440–450 нм. В результате установлено значительное увеличение концентрации каротиноидов в зерне у лучших генотипов в основных центрах селекции этой культуры в России (+25–70,0% к уровню сорта 4-го этапа селекции – Харьковской 46). Лучшими были сорта Безенчукская золотистая, Безенчукская крепость, Безенчукская 210 (Самарский НИИСХ), Саратовская золотистая (НИИСХ Юго-Востока) и селекционные линии Гордиформе 677 (ФГБНУ ФАНЦА), Д2098 (НИИСХ Юго-Востока) и 1368Д-18 (Самарский НИИСХ). Эти генотипы рекомендуется использовать в качестве исходного материала в селекции и для создания рекомбинантных инбредных линий с целью маркирования QTL, контролирующего синтез каротиноидов в зерне твердой пшеницы и организации на этой основе маркер-ассоциированной технологии селекции.

Ключевые слова: пшеница твердая, сорт, селекция, этап селекции, зерно, каротиноиды.

Для цитирования: Мясникова М. Г., Мальчиков П. Н., Шаболкина Е. Н., Анисимкина Н. В., Розова М. А., Чахеева Т. В.

Результаты селекции твердой пшеницы в России на содержание каротиноидных пигментов в зерне // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 37–40. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-37-40.



THE RESULTS OF DURUM WHEAT BREEDING IN RUSSIA FOR CAROTENOID PIGMENTS CONTENT IN KERNELS

M. G. Myasnikova¹, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of durum wheat breeding, ORCID ID: 0000-0002-7224-0308;

P. N. Malchikov¹, Doctor of Agricultural Sciences, main researcher of the laboratory of durum wheat breeding, ORCID ID: 0000-0002-2141-6836;

E. N. Shabolkina¹, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the technological and analytical service, ORCID ID: 0000-0003-1090-4399;

N. V. Anisimkina¹, senior researcher of the technological and analytical service, ORCID ID: 0000-0001-5129-7797;

M. A. Rozova², Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory of durum wheat breeding, ORCID ID: 0000-0002-0119-5693;

T. V. Chakheeva¹, researcher of the laboratory of durum wheat breeding, ORCID ID: 0000-0002-9328-473X

¹“Samarsky Research Institute of Agriculture named after N. M. Tulaykov”, affiliate of the FRC “Samara Research Center RAS”, 446254, Samara region, Bezebchuksky district, v. of Bezenchuk, Karl Marks Str., 41; e-mail: sagrs-mal@mail.ru;

²Federal Research Center of Altay Agrobiological (FRCAA), 656910, Altay Area, Barnaul, Nauchny Gorodok, 35; e-mail: mrosova@yandex.ru

The concentration of carotenoid pigments in durum wheat kernels determines up to 30.0% of the quality of the final product. The purpose of the current study is to analyze the results of breeding improvement of spring durum wheat according to this trait in Russia, at all breeding stages. There was conducted the study based on the varieties of 4–7 stages of breeding in 11 environmental complexes (year, point) in 2014–2018. There were studied 29 genotypes. The plot area was 5.0–10.0 m² with a 3-fold repetition.

The concentration of yellow pigments in kernels was identified by extracting them with saturated n-butanol and with a subsequent photo-colorimetry at a wavelength of 440 ... 450 nm. As a result, there was established a significant increase in the concentration of carotenoids in kernels of the best genotypes in the main breeding Russian centers (+25–70.0% to the variety of 4-th stage of breeding "Kharkovsky 46"). The best varieties were "Bezenchukskaya zolotistaya", "Bezenchukskaya krepost", "Bezenchukskaya 210" (Samara RIA), "Saratovskaya zolotistaya" (RIA of the South-East) and the breeding lines "Gordeiforme 677" (FGBNU FANTSA), "D2098" (RIA of the South-East) and "1368D-18" (Samara RIA). These genotypes are recommended to be used as initial material in breeding and for the development of recombinant inbred lines for marking QTL that control the synthesis of carotenoids in durum wheat kernels and organize a marker-associated breeding technology on this basis.

Keywords: durum wheat, variety, breeding process, stage of breeding, kernels, carotenoids.

Введение. В процессе селекции идет непрерывное увеличение содержания каротиноидов в зерне, крупке и макаронных изделиях из твердой пшеницы (Васильчук и др., 2009; Мальчиков, диссертация на соискание ученой степени д-ра с.-х. наук, 2009; N'Diaye et al., 2017). Созданный при этом генетический материал является наиболее целесообразным объектом для идентификации QTL и их маркирования. Все результаты исследований по генетике и возможностям маркер-ассоциированной селекции (МАС) на содержание каротиноидов в зерне твердой пшеницы, доступные в литературе, получены в научных учреждениях Канады, Италии, США, СИММУТ и Австралии. В этих странах применение технологий МАС в селекции сортов с высоким индексом желтизны (содержание каротиноидов) является эффективным методом (N'Diaye et al., 2017). Непосредственное применение этих технологий в селекционных лабораториях России в процедурах МАС возможно, но только при условии использования в качестве доноров в исходном материале сортов иностранной селекции, у которых молекулярные маркеры соответствующих QT являются по результатам валидации эффективными в региональных селекционных центрах России. Однако и в этом случае могут возникать проблемы преодоления недостаточной адаптивности привлекательных в качестве исходного материала генотипов. Стратегия увеличения концентрации пигментов в зерне и продуктах его переработки в России, безусловно, должна использовать генетический материал и молекулярные технологии отбора, разработанные в зарубежных центрах, но базироваться она должна на отечественном исходном материале и адаптированных к нему технологиях маркер-ассоциированной селекции. В настоящее время в России во всех лабораториях, осуществляющих селекцию на увеличение концентрации каротиноидов в зерне, семялине и конечных продуктах, применяются методы традиционной селекции. При этом за период научной селекции яровой твердой пшеницы эти признаки были значительно улучшены.

В связи с этим целью исследований, результаты которых легли в основу данной публикации, заключалась в оценке величины произошедших изменений признака по этапам селекции в различных селекци-

онных центрах России и идентификации генотипов с высоким содержанием каротиноидных пигментов в зерне, то есть несущих соответствующие QTL, с последующим их маркированием и формированием технологий не только традиционной, но и маркер-ассоциированной селекции с использованием отечественного исходного материала.

Материалы и методы исследований. Изучали 29 сортов и современных селекционных линий. Сорта представляли 4–7-е этапы селекции в России (СССР), начиная с исторических сортов 4–5-х этапов (Харьковская 46 и Безенчукская 139 соответственно). Шестой этап селекции включал группу сортов, имеющих в настоящее время коммерческое значение (Безенчукская 182, Саратовская золотистая, Жемчужина Сибири, Алтайская нива, Алтайский янтарь, Омский корунд). Седьмой этап представляли современные сорта: Безенчукская степная, Безенчукская 205, Краснокутка 13, Донская элегия, Безенчукская нива, Безенчукская 209, Безенчукская 210, Безенчукская золотистая, Безенчукская крепость, Луч 25, Памяти Янченко, Солнечная 573, Оазис, Омский изумруд. Изучены также селекционные линии из НИИСХ Юго-Востока (Д2098, 98с-08), Алтайского НИИСХ (Гордеiforme 677), Самарского НИИСХ (Золотая, 1368д-18, 1477д-14). Полевые эксперименты проведены в Самарском НИИСХ (п. г. т. Безенчук) в 2014–2018 гг., ЗАО «Курган – семена» (г. Курган) в 2014–2015 гг., ФГБНУ ФАНЦА – Алтайский НИИСХ (г. Барнаул) в 2014–2016 гг., Актыбинской СХОС (Кзахстан) в 2016 г. Делянки с учетной площадью 10,0 м² размещали рандомизировано в трех блоках в соответствии с правилами методики полевого эксперимента (Доспехов, 1979). Содержание каротиноидов в зерне определяли в лаборатории технологического сервиса ФГБНУ «Самарский НИИСХ» путем их экстрагирования сатурированным н-бутанолом и последующим фотоколориметрированием при длине волн 440–450 нм.

Результаты и их обсуждение. Полученные в 11 разнообразных условиях среды данные показывают, что в основных регионах, ведущих селекцию твердой пшеницы в России (Поволжье, Сибирь), отмечается увеличение концентрации каротиноидных пигментов в зерне создаваемых сортов (табл. 1).

1. Изменение содержания каротиноидных пигментов в зерне сортов твердой пшеницы (мкг %) в процессе селекции в России на 4–7-х этапах по результатам эколого-географического изучения в пунктах: Безенчук, Курган, Барнаул, Актыбинск (2014–2018 гг.)

1. Change of carotenoid pigments content in kernels of the durum wheat varieties (µg %) during breeding process in Russia at 4–7 stages according to the results of ecological and geographical studies in such locations as Bezenchuk, Kurgan, Barnaul, Aktyubinsk (2014–2018)

Сорт	Годы											Среднее по эксперименту	
	2014			2015			2016			2017	2018		
	Без	Кур	Бар	Без	Кур	Бар	Без	Акт	Бар	Без	Без	мкг %	% к X 46
Четвертый этап селекции													
X 46	266	316	250	291	431	507	496	474	453	507	496	408	100
Пятый этап селекции													
Б 139	225	299	225	237	410	377	439	442	410	377	474	356	87

Шестой этап селекции													
Б 182	283	299	274	237	388	474	453	388	431	367	367	360	88
СЗ	349	516	416	367	615	647	733	647	625	539	647	554	136
ЖС	308	449	366	334	561	582	625	539	539	550	496	486	119
АН	216	250	200	226	369	399	377	399	399	388	334	323	79
АЯ	241	296	215	302	442	453	410	410	431	436	410	368	90
ОК	379	434	353	367	552	625	615	507	571	578	517	500	123
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	432	106
Седьмой этап селекции													
БС	399	466	341	399	571	625	733	625	561	528	604	532	130
Б 205	349	516	349	334	539	593	647	871	561	550	561	534	131
Кк 13	266	233	233	237	356	345	431	431	334	356	453	334	82
ДЭ	266	283	250	259	356	399	453	388	388	410	388	349	86
БН	383	391	349	377	561	625	690	582	539	507	582	508	125
Б 209	308	299	250	237	388	420	474	442	431	464	399	374	92
Б 210	416	408	349	399	636	604	690	615	604	571	561	532	130
БЗ	516	636	474	496	776	895	884	776	679	733	765	694	170
Л 25	341	383	283	313	464	496	561	464	474	442	604	438	107
СА	299	349	258	313	420	442	517	442	431	636	431	413	101
ПЯ	308	316	299	291	420	496	571	496	464	431	561	423	104
ОИ	358	374	283	334	636	561	615	550	561	473	496	476	117
С 573	324	266	283	345	313	474	636	453	561	464	517	421	103
Оазис	347	402	320	367	520	550	593	474	550	474	485	462	113
БК	432	582	416	474	776	679	798	755	712	657	604	626	153
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	474	116
Современные селекционные линии													
Д2098	399	416	366	334	561	604	690	571	550	539	582	510	125
98с08	432	457	383	367	571	668	798	581	647	571	604	553	136
Г 677	383	541	366	474	679	625	744	712	679	625	561	581	142
З	374	391	358	388	517	593	615	604	604	593	431	497	122
1368Д-18	399	549	349	420	625	647	668	625	668	615	550	556	136
												539	132
НСР _{0,05}	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	51	

Сокращения: Х 46 – Харьковская 46; Б 139 – Безенчукская 139; Б 182 – Безенчукская 182; СЗ – Саратовская золотистая; ЖС – Жемчужина Сибири; АН – Алтайская нива; АЯ – Алтайский янтарь; ОК – Омский корунд; БС – Безенчукская степная; Кк – Краснокутка; ДЭ – Донская элегия; БН – Безенчукская нива; БЗ – Безенчукская золотистая; Л 25 – Луч 25; СА – Салют Алтай; ПЯ – Памяти Янченко; ОИ – Омский изумруд; С 573 – Солнечная 573; БК – Безенчукская крепость; З – Золотая; Без – Безенчук; Кур – Курган; Бар – Барнаул; Акт – Актюбинск.

Только на 5-м этапе селекции при сравнении Безенчукской 139 и Харьковской 46 отмечено снижение содержания каротиноидных пигментов в зерне. Группа генотипов «современные селекционные линии» в среднем превысила уровень Харьковской 46 на 32,0%. Это соответствует аналогичному показателю лучшего сорта 6-го этапа селекции твердой пшеницы в России – Саратовской золотистой. Среди сортов шестого этапа кроме Саратовской золотистой выделились по результатам эксперимента Жемчужина Сибири и Омский корунд. Беспорным лидером не только среди сортов седьмого этапа, но и в целом в эксперименте по содержанию каротиноидных пигментов является Безенчукская золотистая. Результаты эксперимента показывают, что создание этого сорта было сопряжено с получением новой (после Саратовской золотистой) значительной по эффекту на исследуемый признак трансгрессии. Преимущество нового сорта за весь цикл исследований над Харьковской 46 составило 70,0%, над Саратовской золотистой – 25,1% при варьировании превосходства над последним сортом по годам и пунктам от 14,0 до 47,6%. Промежуточное положение

между Безенчукской золотистой и Саратовской золотистой занял сорт Безенчукская крепость. Среди сортов седьмого этапа селекции в нашем эксперименте уровень Саратовской золотистой показали сорта Безенчукская степная, Безенчукская 205, Безенчукская 210, Безенчукская нива.

Выводы. Современные коммерческие сорта и селекционные линии представляют результат эффективной селекции в России на увеличение концентрации каротиноидных пигментов в зерне твердой пшеницы за последние 25–30 лет. Лучшие из них Безенчукская золотистая, Безенчукская крепость, Безенчукская 210 (Самарский НИИСХ), Саратовская золотистая (НИИСХ Юго-Востока) и селекционные линии Гордеиформе 677 (ФГБНУ ФАНЦА), Д2098 (НИИСХ Юго-Востока) и 1368Д-18 (Самарский НИИСХ) рекомендуется использовать в качестве исходного материала в селекции и для создания рекомбинантных инбредных линий с целью маркирования QTL, контролирующих уровень концентрации пигментов в зерне и организации на этой основе маркер-ассоциированной технологии селекции.

Библиографические ссылки

1. Васильчук Н. С., Гапонов С. Н., Еременко Л. В. и др. Селекция твердой яровой пшеницы на высокое содержание каротиноидов в зерне // Сб. науч. трудов ГНУ НИИСХ Юго-Востока Россельхозакадемии. Саратов, 2009. С. 89–100.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.
3. N'Diaye A. Single marker and haplotype-based association analysis of semolina and pasta colour in elite durum wheat breeding lines using a high-density consensus map / A. N'Diaye, J. K. Haile, A. T. Cory, F. R. Clarke, J. M. Clarke, R. E. Knox, and C. J. Pozniak // PLoS Onejournal.pone. 2017. 12(1).0170941. DOI: 10.1371/journal.pone.0170941.

References

1. Vasil'chuk N. S., Gaponov S. N., Eryomenko L. V. i dr. Selekcija tvyordoj yarovoј pshenicy na vysokoe sodержanie karotinoidov v zerne [Spring durum wheat breeding for a high carotenoids content in kernels] // Sb. науч. trudov GNU NIISKH Yugo-Vostoka Rossel'hozakademii. Saratov, 2009. S. 89–100.
2. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Kolos, 1979. 416 s.
3. N'Diaye A. Single marker and haplotype-based association analysis of semolina and pasta colour in elite durum wheat breeding lines using a high-density consensus map / A. N'Diaye, J. K. Haile, A. T. Cory, F. R. Clarke, J. M. Clarke, R. E. Knox, and C. J. Pozniak // PLoS Onejournal.pone. 2017. 12(1).0170941. DOI: 10.1371/journal.pone.0170941.

Поступила: 12.08.19; принята к публикации: 13.09.19.

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. Мальчиков П. Н., Мясникова М. Г. – концептуализация исследования; Мясникова М. Г., Шаболкина Е. Н., Анисимкина Н. В., Розова М. Г., Чахеева Т. В. – подготовка опыта; Мясникова М. Г., Шаболкина Е. Н., Анисимкина Н. В., Розова М. Г., Чахеева Т. В. – выполнение полевых/лабораторных опытов и сбор данных; Мальчиков П. Н., Мясникова М. Г. – анализ данных и их интерпретация; Мальчиков П. Н., Мясникова М. Г. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

УДК 633.11:581.143.6

DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-41-45

ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБНОСТИ К АНДРОГЕНЕЗУ В КУЛЬТУРЕ ПЫЛЬНИКОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

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

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

А. А. Яцына, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник лаборатории клеточной селекции;

Н. Н. Вожжова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,
зав. лабораторией клеточной селекции, ORCID ID: 0000-0002-2046-4000;

Е. В. Ионова, доктор сельскохозяйственных наук, руководитель центра
фундаментальных научных исследований, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

Увеличение генетического разнообразия и ускорение селекционного процесса являются важнейшими задачами в селекции пшеницы. Практический интерес для селекции представляют биотехнологические методы *in vitro*. В статье рассмотрены вопросы влияния генотипов и питательных сред на образование регенерантов. Целью исследований являлись изучение способности к андрогенезу в культуре пыльников и выявление перспективных генотипов озимой мягкой пшеницы. Оценку способности к андрогенезу проводили на десяти образцах озимой пшеницы. Было высажено 8711 пыльников на среды индукции N6 и P2, для регенерации использовали среду 190-2. В результате проведенных исследований выявлено, что процесс возникновения новообразований зависит как от варианта используемой питательной среды, так и от выбранного генотипа. Доказано, что наиболее благоприятной средой для культивирования пыльников озимой мягкой пшеницы является среда N6. Установлено, что максимальный процент новообразований (5,21%) из пыльников озимой мягкой пшеницы зафиксирован у образца 595/13. Выяснено, что образцы 595/13 (9 растений) и Нива Дона (6 растений) селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» показали самую высокую отзывчивость на образование каллусов и растений-регенерантов. Получено 6 зеленых растений-регенерантов и 3 альбиносные формы из пыльцевого каллуса образца 595/13 и 4 зеленых растения-регенеранта и 2 альбиноса у образца Нива Дона.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, генотип, андрогенез, культура пыльников, искусственная питательная среда, тека, каллус, растение-регенерант.

Для цитирования: Головки С. Г., Калинина Н. В., Яцына А. А., Вожжова, Н. Н., Ионова Е. В. Изучение способности к андрогенезу в культуре пыльников озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 41–45. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-41-45.



THE STUDY OF THE ABILITY TO ANDROGENESIS IN THE WINTER SOFT WHEAT ANTHERS

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

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

A. A. Yatsyna, Candidate of Biological Sciences, junior researcher of the laboratory of cell breeding;

N. N. Vozhzhova, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher, head of the laboratory of cell breeding,
ORCID ID: 0000-0002-2046-4000;

E. V. Ionova, Doctor of Agricultural Sciences, head of the center of fundamental researches,
ORCID ID: 0000-0002-2840-6219

Agricultural Research Center "Donskoy",

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

The improvement of genetic diversity and acceleration of breeding process are the most important tasks in wheat breeding. *In vitro* biotechnological methods are of practical interest for breeding process. The current paper has considered the effects of genotypes and nutritive medium on the formation of regenerants. The purpose of the research was to study the ability to androgenesis in winter soft wheat anthers and to identify promising winter soft wheat genotypes. The estimation of the ability to androgenesis was carried out among ten winter wheat samples. 8711 anthers were planted on medium of N6 and PII induction; the 190-2 medium was used for regeneration. As a result of the study, it was found that the process of neoplasms occurrence depends both on the variant of the nutrient medium and on the chosen genotype. It has been proven that the most favorable medium for the cultivation of winter soft wheat anthers is medium N6. It was found that the maximum percentage of neoplasms (5.21%) from winter soft wheat anthers was recorded in the sample "595/13". It was found that the samples "595/13" (9 plants) and "Niva Dona" (6 plants) developed by the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" showed the highest responsiveness to the formation of calluses and plants-regenerants. There were obtained 6 green regenerants and 3 albino forms from the pollen callus of the sample "595/13" and 4 green regenerants and 2 albino regenerants from the sample "Niva Dona".

Keywords: winter soft wheat, genotype, androgenesis, anther culture, artificial nutritive medium, callus, moss-capsule, plant-regenerant.

Введение. Пшеница – одна из важнейших зерновых культур в мире, пригодная для многоцелевого использования. Для увеличения генетического раз-

нообразия и ускорения селекционного процесса в селекции пшеницы в настоящее время применяют методы культивирования *in vitro*. Практический интерес

для селекции представляет получение гаплоидов. Путем диплоидизации гаплоидов можно достигнуть гомозиготности по всем признакам. В случае удачной комбинации хромосом полученные константные формы у самоопылителей могут стать родоначальниками новых сортов (А. с. SU 1036306 А).

Для получения дигаплоидных линий в работе с озимой мягкой пшеницей и ее гибридами наиболее часто используют методы культуры пыльников и микроспор, предусматривающие создание условий для андрогенеза (Першина и др., 2013). Андрогенез – однополное размножение, при котором растение возникает из микроспоры или пыльцевого зерна без участия яйцеклетки (Картель и др., 1999). Принцип андрогенеза *in vitro* заключается в том, что репродуктивные клетки изолированных пыльников могут делиться и давать эмбриониды (зародышеподобные структуры). В некоторых случаях эмбриониды развиваются в гаплоидные растения (Nitch, 1969). Для многих видов характерен другой процесс: репродуктивные клетки образуют каллусную ткань, в которой индуцируется органогенез и формируются растения. Однако каллусная ткань, возникшая из пыльников, не всегда способна к морфогенезу (Шамина, 1981).

Согласно результатам исследований, проведенных с привлечением большого числа сортов и гибридов мягкой пшеницы, порядка 45–70% изученных генотипов способны к регенерации зеленых растений с частотой 0,4–3,6%. Успех андрогенеза зависит от многих факторов, таких как условия выращивания исходных растений, методы предобработки и культивирования пыльников, состав культуральной среды (Голованова, 2014). Однако определяющим является влияние генотипа на способность пыльников к андрогенезу (Першина, 2013).

Цель исследований состояла в изучении способности к андрогенезу в культуре пыльников и выявлении перспективных образцов озимой мягкой пшеницы.

Материалы и методы исследований. В качестве объекта исследований были взяты восемь образцов озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноградка 11, Шеф, Нива Дона, Вольный Дон, Полина, Донской маяк, Краса Дона и 595/13) и два сорта селекции ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко» (Гром и Курс). Всего было высажено на искусственные питательные среды 8711 пыльников.

Растения-доноры были отобраны в поле из селекционных питомников ФГБНУ «АНЦ «Донской». Основной отбор побегов с колосьями проводили в утренние часы. Побеги, у которых влагалитце предпоследнего листа (последний лист флаговый) находились на уровне центральной части колоса (± 1 см), срезали на уровне почвы без повреждения последующих побегов. Местоположение колоса в листовой обертке определяли вручную. В колосьях, срезанных по указанному морфологическому признаку, микроспоры находились в одноядерной стадии развития. Отобранные побеги этикетировали и хранили в сосудах с водой при температуре +1–3 °С (Суханов, 1983).

Перед стерилизацией колос вынимали из листовой обертки, удаляли верхние и нижние цветки, а затем помещали в марлевый мешок, который затягивали синтетической ниткой. Таким образом колосья подготавливали для стерилизации. Стерилизовали объект в течение 20 минут в 0,1% растворе диоксида. После удаления стерилизующего агента мешок с колосьями промывали 3–4 раза в стерильной воде. После промывки с помощью пинцета открывали затянутый ниткой мешок, вынимали колос и помещали в чашку Петри на стерильную фильтровальную бумагу для дальнейших манипуляций (Гончарова, 2012).

Для посадки использовали два нижних цветка из 14 колосков средней части колоса, самые нижние (1–4) и верхние (начиная с 15) удаляли (Суханов, 1983). При помощи пинцета и скальпеля колосья разделялись на отдельные цветки. Обрезали их нижние части и извлекали пыльники, которые с помощью металлического крючка переносили на поверхность питательной среды, по 30 пыльников в каждую пробирку. Извлечение пыльников из цветков и их посадку на питательную среду осуществляли в условиях бокса микробиологической безопасности.

Культивирование проводили на трех модифицированных питательных средах, из которых две – для индукции и одна – для регенерации. Все три среды были твердые агаризированные (7 г/л). Индукционные среды N6 (Ziand Hai-man, 1978) и Potato-2 (Chuang, 1978) содержали тиамин 3,0; пиридоксин – 1,0; 2,4-Д – 2; кинетин – 0,5 мг/л. В качестве источника углеводов использовали сахарозу (90 г/л). Отличие питательных сред индукции заключалось в том, что в среде P2 отсутствовали микроэлементы и мезо-инозит. Для регенерации использовали питательную среду 190-2 (Chuang and Jia, 1980), содержащую тиамин – 0,4; пиридоксин – 0,5; никотиновую кислоту – 0,5; глицин – 2; кинетин – 0,5; НУК – 0,5 мг/л и сахарозу – 30 г/л.

Пробирки с пыльниками помещали в термостат и инкубировали в темноте при температуре 25 ± 1 °С. Через 7 дней пробирки начинали просматривать под микроскопом и фиксировать время, количество и место образования каллусов (Лаврова, 2006). Через 25–43 дня после посадки пыльников на индукционную среду образовавшиеся каллусы пересаживали на среду регенерации, размер каллусов не превышал 2 мм. Пробирки с пересаженными каллусами инкубировали при температуре 25 °С в помещении с естественным освещением (Лукьянюк и Игнатова, 1980).

Особенности андрогенеза оценивали по количеству отозвавшихся пыльников, частоте образования каллусов и количеству полученных растений-регенерантов.

Результаты и их обсуждение. Способность пыльников озимой мягкой пшеницы к андрогенезу в значительной степени определяется влиянием генотипа и питательной среды. Образование каллусов у образцов происходило из расстреснувшихся пыльников, которые в процессе культивирования меняли цвет со светло-зеленого до желтовато-коричневого. Каллусообразование происходило в пределах одной теки пыльника. Редко встречались пыльники, у которых каллус образовывался сразу на двух теках (рис. 1).

Вначале образовывались шаровидные полупрозрачные молочного цвета каллусы, которые затем разрастались и приобретали белую или бледно-желтую окраску. Самое раннее появление новообразований зафиксировано через 25 дней у образцов 595/13 и Краса Дона, самое позднее – через 43 дня у сортов Нива Дона, Вольный Дон и Курс.

Изучение эффективности андрогенеза в культуре пыльников выявило статистически значимые различия всех параметров в сравнении со стандартным сортом Гром, который оказался неотзывчивым в условиях культивирования. Число отозвавшихся пыльников по всем изучаемым генотипам варьировало от 0 (Гром) до 22 (595/13) шт. (табл. 1).

Сравнение средних значений частоты продуктивных пыльников показало, что лучшая реакция на условия культивирования на питательной среде N6 среди генотипов пшеницы установлена у образцов 595/13 (3,7%) и Нива Дона (0,98%). Различия в сравнении со

стандартом были достоверны для всех сортообразцов, причем выход новообразований у образца 595/13 составил 5,21% и был максимальным по сравнению с анализируемыми образцами озимой мягкой пшени-

цы. Соответствующий показатель у сорта Нива Дона был равен 1,57%. У остальных генотипов частота новообразований не превышала 1%.



Рис. 1. Каллусо- и эмбриогенез озимой мягкой пшеницы: а – каллусы; б – эмбриоид
Fig. 1. Callus and embryogenesis of winter soft wheat: a – calli; b – embryoid

1. Влияние среды N6 на андрогенез генотипов озимой мягкой пшеницы 1. Effect of medium N6 on the androgenesis of winter soft wheat genotypes

№ п/п	Генотип	Число высаженных пыльников, шт.	Пыльники с каллусом		Новообразования	
			число, шт.	частота, %	число, шт.	частота, %
1	Гром, ст.	523	0	–	0	–
2	Зерноградка 11	423	2	0,47	2	0,47
3	Шеф	642	2	0,31	2	0,31
4	Нива Дона	508	5	0,98	8	1,57
5	Вольный Дон	525	4	0,76	4	0,76
6	Полина	534	1	0,19	1	0,19
7	595/13	595	22	3,70	31	5,21
8	Донской Маяк	525	1	0,19	1	0,19
9	Курс	790	3	0,38	3	0,38
10	Краса Дона	475	4	0,84	4	0,84
HCP ₀₅	–	1,86	–	1,14	–	–

Оценка андрогенеза пыльников изучаемых образцов озимой мягкой пшеницы на питательной среде P2 показала неодинаковую реакцию на условия культивирования (табл. 2).

Так, из десяти изучаемых генотипов озимой пшеницы отзывчивыми оказались Нива Дона, Вольный

Дон и Курс. Причем максимальное число пыльников с новообразованиями наблюдалось у сорта Нива Дона (4 шт.) с частотой 1,63%, который превысил другие образцы и по выходу новообразований – 2,04% (5 шт.).

2. Влияние среды Potato 2 на андрогенез генотипов озимой мягкой пшеницы 2. Effect of medium Potato II on androgenesis of winter soft wheat genotypes

№ п/п	Генотип	Число высаженных пыльников, шт.	Пыльники с каллусом		Новообразования	
			число, шт.	частота, %	число, шт.	частота, %
1	Гром, ст.	269	0	–	0	–
2	Зерноградка 11	389	0	–	0	–
3	Шеф	759	0	–	0	–
4	Нива Дона	245	4	1,63	5	2,04
5	Вольный Дон	288	1	0,35	1	0,35
6	Полина	266	0	–	0	–
7	595/13	215	0	–	0	–
8	Донской Маяк	218	0	–	0	–
9	Курс	259	2	0,77	2	0,77
10	Краса Дона	213	0	–	0	–
HCP ₀₅	–	0,62	–	1,13	–	–

При культивировании 64 новообразований на регенерационной среде не все образцы проявили способность к регенерации проростков. Через 30 дней культивирования пыльцевого каллуса было зарегистрировано 15 растений-регенерантов у образцов 595/13 (9 растений) и Нива Дона (6 растений),

10 из которых были зелеными. Отмечалось появление у одного каллуса одновременно как зеленых, так и хлорофиллдефектных (альбиносных) регенерантов. Наибольшее количество зеленых растений было получено у образца 595/13 – 6 шт. при частоте регенерации зеленых растений 66,7% (рис. 2).



Рис. 2. Растения-регенеранты: а – зеленые; б – альбиносные
Fig. 2. Plants regenerants: a – green; b – albino

Частота образования зеленых растений и частота регенерации в целом зависели от генотипа и состава среды для регенерации.

Анализ полученных данных показал, что процесс возникновения новообразований зависит как от варианта среды, так и от генотипа. Лучшим вариантом для новообразований, как видно из таблиц, является среда N6 для всех генотипов. По всей видимости, это связано с отсутствием в питательной среде P2 микроэлементного состава и мезо-инозита. Сорт Гром (селекции ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко»), который был взят за стандарт, так как был получен с помощью биотехнологических методов, в нашем случае не показал никаких результатов. Но это не свидетельствует о том, что микроспоры данного сорта вообще не способны давать каллус. Возможно, данные условия оказались неблагоприятными для андрогенеза

этих генотипов. Самый высокий ответ *in vitro* был получен у образцов 595/13 и Нива Дона.

Выводы. В результате проведенных исследований было доказано, что наиболее благоприятной средой для андрогенеза пыльников озимой мягкой пшеницы является среда N6.

Установлено, что максимальный процент новообразований (5,21%) из пыльников озимой мягкой пшеницы зафиксирован у образца 595/13. Выявлено, что образцы 595/13 (9 растений) и Нива Дона (6 растений) селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» показали самую высокую отзывчивость на образование каллусов и растений-регенерантов. Наибольшее количество растений-регенерантов из пыльцевого каллуса получено у образца 595/13 (6 зеленых и 3 альбиноса) и у образца Нива Дона (4 зеленых и 2 альбиноса).

Библиографические ссылки

1. Голованова И. В. Экспериментальная гаплоидия у мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: XIII Междунар. науч.-практ. конференция. Барнаул, 2014. С. 60–63.
2. Гончарова Ю. К. Использование метода культуры пыльников селекции риса. Краснодар: ВНИИ риса, 2012. 91 с.
3. Картель Н. А., Макеева Е. Н., Мезенко А. М. Генетика: энциклопедический словарь. Минск: Тэхналогія, 1999. 448 с.
4. Лаврова Н. В. Гаплоидные биотехнологии в селекции озимой пшеницы // Вестник КГУ им. Н. А. Некрасова. 2006. № 4. С. 22–25.
5. Першина Л. А., Осадчая Т. С., Бадаева Е. Д., и др. Изучение особенностей андрогенеза в культуре пыльников сортов и перспективной формы яровой мягкой пшеницы западносибирской селекции, различающихся наличием или отсутствием пшенично-чужеродных транслокаций // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2013. Т. 17, № 1. С. 40–48.

6. Суханов В. М., Клочков В. П., Хохлов С. С., Тырнов В. С. Использование культуры пыльников для получения гаплоидов // Культура клеток растений. Киев: Наукова думка, 1978. С. 312–314.
7. Шамина З. Б. Андрогенез и получение гаплоидов в культуре пыльников и микроспор // Культура клеток растений. М.: Наука, 1981. 168 с.
8. Nitch J. P., Nitck C. Haploid plants from pollen grains // Science. 1969. Vol. 163, no. 3862. Pp. 85–87.

References

1. Golovanova I. V. Eksperimental'naya gaploidiya u myagkoj pshenicy *Triticum aestivum* L. [Experimental haploidy in soft wheat *Triticum aestivum* L.] // Problemy botaniki Yuzhnoj Sibiri i Mongolii: XIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konferenciya. Barnaul, 2014. S. 60–63.
2. Goncharova Yu. K. Ispol'zovanie metoda kul'tury pyl'nikov selekcii risa [The use of anther culture of rice breeding]. Krasnodar: VNII risa, 2012. 91 s.
3. Kartel' N. A., Makeeva E. N., Mezenko A. M. Genetika: enciklopedicheskij slovar' [Genetics: an encyclopedic dictionary]. Minsk: Tekhnalogiya, 1999. 448 s.
4. Lavrova N. V. Gaploidnye biotekhnologii v selekcii ozimoy pshenicy [Haploid biotechnologies in winter wheat breeding] // Vestnik KGU im. N. A. Nekrasova. 2006. № 4. S. 22–25.
5. Pershina L. A., Osadchaya T. S., Badaeva E. D, i dr. Izuchenie osobennostej androgeneza v kul'ture pyl'nikov sortov i perspektivnoj formy yarovoj myagkoj pshenicy Zapadnosibirskoj selekcii, razlichayushchihsya nalichiem ili otsutstviem pshenichno-chuzherodnyh translokacij [The study of androgenesis in the anther culture of varieties and the promising form of spring soft wheat of West Siberian breeding, differing by the presence or absence of wheat-foreign translocations] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2013. T. 17, № 1. S. 40–48.
6. Suhanov V. M., Klochkov V. P., Hohlov S. S., Tyrnov B. C. Ispol'zovanie kul'tury pyl'nikov dlya polucheniya gaploidov [The use of anther culture to produce haploids] // Kul'tura kletok rastenij. Kiev: Naukova dumka, 1978. S. 312–314.
7. Shamina Z. B. Androgenez i poluchenie gaploidov v kul'ture pyl'nikov i miksospor [Androgenesis and production of haploids in the culture of anthers and microspores] // Kul'tura kletok rastenij. M.: Nauka, 1981. 168 s.
8. Nitch J. P., Nitck C. Haploid plants from pollen grains // Science. 1969. Vol. 163, no. 3862. Pp. 85–87.

Поступила: 16.10.19; принята к публикации: 18.10.19.

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: Вожжова Н. Н., Ионова Е. В., Яцына А. А. – концептуализация исследования; Голово С. Г., Калинина Н. В., Яцына А. А. – подготовка опыта, выполнение лабораторных опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ТВЕРДОСЕЯНОСТИ СОРТОВ ЛЮЦЕРНЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ СЕМЯН

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

А. А. Регидин, младший научный сотрудник лаборатории многолетних трав mноголетnie.travy@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3246-1501;

Т. В. Грязева, кандидат сельскохозяйственных наук, агроном лаборатории многолетних трав, mноголетnie.travy@mail.ru, ORCID: 0000-0002-6846-1108;

К. Н. Горюнов, агроном лаборатории многолетних трав, mноголетnie.travy@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5685-6508

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

У многолетних бобовых культур, в том числе и у люцерны, после созревания значительная часть семян имеет непроницаемую для воды и воздуха семенную оболочку, поэтому сразу при высеве они не прорастают. Это свойство называется твердосемянностью. Целью наших исследований являлось изучение твердосемянности образцов коллекции люцерны ФГБНУ «АНЦ «Донской» в зависимости от продолжительности хранения семян. Твердосемянность изучаемых сортов после 1 месяца хранения в среднем за два года была в пределах 31–74%. Сорта Sonora 76 (США) и Ставропольская 430 (Россия) отличались наибольшим значением изучаемого признака (62 и 74% соответственно). Твердосемянность стандартного сорта Ростовская 90 составляла 49,5%. Через 6 месяцев хранения процент твердосемянности у всех изучаемых сортов существенно снизился. Изучаемый показатель стандарта Ростовская 90 снизился до 24%. Сорта Смуглянка (Украина), Звездочка (Россия), Veko (Канада), Admiral (Канада), Verta+ (Канада), АЗНИХИ-5 (Азербайджан), Ташкентская 1 (Узбекистан), Карлыгаш (Казахстан) с показателями от 7% до 13% имели достоверно более низкий процент твердых семян в сравнении со стандартом. Сорта Sonora 76 (США) и Ставропольская 430 (Россия) с твердосемянностью соответственно 38,5 и 49% существенно превысили стандарт Ростовская 90. По истечении 12 месяцев хранения твердосемянность изучаемых сортов варьировала в диапазоне 4–22,5%. У сорта, принятого за стандарт, показатель по данному признаку составлял 16,5%. Достоверно меньший процент твердосемянности (от 3 до 10%) был у 12 изучаемых сортов. Наименьший показатель сформировал сорт Звездочка (Россия). Существенное превышение было у двух сортов – Sonora 76 (США) и Ставропольская 430 (Россия) с показателями 21,5 и 22,5% соответственно.

Ключевые слова: люцерна, сорт, твердосемянность, продолжительность хранения, коллекционный питомник.

Для цитирования: Игнатъев С. А., Регидин А. А., Грязева Т. В., Горюнов К. Н. Динамика изменения твердосемянности сортов люцерны в зависимости от сроков хранения семян // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 46–49. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-46-49.



DYNAMICS OF ALFALFA SEED HARDNESS CHANGE DEPENDING ON THE SEED STORAGE TIME

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

A. A. Regidin, junior researcher of the laboratory of breeding and seed production of perennial grasses; mноголетnie.travy@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3246-1501;

T. V. Gryazeva, Candidate of Agricultural Sciences, agronomist of the laboratory of breeding and seed production of perennial grasses, mноголетnie.travy@mail.ru, ORCID: 0000-0002-6846-1108;

K. N. Goryunov, agronomist of the laboratory of breeding and seed production of perennial grasses, mноголетnie.travy@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5685-6508

Agricultural Research Center "Donskoy",

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

A significant part of perennial legumes seeds, including alfalfa, after ripening, has a seed coat nonpermeable for water and air, and therefore they do not germinate immediately after sowing. This property is called seed hardness. The purpose of our research was to study seed hardness of the alfalfa samples in the collection of the FSBSI "ARC "Donskoy" depending on the seed storage time. The seed hardness of the studied varieties after 1 month of storage ranged from 31 to 74% on average for two years. The varieties "Sonora 76" (the USA) and "Stavropolskaya 430" (Russia) possessed the highest value of the studied trait (62% and 74%, respectively). The seed hardness of the standard variety "Rostovskaya 90" was 49.5%. After 6 months of storage, the percentage of seed hardness in all studied varieties significantly decreased. The studied indicator of the standard variety "Rostovskaya 90" decreased to 24%. The varieties "Smuglyanka" (Ukraine), "Zvezdochka" (Russia), "Veko" (Canada), "Admiral" (Canada), "Verta+" (Canada), "AZNIHI-5" (Azerbaijan), "Tashkentskaya 1" (Uzbekistan), "Karlygash" (Kazakhstan) with the indicators from 7% to 13% had a significantly lower percentage of seed hardness compared with the standard variety. The varieties "Sonora 76" (USA) and "Stavropolskaya 430" (Russia), with seed hardness of 38.5% and 49%, respectively, significantly exceeded the standard variety "Rostovskaya 90". After 12 months of storage, seed hardness of the studied varieties ranged from 4 to 22.5%. The indicator for this trait of the variety, taken as a standard was 16.5%. A significantly lower percentage of seed hardness (from 3% to 10%) was in 12 studied varieties, the lowest indicator was shown by the variety "Zvezdochka" (Russia). The two varieties "Sonora 76" (USA) and "Stavropolskaya 430" (Russia) showed a significant excess with indicators of 21.5% and 22.5%, respectively.

Keywords: alfalfa, variety, seed hardness, storage time, collection nursery.

Введение. От условий прорастания семян полевых культур и последующей вегетации растений зависят урожайность, качество урожая и посевные качества семян (Ионова и Скворцова, 2013; Анисимова и Ионова, 2016; Скворцова и др., 2017; Кравченко и др., 2019). У многолетних бобовых трав условия выращивания в значительной степени отражаются на таком их признаке, как твердосемянность. Особенно этот признак проявляется у такой важной кормовой культуры, как люцерна. Люцерна – высокопитательное бобовое растение, богатый источник растительного белка с высоким содержанием необходимых аминокислот, каротина, кальция и других важных элементов питания различных сельскохозяйственных животных. Поэтому в качестве кормового растения люцерна используется уже несколько тысячелетий и получила широкое распространение на многих континентах мира. Люцерну отличают от других кормовых культур ее продуктивность, долголетие, исключительная способность расти в разнообразных природных условиях, многоцелевое использование, воспроизводство плодородия за счет фиксации атмосферного азота. По содержанию переваримого протеина и качеству белка люцерна превосходит иные кормовые культуры (Косолапов и др., 2015; Игнатьев и др., 2019).

При выращивании люцерны на корм или семяна большое значение имеет выбор сорта, признаки и свойства которого будут наиболее подходящими для целей возделывания и зоны выращивания.

У многолетних бобовых культур, в том числе и у люцерны, после созревания значительная часть семян имеет непроницаемую для воды и воздуха семенную оболочку, поэтому сразу при высеве они не прорастают. Это свойство называется твердосемянность. Такие семена потенциально жизнеспособны и под действием различных физических и механических факторов со временем приобретают свойство проницаемости оболочки и становятся всхожими (Жаринов и Ключ, 1990). Твердые семена отличаются от нетвердых тем, что в отверстиях сосудопроводящих пучков семенного рубчика образуются пробки, ограничивающие поступление влаги внутрь семени.

Многие исследования показывают, что твердосемянность люцерны передается по наследству. Так, от растений из твердых семян были получены в большей степени твердые семена, а в меньшей – нетвердые и загнившие. От растений же из нетвердых семян больший процент урожая составляли нетвердые и загнившие семена в количественном отношении к твердым (Глубшева, 2009).

Твердосемянность как биологическое свойство имеет эволюционное значение – она обеспечивает сохранность растительного генофонда и позволяет получать высокие и устойчивые урожаи. Растения, выросшие из твердых семян, отличаются более мощным ростом, имеют высокую урожайность зеленой массы и семян, а также обладают высокой засухоустойчивостью и зимостойкостью. При хранении семенного материала плотная оболочка твердых семян предохраняет их от загнивания, препятствует окислению и расходу запасенных питательных веществ.

В природных условиях семена, обладающие свойством твердосемянности, могут находиться в жизнеспособном состоянии 4–5 лет, со временем прорастая и обновляя травостой. Поэтому при необходимости долгосрочного использования посевов люцерны в посевном материале должен содержаться определенный процент твердых семян (Тарковский и др., 1974).

Однако содержание твердых семян в материале для семенных посевов, особенно тех, которые предстоит использовать лишь один год, оказывает отрицательное влияние. Из-за высокого процента твердосемянности в посевном материале повышается норма высева, а также нередко приходится применять различные механические или физико-химические способы обработки семян, в том числе скарификацию (Янушко, 2010). При скарификации нарушается оболочка семян люцерны, что может привести к грибковым заболеваниям. А это, в свою очередь, приводит к дополнительным затратам на проведение инкрустации фунгицидами для защиты семян. Нередко при скарификации повреждаются зародыши семян, что ведет к снижению полевой всхожести. Поэтому процент содержания твердых семян играет важную роль при выборе сорта люцерны для возделывания (Черняускас и др., 1977).

Целью наших исследований являлось изучение твердосемянности образцов коллекции люцерны ФГБНУ «АНЦ «Донской» в зависимости от продолжительности хранения семян.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2017–2018 гг. в ФГБНУ «АНЦ «Донской». В качестве исследуемого материала использовали сорта коллекции люцерны ВНИИГРР им. Н. И. Вавилова, а также сорта селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской», допущенные к использованию, посева 2015 г., урожая 2017–2018 гг. (табл. 1).

1. Сорта коллекции люцерны и страны их происхождения 1. Varieties of the alfalfa collection and the country of origin

Сорт	Страна происхождения
Ростовская 90	Россия
Ставропольская 430	Россия
Смуглянка	Украина
Серафима	Украина
Звездочка	Россия
Багира	Россия
Veko	Канада
Admiral	Канада
Verta+	Канада
Peak	США
Sonora 76	США
АЗНИХИ-5	Азербайджан
Ташкентская 1	Узбекистан
Карлыгаш	Казахстан
Ростовская 60	Россия
Люция	Россия
Селянка	Россия
Голубка	Россия

Семена хранили в складском помещении при естественных температурах и влажности.

Лабораторный опыт определения твердосемянности закладывали согласно ГОСТ 12038-84. Семена в чашках Петри проращивали на фильтровальной бумаге в термостате при 20 °С в течение 7 дней. Опыт закладывали в 4-кратной повторности после 1, 6 и 12 месяцев хранения семян.

Результаты и их обсуждение. Результаты проведенных исследований показали различия в твердосемянности сортов коллекции люцерны и допущенных к использованию сортов в зависимости от продолжительности хранения семян (табл. 2).

2. Твердосемянность изучаемых сортов люцерны, % (2017–2018 гг.)
2. Seed hardness of the studied alfalfa varieties, % (2017–2018)

Сорт	Продолжительность хранения								
	1 месяц			6 месяцев			12 месяцев		
	2017 г.	2018 г.	среднее	2017 г.	2018 г.	среднее	2017 г.	2018 г.	среднее
Ростовская 90, ст.	54	45	49,5	27	21	24	18	15	16,5
Ставропольская 430	81	67	74	55	43	49	24	21	22,5
Смуглянка	41	34	37,5	10	11	10,5	9	11	10
Серафима	57	45	51	15	13	14	13	12	12,5
Звездочка	48	37	42,5	6	10	8	4	2	3
Багира	54	46	50	22	18	20	8	7	7,5
Veko	40	34	37	12	9	10,5	8	8	8
Admiral	44	37	40,5	14	12	13	12	10	11
Verta+	46	36	41	11	8	9,5	5	3	4
Peak	60	50	55	30	20	25	14	11	12,5
Sonora 76	69	55	62	44	33	38,5	24	19	21,5
АЗНИХИ-5	55	51	53	8	6	7	6	4	5
Ташкентская 1	46	37	41,5	9	7	8	6	5	5,5
Карлыгаш	57	43	50	13	10	11,5	8	6	7
Ростовская 60	39	34	36,5	23	8	15,5	7	3	5
Люция	34	28	31	23	9	16	8	5	6,5
Селянка	41	31	36	17	12	14,5	10	7	8,5
Голубка	37	27	32	19	13	16	9	5	7
НСП ₀₅ /S(x)	13,0	4,7	11,1	7,4	3,6	11	4,9	3,3	5,6

Твердосемянность изучаемых сортов после 1 месяца хранения в среднем за два года была в пределах 31–74%. Сорта Sonora 76 (США) и Ставропольская 430 (Россия) отличались наибольшим значением изучаемого признака (62 и 74% соответственно). Твердосемянность стандартного сорта Ростовская 90 составляла 49,5%. Из 18 изучаемых 6 сортов формировали твердосемянность от 31 до 37,5%, что существенно ниже стандартного показателя.

Через 6 месяцев хранения процент твердосемянности у всех изучаемых сортов существенно снизился. Изучаемый показатель стандарта Ростовская 90 снизился до 24%. Сорта Смуглянка (Украина), Звездочка (Россия), Veko (Канада), Admiral (Канада), Verta+ (Канада), АЗНИХИ-5 (Азербайджан), Ташкентская 1 (Узбекистан), Карлыгаш (Казахстан) с показателями от 7 до 13% имели достоверно более низкий процент твердых семян в сравнении со стандартом. Сорта Sonora 76 (США) и Ставропольская 430 (Россия) с твердосемянностью соответственно 38,5 и 49% существенно превысили стандарт Ростовская 90.

По истечении 12 месяцев хранения твердосемянность изучаемых сортов варьировала в диапазоне 4–22,5%. У сорта, принятого за стандарт, показатель по данному признаку составлял 16,5%. Достоверно меньший процент твердосемянности (от 3 до 10%) был у 12 изучаемых сортов. Наименьший показатель сформировал сорт Звездочка (Россия). Существенное превышение было у двух сортов – Sonora 76 (США)

и Ставропольская 430 (Россия) с показателями 21,5 и 22,5% соответственно.

Следует отметить, что семена практически всех изучаемых сортов, полученные из урожая 2017 г., отличались более высоким процентом твердосемянности, чем семена урожая 2018 г. Причиной этому могут служить погодные условия, складывавшиеся в период вегетации растений. Малое количество выпавших осадков (102,4 мм) на фоне относительно низких среднесуточных температур (18,8 °С) в условиях 2018 г. отрицательно повлияло на формирование твердых семян у сортов люцерны. Тогда как благоприятные условия 2017 г. способствовали увеличению процента твердосемянности изучаемых сортов.

Выводы. Исследования показали, что процент твердых семян существенно снижается с увеличением продолжительности хранения до 12 месяцев. Наиболее низкой твердосемянность была у образцов Звездочка (Россия), Verta+ (Канада), АЗНИХИ-5 (Азербайджан), Ростовская 60 (Россия), Ташкентская 1 (Узбекистан), Люция (Россия), Карлыгаш (Казахстан), Голубка (Россия), Багира (Россия), Veko (Канада), Селянка (Россия), Смуглянка (Украина) с показателями от 3 до 10%. Самым высоким показателем выделились Sonora 76 (США) и Ставропольская 430 (Россия) со значениями 22,5 и 23,5% соответственно. Результаты данного исследования могут быть использованы при подборе исходного материала для селекции.

Библиографические ссылки

1. Анисимова Н. Н., Ионова Е. В. Элементы структуры урожая сортов ярового ячменя и их вклад в формирование высокой продуктивности растений // Зерновое хозяйство России. 2016. № 5(28). С. 40–43.
2. Глубшева Т. Н. Изменчивость люцерны по твердосемянности // Научные ведомости. 2009. № 3(58). С. 20–27.
3. Жаринов В. И., Ключ В. С. Люцерна. 2-е изд., перераб. и доп. Киев: Урожай, 1990. 320 с.
4. Игнатъев С. А., Регидин А. А., Грязева Т. В., Горюнов К. Н. Результаты изучения морфо-биологических признаков образцов люцерны из Северной Америки // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2(62). С. 42–46. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-42-46.
5. Ионова Е. В., Скворцова Ю. Г. Изменение посевных качеств озимой пшеницы при различных условиях выращивания (засушник) // Зерновое хозяйство России. 2013. № 4(28). С. 27–29.
6. Косолапов В. М., Шамсутдинов З. Ш., Ившин Г. И. и др. Основные виды и сорта кормовых культур: итоги научной деятельности Центрального селекционного центра: монография. М.: Наука, 2015. 545 с.

7. Кравченко Н. С., Ионова Е. В., Газе В. Л. Влияние условий выращивания на урожайность и качество зерна образцов озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2019. № 4(64). С. 31–35. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-64-4-31-35.
8. Скворцова Ю. Г., Филенко Г. А., Фирсова Т. И. и др. Влияние водного стресса на посевные качества семян озимой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2017. № 6(54). С. 52–55.
9. Тарковский М. И., Константинова А. М., Гладкий М. Ф. Люцерна. 2-е изд., испр. и доп. М.: Колос, 1974. 240 с.
10. Черныускас Г. И., Жемайтис В. Е., Пиворюнас Ю. А. Выращивание многолетних кормовых трав на семена. Л.: Колос, 1977. 272 с.
11. Янушко С. В. Приемы повышения посевных качеств семян бобовых трав // Мелиорация. 2010. № 1(63). С. 181–189.

References

1. Anisimova N. N., Ionova E. V. Elementy struktury urozhaya sortov yarovogo yachmenya i ih vklad v formirovanie vysokoy produktivnosti rastenij [Yield structure elements of spring barley varieties and their contribution to the formation of high plant productivity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 5(28). S. 40–43.
2. Glubsheva T. N. Izmenchivost' lyucerny po tverdosemyannosti [Alfalfa variability in seed hardness] // Nauchnye vedomosti. 2009. № 3(58). S. 20–27.
3. Zharinov V. I., Klyuj V. S. Lyucerna [Alfalfa]. 2-е изд., перераб. и доп. Kiev: Urozhaj, 1990. 320 s.
4. Ignat'ev S. A., Regidin A. A., Gryazeva T. V., Goryunov K. N. Rezul'taty izucheniya morfo-biologicheskikh priznakov obrazcov lyucerny iz Severnoj Ameriki [Results of the study of morphological and biological characteristics of alfalfa samples from North America] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 2(62). S. 42–46. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-42-46.
5. Ionova E. V., Skvorcova Yu. G. Izmenenie posevnyh kachestv ozimoy pshenicy pri razlichnyh usloviyah vyrashchivaniya (zasushnik) [Change in sowing qualities of winter wheat under various growing conditions (drought)] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2013. № 4(28). S. 27–29.
6. Kosolapov V. M., Shamsutdinov Z. Sh., Ivshin G. I. i dr. Osnovnye vidy i sorta kormovyh kul'tur: itogi nauchnoj deyatel'nosti Central'nogo selekcionnogo centra [The main types and varieties of feed crops: the results of the scientific activity of the Central Breeding Center]: monografiya. M.: Nauka, 2015. 545 s.
7. Kravchenko N. S., Ionova E. V., Gaze V. L. Vliyanie uslovij vyrashchivaniya na urozhajnost' i kachestvo zerna obrazcov ozimoy myagkoj pshenicy [The effect of growing conditions on the yield and grain quality of winter soft wheat samples] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 4(64). S. 31–35. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-64-4-31-35.
8. Skvorcova Yu. G., Filenko G. A., Firsova T. I. i dr. Vliyanie vodnogo stressa na posevnye kachestva semyan ozimoy pshenicy [The effect of water stress on sowing qualities of winter wheat seeds] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 6(54). S. 52–55.
9. Tarkovskij M. I., Konstantinova A. M., Gladkij M. F. Lyucerna [Alfalfa]. 2-е изд., испр. и доп. М.: Колос, 1974. 240 с.
10. Chernyuskas G. I., Zhemajtis V. E., Pivoryunas Yu. A. Vyrashchivanie mnogoletnih kormovyh trav na semena [Growing perennial forage grasses for seeds]. L.: Kolos, 1977. 272 s.
11. Yanushko S. V. Priemy povysheniya posevnyh kachestv semyan bobovyh trav [Techniques for improving the sowing qualities of legume seeds] // Melioraciya. 2010. № 1(63). S. 181–189.

Поступила: 7.10.19; принята к публикации: 17.10.19.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Игнат'ев С. А. – концептуализация исследования; Регидин А. А. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Грязева Т. В. – подготовка опыта, выполнение опытов и сбор данных; Горюнов К. Н. – выполнение опытов и сбор данных.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ВЛИЯНИЕ РЕПРОДУКЦИЙ СЕМЯН НА СТРУКТУРУ УРОЖАЙНОСТИ РИСА

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

Ю. П. Тесля, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0003-0146-3608;

Э. С. Балукова, лаборант-исследователь лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0001-8976-2703

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

Рис в условиях Ростовской области является важной продовольственной культурой. В процессе репродуцирования сортов риса происходит его постепенное ухудшение в результате механического, биологического засорения, спонтанного переопыления с примесями с последующим расщеплением гибридов, а также увеличения уровня поражения болезнями. Поэтому постоянно имеется необходимость обновления семян выращиваемых сортов риса. Цель исследований – выявить динамику изменения урожайности семян риса и элементов ее структуры при их репродуцировании. В лабораторных условиях по стандартным методикам определяли высоту растений, количество и массу стеблей и метелок с 1 м², длину метелок, количество выполненных и пустых колосков на метелках, массу 1000 семян. Для изучения использовали оригинальные семена питомника испытания потомств (ПИП), питомника размножения ОС(ПР-1, 2) и элитных семян (ЭС) сортов Акустик, Боярин, Кубояр и Южанин, выращенных в Пролетарском районе Ростовской области в период 2018–2019 гг. Установлено, что урожайность имеет тенденцию к снижению от высших репродукций (питомника размножения) к низшим (элитные семена). Наибольшая урожайность семян получена в питомнике испытания потомств. В среднем по 4 сортам она составила 9,2 т/га, превысив значения элитных семян на 3,2 т/га.

Ключевые слова: рис, репродукция, питомник, семена, урожайность.

Для цитирования: Костылев П. И., Тесля Ю. П., Балукова Э. С. Влияние репродукций семян на структуру урожайности риса // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 50–54. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-50-54.



THE EFFECT OF SEED REPRODUCTION ON RICE YIELD STRUCTURE

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

Yu. P. Teslya, researcher of the laboratory of rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-0146-3608;

E. S. Balyukova, research assistant of the laboratory of rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0001-8976-2703

Agricultural Research Center “Donskoy”,

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

Rice in the conditions of the Rostov region is an important food crop. The reproduction process of rice varieties results in its gradual deterioration because of mechanical, biological clogging, spontaneous pollination with impurities, followed by hybrid splitting, as well as an increase in the level of disease damage. Therefore, there is a constant need to update seeds of the cultivated rice varieties. The purpose of the study is to identify the dynamics of rice seed productivity change and elements of yield structure during their reproduction. In laboratory conditions, according to the standard methods there were determined “plant height”, “number and weight of stems and panicles per 1 m²”, “length of panicle”, “number of full and empty spikelets on panicles”, and “1000 seed weight”. For the study there were taken the original seeds of the nursery for progeny testing (PIP), reproduction nursery (OS-1), superelite (OS-2) and elite (ES), the varieties “Akustik”, “Boyarin”, “Kuboyar” and “Yuzhanin” grown in the Proletarsky district of the Rostov Region in 2018–2019. It has been established that productivity tends to decrease from higher reproductions (reproduction nursery) to lower ones (elite seeds). The largest seed yield was obtained in the nursery for progeny testing, it was 9.2 t/ha on average for 4 varieties, exceeding the value of elite seeds on 3.2 t/ha.

Keywords: rice, reproduction, nursery, seeds, productivity.

Введение. В настоящее время в России создается и внедряется в производство много высокопродуктивных сортов с.-х. культур с большим потенциалом урожайности, поэтому посевной материал должен удовлетворять высоким требованиям, так как только семена высокого качества могут наиболее полно раскрыть потенциал современных сортов (Фирсова и др., 2009).

Известно, что при длительном выращивании сорта любых культур постепенно теряют свои урожайные качества, то есть вырождаются. Причинами, вызывающими ухудшение качества сортовых семян, являются: механическое засорение семенами других сортов и видов; биологическое засорение из-за спонтанного перекрестного опыления и появления гибри-

дов, снижение уровня устойчивости к болезням из-за мутаций и др. В результате этих процессов увеличивается роль первичного семеноводства, включающего в себя комплекс мероприятий от выращивания семян в питомниках испытания потомств до массового размножения семян и внедрения их в производство (Филенко и др., 2018).

В системе семеноводства Ростовской области ФГБНУ «АНЦ «Донской» на базе СП «Пролетарское» занимается первичным семеноводством сортов риса, «оригинатором» которых он является, и обеспечивает рисоводческие хозяйства элитными семенами. Цикл работ при этом осуществляется по схеме, принятой для культур-самоопылителей. Используется индивидуально-семейный отбор, который позволяет со-

хранять генотипы сортов, их урожайные и другие хозяйственно полезные свойства путем отбора лучших продуктивных и здоровых растений, следующее поколение которых затем изучается в питомнике испытания потомств.

Основная задача первичного семеноводства риса – размножение семян оригинальных сортов, допущенных к использованию в Северо-Кавказском и Нижневолжском регионах, с сохранением их чистосортности, биологических и урожайных качеств, а также в количествах, удовлетворяющих потребности рисоводческих хозяйств.

В настоящее время в большинстве хозяйств Ростовской области акцент делается только на сортосмену, а не на сортообновление, что может привести к тому, что коммерческие сорта, проверенные временем, с наиболее стабильными величинами урожайности будут быстрее терять свои ценные свойства и уходить из производственной сферы. В результате возможен недобор урожая в хозяйствах, использующих семена низкого качества. Это закономерно, так как все селекционные достижения могут успешно реализоваться только через хорошо отлаженную систему семеноводства (Горпиниченко и др., 2018).

Цель исследований – выявить динамику изменения урожайности семян риса и элементов ее структуры при их репродуцировании.

Материалы и методы исследований. В условиях южной зоны Ростовской области в 2018–2019 гг. на чеках СП «Пролетарское» ФГБНУ «АНЦ «Донской» были проведены исследования с различными репродукциями риса. Первичное семеноводство риса ведется по 4-звенной схеме, принятой во ВНИИ риса:

- 1) питомник испытания потомств – ПИП;
- 2) питомник размножения оригинальных семян – ОС(ПР-1);
- 3) питомник размножения оригинальных семян – ОС(ПР-2);

4) элитные семена (ЭС) (Сметанин и др., 1972).

При этом первые три этапа осуществляет лаборатория селекции и семеноводства риса АНЦ «Донской», а четвертый – СП «Пролетарское».

В качестве исходного материала использовали оригинальные семена из этих питомников сортов риса Акустик, Боярин, Кубояр, Южанин. Технология выращивания – общепринятая для южной зоны Ростовской области. Посев проводили сеялкой СН-16 по естественным запасам влаги и с последующим постоянным затоплением в оптимальные агротехнические сроки 15–20 апреля. Площадь учетной делянки – 1 м², повторность – трехкратная, предшественник – озимая пшеница. Растения выращивали на темно-каштановой тяжелосуглинистой солонцеватой малогумусной почве с содержанием гумуса не более 3%; общего азота – 0,2; фосфора – 0,14; калия – 2,4%. Закладку полевых опытов делали согласно методике полевого опыта. Уборку делянок осуществляли в период полного созревания зерна вручную серпами. В лабораторных условиях по стандартным методикам определяли: высоту растений, количество и массу стеблей и метелок с 1 м², длину метелок, количество выполненных и пустых колосков на метелках, массу 1000 семян.

Статистическая обработка урожайных данных проведена с использованием компьютерной программы Microsoft Excel 2003.

Результаты и их обсуждение. Известно, что на урожайные качества семян риса влияют различные факторы. Такие признаки, как густота стеблестоя, количество колосков в метелке, масса 1000 семян, пустозерность, в значительной мере зависят от погодных условий и технологии возделывания. Погодные условия в период активной вегетации (апрель – сентябрь) в годы проведения исследований имели существенные различия, как по годам, так и по сравнению со средними многолетними значениями (табл. 1).

1. Погодные условия периода вегетации в годы проведения исследований (2018–2019 гг.) 1. Weather conditions during a vegetation period in the years of the study (2018–2019)

Месяц	Годы		Средняя многолетняя
	2018	2019	
Осадки, мм			
апрель	7,6	33,0	42
май	12,3	81,0	52
июнь	1,5	2,7	62
июль	52,7	78,9	62
август	0,5	18,9	49
сентябрь	13,4	32,9	35
Среднесуточная температура, °С			
апрель	12,1	11,0	12,0
май	18,8	18,7	16,7
июнь	24,2	25,5	20,1
июль	26,5	23,1	22,5
август	25,2	23,7	21,6
сентябрь	20,0	17,3	16,5

Погодные условия 2018 г. характеризовались рекордно низким количеством осадков – в 3,4 раза меньше нормы и высокой суммой биологически активных температур – 3535 °С, что на 635 °С больше среднесуточных значений. Наибольший дефицит осадков наблюдали в апреле, июне и августе (7,6; 1,5 и 0,5 мм) (табл. 1). Среднесуточная температура воздуха при этом значительно превышала среднесуточную (на 2,1–4,1 °С) в течение мая – сентября.

В 2019 г. отмечался недобор осадков в июне (2,7 мм) и августе (18,9 мм), а в остальные месяцы коли-

чество осадков было на уровне или превышало среднесуточные значения. Особенно дождливыми были май (81,0 мм) и июль (78,9 мм). Превышение среднесуточных температур воздуха наблюдалось в летний период, а также в мае и сентябре. Температура воздуха была выше среднесуточных значений на 0,6–5,4 °С. Сумма биологически активных температур – 3228 °С, что на 328 °С больше среднесуточных значений.

Таким образом, погодные условия были вполне благоприятными для роста и развития риса и способствовали хорошему вызреванию зерна.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что урожайность семян имеет тенденцию к снижению

от высших репродукций (питомника испытания потомств) к низшим (элитные семена) (рис. 1).

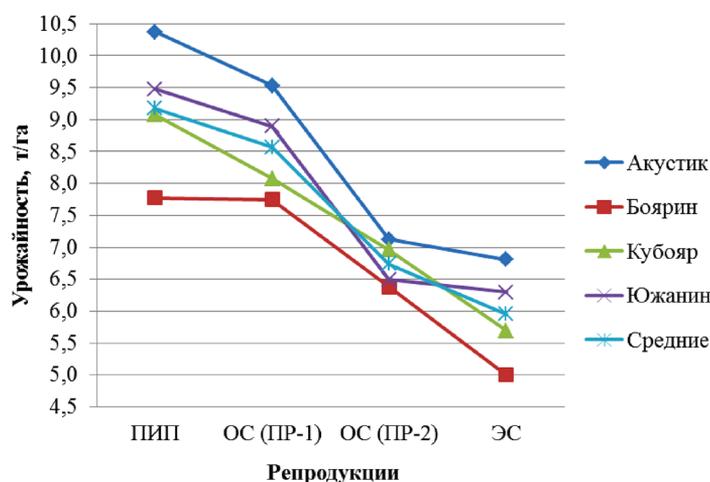


Рис. 1. Урожайность различных репродукций сортов риса (2018–2019 гг.)

Fig. 1. Productivity of the various rice variety reproductions (2018–2019)

Наибольшая биологическая урожайность сформировалась в ПИП у сорта Акустик (10,38 т/га), а затем в порядке убывания у Южанина (9,07) и Боярина (7,78). В ОС(ПР-1) урожайность у всех сортов, кроме Боярина, снизилась на 0,58–1,00 т/га. Снижение урожайности продолжилось и в следующих репродукциях: в ОС(ПР-2) – в среднем на 1,82 т/га к ОС(ПР-1), а в элите – на 0,79 т/га к ОС(ПР-2). Эта закономерность подтверждается и данными уборки с больших площадей (до 8,8 га). Так, урожайность в ОС(ПР-2) снизилась по сравнению с ОС(ПР-1) у Акустика с 6,23 до 5,36; у Боярина –

с 6,40 до 4,23; у Кубояра – с 6,59 до 4,94; у Южанина – с 6,56 до 4,37 т/га.

Биологическая продуктивность или общая сухая надземная биомасса посева с единицы площади – один из основных интегральных показателей фотосинтетической деятельности. Темпы ее формирования в течение вегетации и конечная величина в фазе полной спелости оказывают влияние на размеры хозяйственной урожайности сорта. Как видно из таблицы 2, масса сухих растений с одного квадратного метра также постепенно снижалась по репродукциям (табл. 2).

2. Элементы структуры урожая риса (2018–2019 гг.) 2. Yield structure elements of rice (2018–2019)

Сорт	Репродукция	Масса зерна с соломой, г/м ²	Масса зерна со снопа, г/м ²	Уборочный индекс (Кхоз)	Количество метелок на 1 м ²	Масса зерна с метелки, г
Акустик	ПИП	2043,0	1032,7	50,8	325,3	3,17
	ОС(ПР-1)	1830,0	956,9	52,1	505,3	1,89
	ОС(ПР-2)	1315,0	714,1	54,2	414,7	1,72
	ЭС	1353,3	691,0	50,3	280,0	2,47
Боярин	ПИП	1408,7	775,5	55,2	270,0	2,87
	ОС(ПР-1)	1425,0	780,3	54,4	346,3	2,25
	ОС(ПР-2)	1256,7	641,3	50,8	437,3	1,47
	ЭС	1140,0	494,3	43,9	374,7	1,32
Кубояр	ПИП	1578,3	906,0	57,5	293,0	3,09
	ОС(ПР-1)	1379,0	828,7	58,5	426,0	1,95
	ОС(ПР-2)	1276,7	693,5	54,5	390,0	1,78
	ЭС	998,3	568,4	57,0	326,7	1,74
Южанин	ПИП	1541,7	948,1	61,5	311,7	3,04
	ОС(ПР-1)	1523,3	885,7	58,4	492,0	1,80
	ОС(ПР-2)	1218,3	656,5	53,3	396,0	1,66
	ЭС	1176,7	627,6	53,5	294,0	2,13
Стандартное отклонение		261,2	153,2	4,2	73,7	0,6

Также снижалась и масса зерна со снопа, убранного с 1 м². Коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза (Кхоз, или уборочный индекс) отражает долю (в %) зерна в общей надземной массе растений и характеризует физиологическую способность сорта мобилизовать максимум запасных и фотосинтетических продуктов растений на формирование урожая зерна (Скаженник и др., 2017).

Характер распределения ассимилятов по органам побега у разных типов сортов риса в период выхода в трубку оказывал значительное влияние на развитие вегетативных и генеративных органов, что привело к изменению соотношения стеблей и метелок в общей надземной биомассе в фазе полной зрелости и разной величине Кхоз (табл. 2). У изученных сортов уборочный индекс варьировал от 43,9 до 61,5%, что привело

к изменению их урожайности. Корреляция уборочного индекса с урожайностью была средней положительной и составила $0,46 \pm 0,08$.

Другим фактором, оказывающим влияние на урожайность семян риса, является разная густота стояния растений на единице площади посева. Она у риса колеблется в широких пределах и в основном связана с получением неодинаковых по густоте, развитию и размещению по площади всходов, с их изреживаемостью в начальный период роста, с разным уровнем кущения растений. Разная густота продуктивного стеблестоя на семенных участках означает, что индивидуальные побеги имеют неодинаковую площадь корневого и воздушного питания. Вследствие этого несколько изменяются их морфологические признаки: высота, размеры листьев и метелок. При разных размерах и неодинаковой освещенности фотосинтетической поверхности изменяется чистая продуктивность фотосинтеза, что сказывается на озерненности метелки и массе зерновок у индивидуальных побегов в посевах с разной густотой их стояния (Воробьев, 2013).

Как видно из таблицы 2, наибольшая масса зерна формировалась в ПИП с густотой продуктивного стеблестоя от 270 до 325 шт/м². Однако дальнейшее

увеличение числа метелок в ОС(ПР-1) и ОС(ПР-2) до 346–505 шт. на 1 м² не привело к росту продуктивности, что связано с уменьшением количества зерен в метелке и соответственно ее массы из-за уменьшения ассимилятов в результате снижения чистой продуктивности фотосинтеза в загущенном посевах у индивидуальных побегов, направляемых на формирование метелок и на налив образующихся зерновок. При повышенной густоте стеблестоя несколько снизилось количество колосков в метелке (рис. 2). Снижение продуктивности метелки в результате привело к уменьшению урожайности посевов риса.

Результаты этого опыта показывают, как важно в товарных и семенных посевах риса формировать оптимальную густоту стояния растений, обуславливающую без каких-либо дополнительных затрат повышение урожайности зерна. Следует отметить, что в посевах элиты густота продуктивного стеблестоя была примерно такой же, как и в ПИП, однако метелки там сформировались в среднем в 1,7 раза меньше по массе зерна, что связано с влиянием репродукции семян (Сокурова, 2016).

При этом масса 1000 зерновок по репродукциям почти не меняется (табл. 3). Коэффициент вариации по этому признаку составил всего 4,9%.

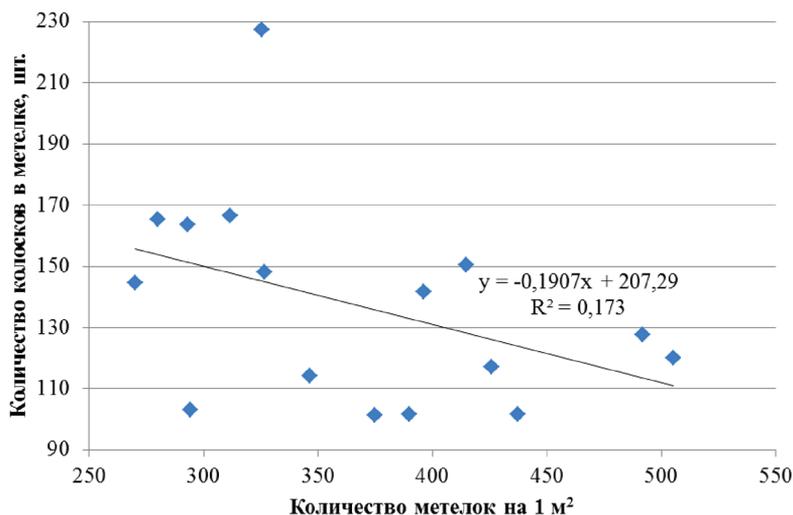


Рис. 2. Взаимосвязь числа колосков в метелке и количества метелок на 1 м²

Fig. 2. Correlation between "number of spikelets per panicle" and "number of panicles per 1 m²"

3. Морфологическая характеристика растений сортов риса по репродукциям (2018–2019 гг.) 3. Morphological characteristics of the rice varieties according to reproductions (2018–2019)

Сорт	Репродукция	Длина метелки, см	Кол-во зерен, шт.	Кол-во пустых колосков, шт.	Общее кол-во колосков, шт.	Масса 1000 семян, г	Фертильность, %
Акустик	ПИП	17,6	209	18	227	32,1	92,0
	ОС(ПР-1)	16,7	145	21	166	33,8	87,3
	ОС(ПР-2)	15,0	131	19	150	30,2	87,2
	ЭС	15,0	150	15	165	30,0	90,7
Боярин	ПИП	14,2	136	9	145	31,3	93,8
	ОС(ПР-1)	13,3	106	8	114	31,2	93,1
	ОС(ПР-2)	13,3	96	6	102	31,7	93,9
	ЭС	11,7	91	10	101	29,2	89,8
Кубояр	ПИП	15,7	141	22	164	33,0	86,3
	ОС(ПР-1)	14,1	104	14	117	31,1	88,3
	ОС(ПР-2)	13,4	85	16	102	27,4	84,0
	ЭС	14,2	136	12	148	30,3	92,1
Южанин	ПИП	20,0	155	12	167	31,5	92,9
	ОС(ПР-1)	17,6	121	7	128	30,2	94,5
	ОС(ПР-2)	18,1	131	10	142	30,4	92,8
	ЭС	18,3	89	14	103	32,2	86,1
Стандартное отклонение		2,3	31,9	5,0	34,2	1,5	3,3

Наиболее крупные метелки формировались у всех сортов в питомниках испытания потомств (табл. 3). Они были длиннее на 0,9–2,4 см, чем в других питомниках, и несли больше колосков. В среднем по четырем сортам метелки ПИП несли 175,6 колоска; ОС(ПР-1) – 131,3; ОС(ПР-2) – 123,9; ЭС – 129,4 колоска. При этом фертильность по репродукциям различалась незначительно: в среднем ПИП – 91,3%; ОС(ПР-1) – 90,8%; ОС(ПР-2) – 89,5%; ЭС – 89,7. В то же время сорта более существенно различались по этому признаку: в среднем по репродукциям от 87,7% у Кубояра до 92,7% у Боярина. Это связано с различиями в продолжительности вегетационного периода.

По мере репродуцирования от ПИП к ЭС отмечается тенденция к ухудшению показателей сортовой чистоты у риса от 100 до 99,1%.

Выводы. В процессе репродуцирования сорта риса постепенно снижают показатели продуктивности, первоначально присущие им. Причинами этого являются механические и биологические засорения, спонтанные скрещивания, расщепление гибридов,

мутации, снижение устойчивости к заболеваниям, вследствие чего снижаются урожайность и посевные качества семян. По результатам исследований было установлено, что урожайные качества имели тенденцию к снижению величин продуктивности от высших репродукций (питомника испытания потомств) к низшим (элитные семена). Максимальная биологическая урожайность сформировалась в ПИП у сорта Акустик (10,38 т/га), а затем в порядке убывания у Южанина (9,48), Кубояра (9,07) и Боярина (7,78). В ОС(ПР-1) урожайность у всех сортов, кроме Боярина, снизилась на 0,58–1,00 т/га. Снижение урожайности продолжилось и в следующих репродукциях: в ОС(ПР-2) – в среднем на 1,82 т/га к ОС(ПР-1), а в ЭС – на 0,79 т/га к ОС(ПР-2). Наибольшая урожайность семян получена в питомнике испытания потомств: в среднем по 4 сортам она составила 9,2 т/га, превысив значения элитных семян на 3,2 т/га. Поэтому для повышения урожайных и посевных качеств семян риса нужно проводить сортообновление, то есть смену низших репродукций семян более высокими, обеспечивающими их хорошие урожайные и посевные качества.

Библиографические ссылки

1. Воробьев Н. В. Физиологические основы формирования урожая риса. Краснодар: Просвещение-Юг, 2013. С. 64–65.
2. Горпиниченко С. И., Ковтунова Н. А., Шишова Е. А., Романюкин А. Е. Особенности семеноводства сорго в Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(60). С. 6–9.
3. Скаженник М. А., Воробьев Н. В., Ковалев В. С., Уджуху А. Ч., Баясный И. В. Уборочный индекс и его связь с формированием урожайности и элементами структуры урожая сортов риса // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31, № 2. С. 29–31.
4. Сметанин А. П., Дзюба В. А., Апрод А. И. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян. Краснодар, 1972. 155 с.
5. Сокурова Л. Х. Влияние репродукций на формирование посевных качеств проса посевного // Международные научные исследования. 2016. № 3. С. 372–374.
6. Филенко Г. А., Скворцова Ю. Г., Фирсова Т. И., Филиппов Е. Г. Влияние репродукций на урожайность и посевные качества семян ярового ячменя // Зерновое хозяйство России. 2018. № 3(57). С. 53–57. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-57-3-53-57.
7. Фирсова Т. И., Лысенко А. А. Значение приемов отбора элитных семей при выращивании оригинальных семян // Зерновое хозяйство России. 2009. № 5. С. 15–21.

References

1. Vorob'ev N. V. Fiziologicheskie osnovy formirovaniya urozhaya risa [The physiological basis for rice yield formation]. Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2013. S. 64–65.
2. Gorpnichenko S. I., Kovtunova N. A., Shishova E. A., Romanyukin A. E. Osobennosti semenovodstva sorgo v Rostovskoy oblasti [Features of sorghum seed production in the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(60). S. 6–9.
3. Skazhennik M. A., Vorob'ev N. V., Kovalev V. S., Udzhuhu A. Ch., Balyasnyj I. V. Uborochnyj indeks i ego svyaz' s formirovaniem urozhajnosti i elementami struktury urozhaya sortov risa [Harvesting index and its correlation with the formation of productivity and yield structure elements of rice varieties] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2017. T. 31, № 2. S. 29–31.
4. Smetanin A. P., Dzyuba V. A., Aprud A. I. Metodiki opytnyh rabot po selekcii, semenovodstvu, semenovedeniyu i kontrolyu za kachestvom semyan [Methods of experimental work on breeding, seed production, seed management and seed quality control]. Krasnodar, 1972. 155 s.
5. Sokurova L. H. Vliyanie reprodukcij na formirovanie posevnyh kachestv prosa posevnogo [The effect of reproductions on formation of sowing millet qualities] // Mezhdunarodnye nauchnye issledovaniya. 2016. № 3. S. 372–374.
6. Filenko G. A., Skvortsova Yu. G., Firsova T. I., Filippov E. G. Vliyanie reprodukcij na urozhajnost' i posevnye kachestva semyan yarovogo yachmenya [The effect of reproductions on productivity and sowing qualities of spring barley seeds] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 3(57). S. 53–57. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-57-3-53-57.
7. Firsova T. I., Lysenko A. A. Znachenie priemov otbora elitnyh semej pri vyrashchivani original'nyh semyan [The importance of elite family selection techniques in the cultivation of original seeds] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2009. № 5. S. 15–21.

Поступила: 17.10.19; принята к публикации: 18.11.19.

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 полученных данных, написание текста статьи; Тесля Ю. П. – закладка опыта, посев сортов, сбор данных структурного анализа, заполнение таблиц и построение графика; Балюкова Э. С. – выращивание растений, отбор растений для анализа, промеры и подсчеты частей растений в процессе структурного анализа.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

УДК 633.111:577.2

DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-55-59

ВЫЯВЛЕНИЕ ГЕНА КОРОТКОСТЕБЕЛЬНОСТИ RHT-B1 В ОБРАЗЦАХ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Н. Т. Купрейшвили, техник-исследователь лаборатории маркерной селекции, kupreshvilin@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1726-4390;

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

Д. М. Марченко, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. отделом селекции озимой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

Е. В. Ионова, доктор сельскохозяйственных наук, руководитель центра фундаментальных научных исследований, заместитель директора по научной работе, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219

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

Приведены результаты оценки коллекционного материала озимой мягкой пшеницы по наличию аллелей гена короткостебельности Rht-B1. Выявление образцов, несущих в себе гены короткостебельности, необходимо для использования в селекции сортов озимой пшеницы степного экотипа, имеющих высокую технологичность при уборке. Поиск, идентификация и создание нового высокопродуктивного и короткостебельного исходного материала озимой мягкой пшеницы являются в настоящее время актуальными. Целью нашего исследования являлось выявление аллелей гена короткостебельности Rht-B1 у коллекционных образцов озимой мягкой пшеницы. Исследования проводили в лаборатории маркерной селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2017 г. Применяли следующие методы исследований: выделение ДНК СТАВ-методом, оценка количества и качества выделенной ДНК на спектрофотометре, выполнение полимеразной цепной реакции, проведение электрофореза на агарозных гелях, детекция ампликонов в ультрафиолете системой гель-фотодокументирования. В результате проведенных исследований при помощи SSR-маркеров было изучено 162 короткостебельных образца озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения. Выявлено 7 образцов озимой мягкой пшеницы с аллелем Rht-B1a, такие как Гром, Краплина, Степовичка и др. Идентифицировано 13 образцов озимой мягкой пшеницы с аллелем Rht-B1b (Rht1), такие как 1765/13, 1816/15, GK Margit и др. Определено 9 образцов озимой мягкой пшеницы с аллелем Rht-B1e (Rht11), такие как GK Margit, Менестрель, 1004/14 и др. Рекомендовано в селекции на короткостебельность использовать образцы озимой мягкой пшеницы, несущие в себе аллели Rht-B1b и Rht-B1e.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, ген короткостебельности, Rht-B1, коллекционные образцы, ПЦР, электрофорез.

Для цитирования: Купрейшвили Н. Т., Вожжова Н. Н., Марченко Д. М., Ионова Е. В. Выявление гена короткостебельности Rht-B1 в образцах озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 55–59. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-55-59.



IDENTIFICATION OF SHORT-STEM GENE RHT-B1 IN THE WINTER SOFT WHEAT SAMPLES

N. T. Kupreyshvily, technician-researcher of the laboratory of the marker breeding, kupreshvilin@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1726-4390;

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

D. M. Marchenko, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head of the department for winter wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

E. V. Ionova, Doctor of Agricultural Sciences, head of the center of fundamental researches, deputy director on science, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219

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

The current paper has presented the estimation results of the collection material of winter soft wheat according to the presence of alleles of short-stem gene Rht-B1. Identification of the samples with short-stem genes is of great necessity in the development of winter wheat varieties of the steppe ecotype with high adaptability to harvesting. Search, identification and development of a new highly productive and short-stem source material of winter soft wheat is of great relevance nowadays. The purpose of our study was to identify alleles of short-stem gene Rht-B1 in the collection samples of winter soft wheat. The study was carried out in the laboratory of the marker breeding of the FSBI "Agricultural Research Center "Donskoy" in 2017. There were used the following research methods: a DNA extraction by the CTAB-method, estimation of the quantity and quality of the extracted DNA on a spectrophotometer, fulfillment of polymerase chain reaction and agarose gel electrophoresis, detection of amplicons in ultraviolet by gel photodocumentation system. As a result, due to the use of SSR-markers there were studied 162 short-stem samples of winter soft wheat of various ecological and geographical origin. There were identified 7 winter soft wheat samples with the Rht-B1a allele, such as "Grom", "Kraplina", "Stepovichka", etc. and 13 winter soft wheat samples with the Rht-B1b (Rht1) allele, such as "1765/13", "1816/15", "GK Margit", etc. There were identified 9 winter soft wheat samples with the Rht-B1e (Rht11) allele, such as "GK Margit", "Minestrel", "1004/14", etc. It was recommended to use winter soft wheat samples with the Rht-B1b and Rht-B1e alleles when breeding for short stems.

Keywords: winter soft wheat, short-stem gene, Rht-B1, collection samples, PCR, electrophoresis.

Введение. Пшеница занимает одно из ведущих мест в мире среди других зерновых культур. По данным ФАО, доля пшеницы в мировом производстве зерновых культур по состоянию на 2017 г. составляет 25,9%, а Российская Федерация занимает третье место в мире по ее валовому сбору после Китая и Индии (ФАО, 2019).

После открытия у пшеницы генов короткостебельности наступила так называемая зеленая революция – период, когда создавались низкорослые сорта, снижающие потери урожая при уборке. Тогда же стали активно изучать их молекулярное строение, плейотропное влияние и происходящие под влиянием этих генов биохимические процессы.

Немаловажным направлением исследований является изучение распространения генов короткостебельности среди современных сортов, возделываемых в различных климатических зонах (Чеботарь, 2008; Divashuk et al., 2013; Guedira et al., 2010; Knopf et al., 2008).

Знание генетической природы признака «высота растения», по мнению А. Ф. Мережко, является необходимым для выявления доноров низкорослости, уменьшающих длину стебля, не ухудшая при этом продуктивность зерна, и значительно облегчает и ускоряет селекцию на данный признак (Мережко, 1994).

Российские селекционеры уделяют свое внимание поиску, идентификации и созданию нового высокопродуктивного и короткостебельного исходного материала озимой пшеницы и других зерновых культур (Самофалова, 2016; Медведев и др., 2017; Дьячук и др., 2018).

Для селекции сортов озимой пшеницы степного экотипа, обладающих коротким стеблем и урожайностью, а также технологичностью при уборке, необходимо выявлять образцы с генами короткостебельности на ранних этапах селекционного процесса. Ранее наличие таких генов в коллекционном материале озимой мягкой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской» не оценивалось.

Таким образом, целью исследования являлось выявление аллелей гена короткостебельности Rht-B1 у коллекционных образцов озимой мягкой пшеницы.

Материалы и методы исследований. Объектом исследования являлись 162 короткостебельных коллекционных образца озимой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской» различного эколого-географического происхождения.

Пробоподготовка образцов осуществлялась при помощи гомогенизатора Bertin Precellys 24. Геномная ДНК выделялась из зерен пшеницы СТАВ-методом (Murray and Thompson, 1980).

Для идентификации аллелей гена Rht-B1 использовали молекулярные маркеры Rht-B1a (BF+WR1), Rht-B1b (BF+MR1) и Rht-B1e (NH.BF.2/Me.R).

Аmplификацию ДНК проводили в реакционной смеси по предложенным авторами протоколам и при необходимости модифицировали (Ellis et al., 2002; Li et al., 2012). Для проведения ПЦР использовали реакционные смеси объемом 20 микролитров.

Условия проведения ПЦР представлены в таблице 1.

1. Условия ПЦР-реакции для выявления аллелей гена короткостебельности Rht-B1 1. Conditions of PCR to identify alleles of the short-stem gene Rht-B1

Наименование аллеля	Условия реакции
Rht-B1a, Rht-B1b (Rht1)	1) 94 °C – 5 мин; 2) 7 циклов (94 °C – 30 с, 65 °C – 30 с (каждый цикл температура снижается на 1 °C), 72 °C – 1 мин 20 с); 3) 30 циклов (94 °C – 15 с, 58 °C – 15 с, 72 °C – 50 с); 4) 72 °C – 2 мин
Rht-B1e (Rht11)	1) 95 °C – 15 мин; 2) 38 циклов (95 °C – 30 с, 62 °C – 30 с, 72 °C – 30 с); 3) 72 °C – 5 мин

Количество реактивов, входящих в реакционную смесь, указано в таблице 2.

2. Реакционные смеси для проведения ПЦР при определении аллелей гена Rht-B1 2. Reaction mixtures to conduct PCR to identify alleles of the short-stem gene Rht-B1

Реактивы	Rht-B1a, Rht-B1b (Rht1)	Rht-B1e (Rht11)
10x ПЦР-буфер	2,5	2
MgCl ₂ (25 мМ)	2	2
Смесь dNTPs (25 мМ)	0,2	0,2
Праймер F	1	0,8
Праймер R	1	0,8
Тaq-полимераза (5 ед/мкл)	0,2	0,2
H ₂ O (деионизация)	11,1	12
ДНК (50–100 нанограмм)	2	2

Аmplифицированные фрагменты ДНК разделяли с помощью электрофореза на 2% агарозном геле в 0,5x TBE-буфере. Гели окрашивали бромистым этидием. Анализ полученных данных осуществляли в программе Bio-Rad Image Lab 5.1.

Результаты и их обсуждение. В 2017 г. в лаборатории маркерной селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» проводили идентификацию аллелей гена короткостебельности Rht-B1 у коллекционных низкорослых образцов озимой мягкой пшеницы.

В результате скрининга образцов озимой мягкой пшеницы по аллелям гена Rht-B1 был получен ряд электрофореграмм агарозных гелей (рис. 1–3).

Аллель Rht-B1a, обуславливающий «дикий» тип растений по высоте, был выявлен у образца № 6 –

Дон 107 (Россия, АНЦ «Донской»). У остальных образцов, представленных на фрагменте электрофореграммы (рис. 1), он отсутствовал.

Всего было идентифицировано 7 образцов, несущих аллель Rht-B1a, список которых представлен в таблице 3.

Аллель гена короткостебельности Rht-B1b определен в образцах 1765/13 (Россия, АНЦ «Донской»), GK Margit (Венгрия), Алексеич (Россия, НЦЗ им. П. П. Лукьяненко) и 1005/14 (Россия, АНЦ «Донской»). У других образцов, представленных на фрагменте электрофореграммы (рис. 2), этот аллель не был идентифицирован.

Всего было выявлено 13 образцов с аллелем Rht-B1b (Rht1), список которых представлен в таблице 3.

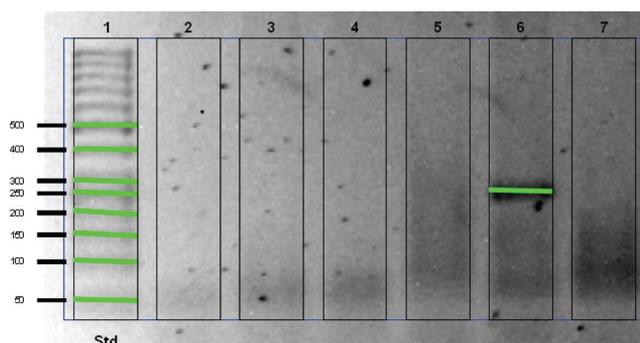


Рис. 1. Фрагмент электрофореграммы скрининга образцов озимой мягкой пшеницы по аллелю короткостебельности Rht-B1a с маркером BF+WR1: 1 – маркер молекулярного веса (M) Thermo Scientific GeneRuler 50 bp (50–1000 п. н.); 2 – H₂O деионизированная (отрицательный контроль); 3 – Кипчак; 4 – Станичная; 5 – Донской сюрприз; 6 – Дон 107; 7 – Лидия

Fig. 1. Electrophoregram fragment of winter soft wheat screening according to the short-stem allele Rht-B1a with marker BF+WR1: 1 – marker of a molecular weight (M) Thermo Scientific GeneRuler 50 bp (50–1000 p. n.); 2 – H₂O deionized (negative control); 3 – “Kipchak”; 4 – “Stanichnaya”; 5 – “Donskoy syrpriz”; 6 – “Don 107”; 7 – “Lidiya”

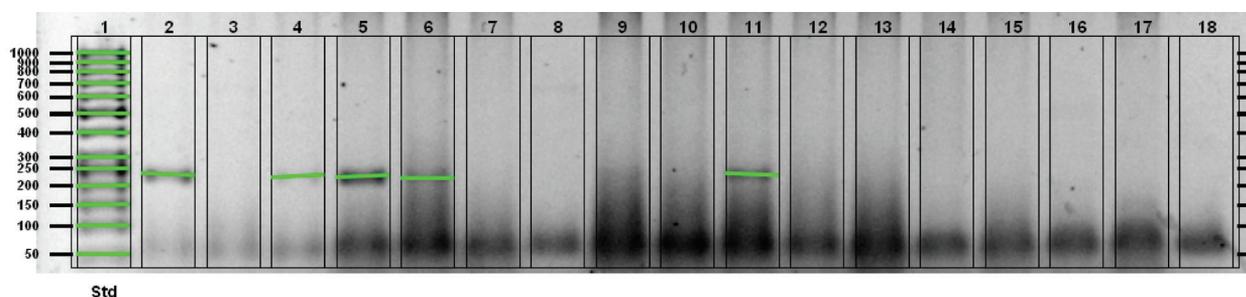


Рис. 2. Фрагмент электрофореграммы скрининга образцов озимой мягкой пшеницы по аллели короткостебельности Rht-B1b с маркером BF+MR1: 1 – маркер молекулярного веса Thermo Scientific GeneRuler 50 bp (50–1000 п. н.); 2 – Степной Янтарь (озимая твердая пшеница, положительный контроль); 3 – H₂O деионизированная (отрицательный контроль); 4 – 1765/13 (Россия, АНЦ «Донской»); 5 – GK Margit (Венгрия); 6 – Алексееч (Россия, НЦЗ им. П. П. Лукьяненко); 7 – Каролина 5; 8 – ASW142; 9 – GK Cipo (Венгрия); 10 – Ротакс (Германия); 11 – 1005/14; 12 – 1074/14; 13 – 1182/14; 14 – 1309/14; 15 – 1441/14; 16 – 1545/14; 17 – 1580/14; 18 – 1626/14

Fig. 2. Electrophoregram fragment of winter soft wheat screening according to the short-stem allele Rht-B1b with marker BF+MR1: 1 – marker of a molecular weight Thermo Scientific GeneRuler 50 bp (50–1000 p. n.); 2 – “Stepnoy Yantar” (winter durum wheat, positive control); 3 – H₂O deionized (negative control); 4 – “1765/13” (Russia, ARC “Donskoy”); 5 – “GK Margit” (Hungary); 6 – “Alekseich” (Russia, RCG named after P. P. Lukiyanenko); 7 – “Karolina 5”; 8 – “ASW142”; 9 – “GK Cipo” (Hungary); 10 – “Rotaks” (Germany); 11 – “1005/14”; 12 – “1074/14”; 13 – “1182/14”; 14 – “1309/14”; 15 – “1441/14”; 16 – “1545/14”; 17 – “1580/14”; 18 – “1626/14”

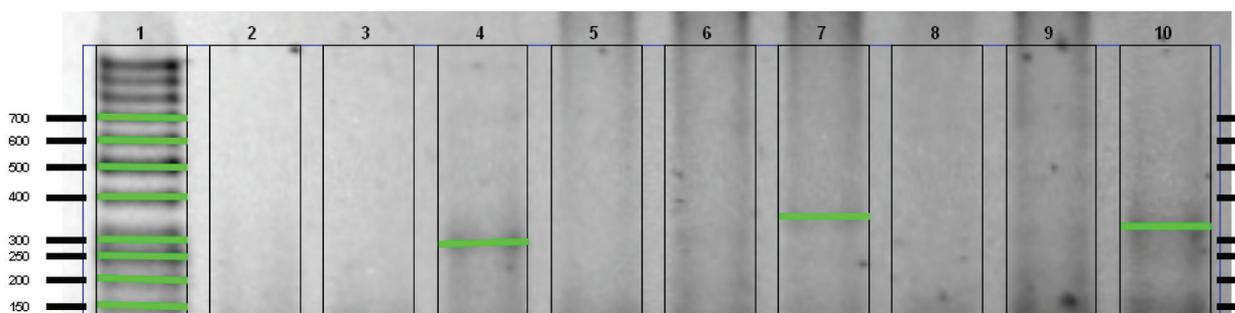


Рис. 3. Фрагмент электрофореграммы скрининга образцов озимой мягкой пшеницы по аллели короткостебельности Rht-B1e с маркером NH.BF.2/Me.R: 1 – маркер молекулярного веса (M) Thermo Scientific GeneRuler 50 bp (50–1000 п. н.); 2 – H₂O деионизированная (отрицательный контроль); 3 – Samurai; 4 – GK Margit; 5 – CIMMYT № 74; 6 – CIMMYT № 73; 7 – Менестрель; 8 – 718/13; 9 – 791/13; 10 – 1004/14

Fig. 3. Electrophoregram fragment of winter soft wheat screening according to the short-stem allele Rht-B1e with marker NH.BF.2/Me.R: 1 – marker of a molecular weight (M) Thermo Scientific GeneRuler 50 bp (50–1000 p. n.); 2 – H₂O deionized (negative control); 3 – “Samurai”; 4 – “GK Margit”; 5 – “CIMMYT no. 74”; 6 – “CIMMYT no. 73”; 7 – “Menestrel”; 8 – “718/13”; 9 – “791/13”; 10 – “1004/14”

Аллель гена короткостебельности Rht-B1e выявлен в образцах GK Margit (Венгрия), Менестрель (Сербия) и 1004/14 (Россия, АНЦ «Донской»). У других образцов, представленных на фрагменте электро-

форграммы (рис. 3), этот аллель не был идентифицирован.

Всего было определено 9 образцов озимой мягкой пшеницы с аллелем Rht-B1e (Rht11) (табл. 3).

3. Образцы озимой мягкой пшеницы с идентифицированными аллелями гена короткостебельности Rht-B1

3. The winter soft wheat samples with identified alleles of the short-stem gene Rht-B1

№ п/п	Аллели гена Rht-B1		
	Rht-B1a	Rht-B1b (Rht1)	Rht-B1e (Rht11)
1	Дон 107	1765/13	Курень
2	Гром	Алексеич	1237/13
3	Дагмар	1005/14	1863/15
4	1062/09	1038/15	1813/07
5	Краплина	1483/15	Madyarka
6	Степовичка	1584/15	Yang mai 13
7	Tum	1596/15	GK Margit
8	–	1647/15	Менестрель
9	–	1677/15	1004/14
10	–	1792/15	–
11	–	1816/15	–
12	–	GK Margit	–
13	–	410/15	–

Поскольку из литературных источников известно, что аллель Rht-B1a является «диким» типом короткостебельности и незначительно снижает высоту растений, использование в селекции линий с таким генотипом не позволит получить гибриды с очень коротким стеблем (Ellis et al., 2002).

Линии озимой мягкой пшеницы, несущие в своем генотипе один или оба аллеля Rht-B1b и Rht-B1e, обладают сниженной высотой стебля и могут быть рекомендованы в качестве источников короткостебельности для использования в селекционных про-

граммах, направленных на снижение высоты растений.

Выводы. В результате проведенного исследования были определены аллели гена короткостебельности Rht-B1 у 162 образцов озимой мягкой пшеницы. Выявлено 7 образцов с аллелем Rht-B1a, 13 образцов с аллелем Rht-B1b (Rht1) и 9 образцов с аллелем Rht-B1e (Rht11). Рекомендуем в селекционной работе на снижение высоты растений использовать идентифицированные образцы с аллелями Rht-B1b и Rht-B1e.

Библиографические ссылки

1. Дьячук Т. И., Кибкало И. А., Поминов А. В. и др. Перспективные линии в селекции тритикале для условий Поволжья // Зерновое хозяйство России. 2018. № 5(59). С. 39–43. DOI: 2079-8725-2018-59-5-39-43.
2. Медведев А. М., Пома Н. Г., Осипов В. В. и др. Поиск источников короткостебельности в целях создания устойчивых к полеганию сортов озимой тритикале для Центрального Нечерноземья // Зерновое хозяйство России. 2017. № 3(51). С. 43–46.
3. Мережко А. Ф. Проблема доноров в селекции растений. СПб.: ВИР, 1994. 128 с.
4. Самофалова Н. Е. Мечта и явь академика И. Г. Калиненко в создании озимой твердой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2016. № 1(43). С. 1–9.
5. Чеботарь С. В. Аллельная характеристика генов короткостебельности в генетическом пуле сортов озимой мягкой пшеницы Украины // Генетичні ресурси рослин. 2008. Т. 6. С. 96–103.
6. Divashuk M., Bepalova L., Vasilyev A., Fesenko I., Puzyrnaya O., Karlov G. Reduced height genes and their importance in winter wheat cultivars grown in southern Russia // Euphytica. 2013. Vol. 190, no. 1. Pp. 137–144. <https://doi.org/10.1007/s10681-012-0789-7>.
7. Ellis M., Spielmeyer W., Gale K., Rebetzke G., Richards R. "Perfect" markers for the Rht-B1b and Rht-D1b dwarfing genes in wheat // Theoretical and Applied Genetics. 2002. Vol. 105, no. 6-7. Pp. 1038–1042. <https://doi.org/10.1007/s00122-002-1048-4>.
8. FAO Global Statistical Yearbook // Book FAO Global Statistical Yearbook / Editor, 2019. Available at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
9. Guedira M., Brown-Guedira G., Van Sanford D., Sneller C., Souza E., Marshall D. Distribution of Rht Genes in Modern and Historic Winter Wheat Cultivars from the Eastern and Central USA // Crop Science. 2010. Vol. 50, no. 5. Pp. 1811–1822. <https://doi.org/10.2135/cropsci2009.10.06.0626>.
10. Knopf C., Becker H., Ebmeyer E., Korzun V. Occurrence of Three Dwarfing Rht Genes in German Winter Wheat Varieties // Cereal Research Communications. 2008. Vol. 36, no. 4. Pp. 553–560. <https://doi.org/10.1556/CRC.36.2008.4.4>.
11. Li A., Yang W., Guo X., Liu D., Sun J., Zhang A. Isolation of a gibberellin-insensitive dwarfing gene, Rht-B1e, and development of an allele-specific PCR marker // Molecular Breeding. 2012. Vol. 30, no. 3. Pp. 1443–1451. <https://doi.org/10.1007/S11032-012-9730-y>.
12. Murray M. G., Thompson W. F. Rapid isolation of high molecular-weight plant DNA // Nucleic Acids Research. 1980. Vol. 8, no. 19. Pp. 4321–4325. <https://doi.org/10.1093/nar/8.19.4321>.

References

1. D'yachuk T. I., Kibkalo I. A., Pominov A. V. i dr. Perspektivnye linii v selekcii tritikale dlya uslovij Povolzh'ya [Promising lines in the triticale breeding in the Volga region] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2018. № 5(59). S. 39–43. DOI: 2079-8725-2018-59-5-39-43.
2. Medvedev A. M., Poma N. G., Osipov V. V. i dr. Poisk istochnikov korotkostebel'nosti v celyah sozdaniya ustojchivyh k poleganiyu sortov ozimoy tritikale dlya Central'nogo Nechernozem'ya [Search for sources of short-stem in order to create the lodging resistant winter triticale varieties for the Central Non-Chernozem Region] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2017. № 3(51). S. 43–46.
3. Merezhko A. F. Problema donorov v selekcii rastenij [The problem of donors in plant breeding]. SPb.: VIR, 1994. 128 s.
4. Samofalova N. E. Mechta i yav' akademika I. G. Kalinenko v sozdanii ozimoy tverdoj pshenicy [The dream and reality of the academician I. G. Kalinenko in the development of winter durum wheat] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2016. № 1(43). S. 1–9.
5. Chebotar' S. V. Allel'naya harakteristika genov korotkostebel'nosti v geneticheskom pule sortov ozimoy myagkoj pshenicy Ukrainy [Allelic characteristics of short-stem genes in the genetic pool of varieties of winter soft wheat of Ukraine] // *Genetichni resursi roslin*. 2008. T. 6. S. 96–103.
6. Divashuk M., Bepalova L., Vasilyev A., Fesenko I., Puzyrnaya O., Karlov G. Reduced height genes and their importance in winter wheat cultivars grown in southern Russia // *Euphytica*. 2013. Vol. 190, no. 1. Pp. 137–144. <https://doi.org/10.1007/s10681-012-0789-7>.
7. Ellis M., Spielmeier W., Gale K., Rebetzke G., Richards R. "Perfect" markers for the Rht-B1b and Rht-D1b dwarfing genes in wheat // *Theoretical and Applied Genetics*. 2002. Vol. 105, no. 6-7. Pp. 1038–1042. <https://doi.org/10.1007/s00122-002-1048-4>.
8. FAO Global Statistical Yearbook // Book FAO Global Statistical Yearbook / Editor, 2019. Available at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
9. Guedira M., Brown-Guedira G., Van Sanford D., Sneller C., Souza E., Marshall D. Distribution of Rht Genes in Modern and Historic Winter Wheat Cultivars from the Eastern and Central USA // *Crop Science*. 2010. Vol. 50, no. 5. Pp. 1811–1822. <https://doi.org/10.2135/cropsci2009.10.06.0626>.
10. Knopf C., Becker H., Ebmeyer E., Korzun V. Occurrence of Three Dwarfing Rht Genes in German Winter Wheat Varieties // *Cereal Research Communications*. 2008. Vol. 36, no. 4. Pp. 553–560. <https://doi.org/10.1556/CRC.36.2008.4.4>.
11. Li A., Yang W., Guo X., Liu D., Sun J., Zhang A. Isolation of a gibberellin-insensitive dwarfing gene, Rht-B1e, and development of an allele-specific PCR marker // *Molecular Breeding*. 2012. Vol. 30, no. 3. Pp. 1443–1451. <https://doi.org/10.1007/S11032-012-9730-y>.
12. Murray M. G., Thompson W. F. Rapid isolation of high molecular-weight plant DNA // *Nucleic Acids Research*. 1980. Vol. 8, no. 19. Pp. 4321–4325. <https://doi.org/10.1093/nar/8.19.4321>.

Поступила: 18.11.19; принята к публикации: 27.11.19.

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. Купрейшвили Н. Т. – подготовка опыта, выполнение лабораторных опытов и сбор данных; Вождова Н. Н. – концептуализация исследования, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Марченко Д. М. – подготовка опыта; Ионова Е. В. – концептуализация исследования.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ЭЙРЕНА – СОРТ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ, АДАПТИРОВАННЫЙ К АБИОТИЧЕСКИМ И БИОТИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ

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

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

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

Е. В. Ионова, доктор сельскохозяйственных наук, руководитель центра фундаментальных научных исследований, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;

Т. С. Макарова, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-2286-637X;

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

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

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

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

Создаваемые сорта озимой твердой пшеницы должны сочетать потенциальную продуктивность с устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам внешней среды через повышение адаптивности. Цель исследований – оценить новый сорт озимой твердой пшеницы Эйрена по продуктивности, устойчивости к стресс-факторам и качеству зерна. Исследования по созданию и изучению сорта выполнены в Аграрном научном центре «Донской» в 2014–2018 гг. при посеве в КСИ по предшественникам сидеральный пар, горох, кукуруза на зерно, подсолнечник. Представлены морфологические, биологические, хозяйственно ценные показатели сорта Эйрена, включенного в Госреестр селекционных достижений РФ по Северо-Кавказскому региону с 2017 г. Сорт характеризуется высоким и стабильным потенциалом продуктивности. Средняя урожайность за годы изучения в конкурсном сортоиспытании (2015–2018 гг.) составила по предшественникам: сидеральный пар – 8,47; горох – 6,99; кукуруза на зерно – 7,29; подсолнечник – 6,47 т/га. Средняя прибавка к стандартному сорту – 0,52; 0,57; 1,41 и 0,75 т/га соответственно. Максимальная реализованная урожайность (11,80 т/га) получена по сидеральному пару в 2018 г. Новый сорт обладает в сравнении со стандартом повышенной жаро-, засухоустойчивостью как в начальные фазы роста и развития растений, так и в последующие периоды активной вегетации, достаточной зимостойкостью, устойчивостью к основным распространенным в регионе болезням. Качественные показатели зерна, крупки, макарон соответствуют требованиям ГОСТа РФ и существующим стандартам на твердую пшеницу. Стекловидность в среднем за годы изучения – до 90% и выше; натура – 804 г/л; число падения – 405 с; содержание белка в зерне – 13,9%; клейковины – 25,2%; качество клейковины (SDS-тест) – 37 мл; каротиноидов – 600 мкг/%; цвет макарон – 4,3 балла. Сорт Эйрена, имея высокий потенциал продуктивности, стабильности урожая и целый ряд положительных хозяйственно ценных признаков, может стать хорошим дополнением к сортам этой культуры в регионе.

Ключевые слова: пшеница озимая твердая, сорт, урожайность, устойчивость, стабильность, качество.

Для цитирования: 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.



“EYRENA” IS A WINTER DURUM WHEAT VARIETY ADAPTED TO THE ABIOTIC AND BIOTIC FACTORS OF ENVIRONMENT

N. E. Samofalova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the department for winter durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-2216-3164;

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

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

E. V. Ionova, Doctor of Agricultural Sciences, head of the center of fundamental researches, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;

T. S. Makarova, Candidate of Agricultural Sciences, researcher the department for winter durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-2286-637X;

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

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

N. S. Kravchenko, Candidate of Biological Sciences, researcher of the laboratory of biochemical assessment of breeding material and grain quality, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548

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

The developed winter durum wheat varieties should combine potential productivity with resistance to abiotic and biotic environmental factors through increased adaptability. The purpose of the study is to evaluate a new winter durum wheat variety "Eyrena" according to its productivity, stress factors resistance and grain quality. The current study of the variety sown after peas, maize for grain, sunflower and in green fallow was performed at the Agricultural Research Center "Donskoy" in 2014–2018. There have been presented morphological, biological, economically valuable traits of the variety "Eyrena" included in the State List of the Breeding Achievements of the Russian Federation in the North Caucasus Region since 2017. The variety is characterized with a high and stable productivity potential. The average productivity over the years of study in the competitive variety testing (2015–2018) ranged according to the forecrops as follows: 8.47 t/ha (green fallow), 6.99 t/ha (peas), 7.29 t/ha (maize for grain), 6.47 t/ha (sunflower). The average increase to the indicators of the standard variety was 0.52; 0.57; 1.41 and 0.75 t/ha, respectively. The maximum productivity (11.80 t/ha) was obtained in the variant with green fallow in 2018. The new variety, in comparison with the standard one, has an increased heat and drought resistance both in the initial phases of plant growth and development and in subsequent periods of active vegetation, has sufficient winter tolerance, and resistance to the main diseases specific for the region. Qualitative traits of grain, groats, pasta comply with the GOST requirements in the country and existing durum wheat standards. The grain hardness on average over the years of study is up to 90% and higher, nature weight is 804 g/l, falling number is 405 sec., protein content in the grain is 3.9%, gluten content is 25.2%, gluten quality (SDS test) is 37 ml, amount of carotenoid is 600 µg/%, pasta color is 4.3 points. The variety "Eyrena", having a high productivity potential and stability, a number of positive economically valuable traits, can be a good partner to the varieties of this grain crop in the region.

Keywords: winter durum wheat, variety, productivity, resistance, stability, quality.

Введение. Значение твердой пшеницы общеизвестно. Благодаря высокостекловидному янтарному зерну с повышенным содержанием каротиноидов, особым физическим свойствам теста, способности давать специальную крупнозернистую крупку (семолину) зерно твердой пшеницы является единственным сырьем для изготовления высококачественных макаронных изделий, спагетти и круп.

Несмотря на огромное значение культуры, производство ее зерна (а ведется оно в основном за счет яровых форм) постоянно сокращается и колеблется в пределах 500–800 тыс. т, что явно недостаточно даже для внутреннего потребления, а с учетом перспектив развития экспортного потенциала и импортозамещения ее должны выращивать в РФ не менее 2–2,5 млн т (Ложкин и др., 2018).

Причиной такого падения производства этой ценной культуры является неконкурентность яровых по урожайности в сравнении с озимыми культурами. Поэтому неслучайно на юге России, в том числе и в Ростовской области, ведется селекция по созданию сортов озимой твердой пшеницы, формирование урожайности которых (как и всех озимых культур) проходит в относительно увлажненный период с продуктивным использованием влаги осенне-зимних осадков, экономичным расходом ее на единицу продукции. По урожайности они значительно превосходят яровые (Филиппов и др., 2019).

Современная селекция направлена на создание и использование сортов с широкими адаптивными свойствами, приспособленных к большому многообразию стрессовых и лимитирующих факторов среды. Известно, что новый сорт и гибрид служат самым реальным и эффективным средством повышения продуктивности агроценоза (Жученко, 1994; Рыбась и др., 2018).

Первостепенная значимость адаптивного районирования сельскохозяйственных культур, особенно в неблагоприятных почвенно-климатических и погодных условиях, обусловлена тем, что высокая потенциальная урожайность может быть реализована лишь в том случае, если она защищена устойчивостью к действию абиотических и биотических стрессоров. Обеспечить такую защиту возможно путем создания стрессоустойчивости (особенно на критических этапах онтогенеза) сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, в том числе и озимой твердой пшеницы (Самофалова и др., 2010)

Цель исследований – оценить новый сорт озимой твердой пшеницы Эйрена по продуктивности, устойчи-

вости к стресс-факторам и качеству зерна в условиях юга Ростовской области.

Материалы и методы исследований. Исследования выполнены в южной зоне Ростовской области в ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской». Селекционный процесс по созданию сорта озимой твердой пшеницы Эйрена включал работы по гибридизации, с гибридной популяцией, отборы по питомникам с дальнейшей проработкой материала по общепринятой для зерновых культур схеме.

Годы изучения в конкурсном сортоиспытании – 2014–2018 гг. по предшественникам сидеральный пар, горох, кукуруза на силос, подсолнечник. Посев осуществляли сеялкой Winter Stteger Plotseed S с нормой высева 500 всхожих зерен на 1 м². Учетная площадь делянки – 10 м², повторность – шестикратная, размещение делянок – систематическое. Посев, фенологические наблюдения, оценки устойчивости сортов к полеганию, болезням урожая, структурный анализ проводили по методике Госкомиссии по испытанию и охране селекционных достижений (1988) и методике полевого опыта. Зимостойкость оценивали глазомерно в баллах после перезимовки, морозостойкость – путем промораживания посевных ящиков в камерах холодильной установки и стеллажах, установленных на бетонированной площадке в естественных условиях.

Засухоустойчивость и жаростойкость в начальный период роста и развития растений определяли в лабораторных условиях путем проращивания семян в растворах сахарозы и после тепловой обработки согласно методическому руководству ВИР «Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям» (1988). Индекс устойчивости определяли по методике Ю. Ф. Осипова (1980). Засухоустойчивость в период вегетации оценивали с использованием вегетационного метода «засушник» (Маймистов, 1984).

Устойчивость к болезням проверяли по методикам Гешеле (1978), R. F. Peterson (1948), W. O. Jeme (1971), О. Ю. Кремневой, Г. В. Волковой (2007).

Качественные показатели зерна и макарон определяли по методикам, изложенным в изданиях «Методы оценки технологических качеств зерна» (1988), седиментацию (SDS-вариант) – по модифицированной методике для яровой твердой пшеницы (Васильчук, 2001) с градацией для озимой твердой пшеницы (Самофалова и др., 2014), фаринографирование – с определением реологических свойств теста по Н. С. Васильчуку (2009).

Для оценки общей адаптивности сорта использовали показатели экологической пластичности и стабильности по S. A. Eberhart, W. A. Russell (1966) под редакцией В. А. Зыкина и др. (2005). Потенциальную продуктивность определяли по методике Л. А. Животкова (1994). Статистический анализ данных выполнен по Б. А. Доспехову (1985).

Метеоусловия в период вегетации озимой твердой пшеницы за годы исследований различались. Наиболее благоприятными для формирования высокой урожайности по влагообеспеченности и температурному режиму были 2014 и 2017 гг.

Неблагоприятными не только для урожайности, но и для качества зерна оказались 2015 и 2016 гг. Это связано было как с отсутствием осадков в предпосевной и посевной период, разреженностью и неравномерностью получения всходов, так и с большим их количеством в период активной вегетации (мае – июне

2015 г., июне 2016 г.), что вызвало сильнейшее полегание посевов, проявление болезней, стекание, обезучивание зерна, снижение стекловидности, натурности и урожайности.

Условия 2018 г., несмотря на практическое отсутствие осадков в апреле – июне, повышенный температурный режим, суховейные явления (влажность воздуха опускалась до 38%, а в дневные часы – до 16%), для озимой твердой пшеницы оказались оптимальными и позволили получить максимальную урожайность. В целом сложившиеся погодные условия позволили достаточно полно оценить сорт Эйрена по всем основным хозяйственно ценным признакам и свойствам.

Результаты и их обсуждение. Сорт Эйрена выведен методом индивидуального отбора из гибридной популяции последнего этапа скрещиваний 1629/02 x Терра в третьем поколении и имеет следующую родословную (рис. 1).

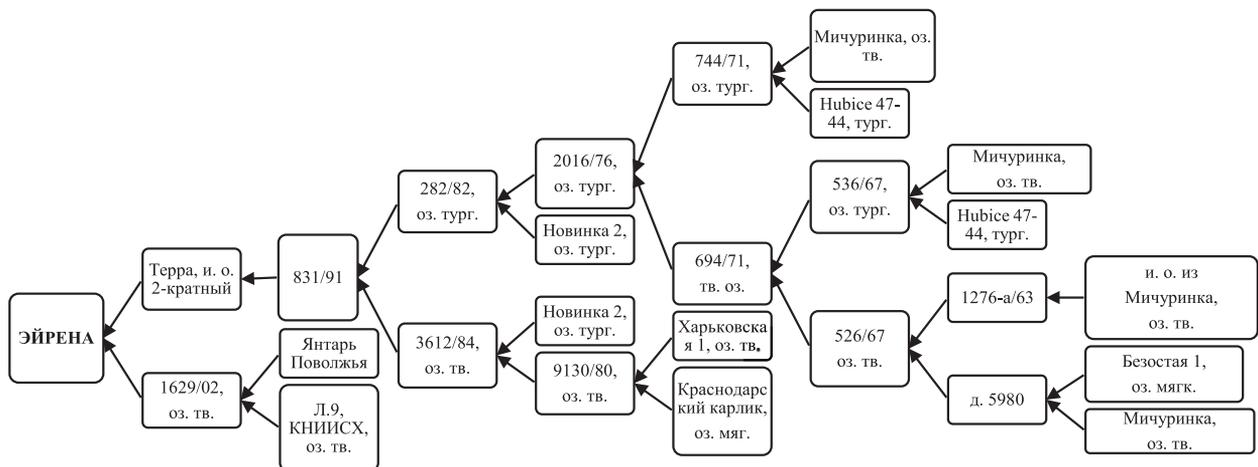


Рис. 1. Генеалогия сорта озимой твердой пшеницы Эйрена
Fig. 1. Genealogy of the winter durum wheat variety "Eyrena"

Материнская форма 1629/02 получена в результате скрещивания полукарликовой, устойчивой к полеганию линии Л.9 краснодарской селекции с высокозимостойким, высокорослым, склонным к полеганию сортом Янтарь Поволжья (сорт получен методом межвидовой гибридизации с участием сортов мягкой озимой пшеницы Мироновская Юбилейная, Лютесценс 72 и озимой твердой Харьковская 1).

Отцовская форма – сорт тургидной озимой пшеницы Терра, созданный методами внутривидовой и межвидовой ступенчатой гибридизации. Для выведения сорта Терра потребовалось 7 циклов скрещиваний с привлечением сортов и линий собственной и инорайонной селекции мягкой, твердой и тургидной пшениц. Терра характеризуется короткостебельностью, продуктивностью, высоким качеством зерна, крупы и макарон, устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам среды. За устойчивость сорт был включен в Госреестр не только по Северо-Кавказскому региону, но и Нижневолжскому, где является и стандартом в системе ГСИ.

То есть в новом сорте Эйрена удачно объединены многие признаки и свойства трех видов пшениц: повышенная адаптивность от *T. aestivum*; качество и жа-

ростойкость – *T. durum*; продуктивность – *T. turgidum*. Сорт озимой твердой пшеницы Эйрена принадлежит к южной степной (Северо-Кавказской) экологической группе. Разновидность – *leucurum*. Колос призматический, удлинённый (7,5–9 см), неопущенный, среднеплотный (на 10 см длины стержня – 26,4 колоска). Ости белые, длинные, грубые, зазубренные. Колосковая чешуя ланцетная (длина – 10–11 мм, ширина – до 4–5 мм), белой окраски, с выраженной нервацией и широким килем по всей длине чешуи. Килевой зубец прямой, острый от 2 мм в нижней части колоса до 5 мм в верхней. Плечо скошенное, едва заметное. Зерно – от среднего до крупного, белое, удлиненной формы с коротким хохолком, глубокой бороздкой. Масса 1000 зерен – 37,1–46,6 г. Соломина полая, длиной от 83 до 88 см.

Высокопродуктивный сорт. Средняя урожайность за годы изучения в конкурсном сортоиспытании (2014–2018) по сидеральному пару составила 8,47 т/га с варьированием по годам от 6,0 (2016 г.) до 11,80 т/га (2018 г.). Среднее превышение над стандартом – 0,71 т/га (от 0,28 т/га в 2018 г. до 1,57 т/га в 2014 г.) (рис. 2).

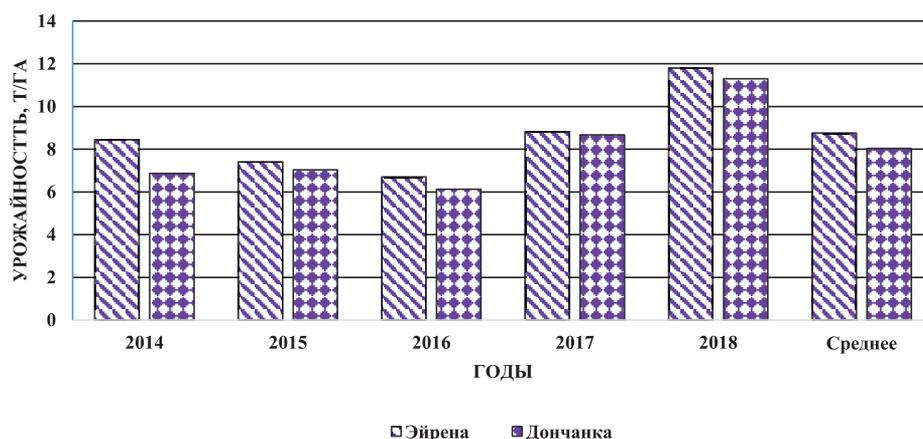


Рис. 2. Урожайность сорта твердой озимой пшеницы Эйрена в КСИ, (2014–2018 гг.)

Fig. 2. Productivity of the winter durum wheat variety "Eyrena" in CVT, (2014–2018)

Более высокую урожайность по отношению к стандарту сорт формирует за счет следующих элементов структуры: плотности агроценоза (среднее количество продуктивных колосьев на 1 м² – 597, стандарт – 536); продуктивности колоса (масса зер-

на с колоса – 1,58 г, стандарт – 1,44 г); продуктивности агрофитоценоза (943,2 г/м², стандарт – 771,8 г/м²); крупности зерна (масса 1000 зерен – 43,4 г, стандарт – 36,8 г) и уборочного индекса (40,7%, стандарт – 38,9%) (табл. 1).

1. Структура урожая сорта Эйрена в КСИ по сидеральному пару (2014–2018 гг.)

1. Yield structure of the variety "Eyrena" in the CVT according to the green fallow (2014–2018)

Элементы структуры	Единица измерения	Эйрена	Дончанка, ст.	± к стандарту
Продуктивный колосостой	кол/м ²	597	536	+61
Количество зерен в колосе	шт.	37,7	43,5	-5,8
Масса зерна с колоса	г	1,58	1,44	+0,14
Масса 1000 зерен	г	43,4	36,8	+6,6
Продуктивность агрофитоценоза	г/м ²	943,2	771,8	+171,4
Озерненность агрофитоценоза	шт/м ²	22507	23316	-809
Уборочный индекс (Кхоз)	%	40,7	38,9	+1,8

Достаточно высокий уровень урожайности сорт формировал и по другим предшественникам в опытах 2015–2018 гг.: по сидеральному пару – 8,47 т/га;

гороху – 6,99; кукурузе на зерно – 7,29; подсолнечнику – 6,47 т/га, превысив стандартный сорт Дончанка на 0,52; 0,57; 0,75 и 1,41 т/га соответственно (табл. 2).

2. Урожайность сорта озимой твердой пшеницы Эйрена по предшественникам и показатели экологической пластичности (2015–2018 гг.)

2. Productivity of the winter durum wheat variety "Eyrena" according to the forecrops and indicators of ecological adaptability (2015–2018)

Показатели	Эйрена	Дончанка, ст.	Средняя по опыту
Урожайность по предшественникам:			
сидеральный пар	8,47	7,95	8,21
горох	6,99	6,42	6,70
подсолнечник	6,47	5,06	5,76
кукуруза на зерно	7,29	6,44	6,85
Средняя по опыту	7,31	6,47	6,88
Коэффициент стабильности (Si)	0,47	1,17	–
Коэффициент регрессии (bi)	0,95	3,05	–
Коэффициент вариации, %	11,6	18,7	–
Потенциальная урожайность по Животкову, %	106,2	94,0	100

Это свидетельствует о том, что сорт Эйрена отличается от стандартного сорта Дончанка более высокой стабильной урожайностью, которую способен формировать даже при неблагоприятных условиях среды, и слабо реагирует на изменение условий выращивания (коэффициент регрессии $b_i = 0,95$; коэффициент стабильности $S_i = 0,47$). Сорт Дончанка отзывчив на улучшение условий выращивания ($b_i = 3,05$), но имеет нестабильную урожайность ($S_i = 1,17$), то есть требует для себя лучших предшественни-

ков с высоким уровнем агротехники. О стабильности урожайности нового сорта можно судить и по коэффициенту вариации ($CV = 11,6\%$), который в годы исследований характеризовался меньшей величиной изменчивости по сравнению со стандартом Дончанка (18,7%). Потенциальная продуктивность в среднем по всем предшественникам составила 106,2% с варьированием от 103,2% по сидеральному пару до 127,9% по подсолнечнику, у стандарта – от 78,9% по подсолнечнику до 96,8% по сидеральному пару.

Относительно высокий уровень адаптивности по урожайности сорта Эйрена во многом обеспечен его устойчивостью к лимитирующим факторам данной зоны, в первую очередь к различным видам засух (Скворцова и др., 2017). Многие культивируемые сорта озимой твердой пшеницы являются засухоустойчивыми в период налива и созревания зерна, а вот в начальный период развития растений, особенно при высоких температурах и отсутствии влаги во вре-

мя сева, при набухании, прорастании семян, появлении всходов, озимая твердая пшеница сильнее страдает от засухи. Новый сорт Эйрена в начальные фазы развития в лабораторных условиях по степени прорастания семян на растворах осмотиков показал высокую засухоустойчивость – 93%, жаростойкость – 91,7%, превысив сорт-классификатор Дончанка на 11 и 36% соответственно (табл. 3).

3. Степень адаптивности к водному и температурному стрессам сорта озимой твердой пшеницы Эйрена (2015–2017 гг.)
3. Adaptability degree to water and temperature stresses of the winter durum wheat variety "Eyrena" (2015–2017)

Сорт	Засухоустойчивость		Жаростойкость		Индекс засухоустойчивости, отн. ед.
	всхожесть, %	группа устойчивости	всхожесть, %	группа устойчивости	
Дончанка, ст.	82,0	I	55,7	II	219,7
Эйрена	93,0	I	91,7	I	277,7

Индекс комплексной устойчивости сорта Эйрена также был выше стандарта на 58 отн. ед.

В условиях провокационного фона «засушник» сорт Эйрена характеризовался как пластичный и устойчивый в условиях модельной засухи генотип.

Густота продуктивного стеблестоя составила в опыте (засушливые условия) 299, у Дончанки – 251 кол/м², а в контроле (оптимальные условия увлажнения) – 351 и 302 кол/м² соответственно (табл. 4).

4. Урожайность и ее структура сортов твердой пшеницы в зависимости от условий выращивания («засушник») (2015–2018 гг.)

4. Productivity and its structure of the wheat durum varieties depending on growing conditions ("drought") (2015–2018)

Элементы структуры	Эйрена			Дончанка, ст.		
	опыт	контроль	% к контролю	опыт	контроль	% к контролю
Густота продуктивного стеблестоя, кол/м ²	299	351	85	251	302	83
Количество зерен главного колоса, шт.	16	19	84	14	18	78
Масса зерна главного колоса, г	0,51	0,60	85	0,47	0,56	84
Масса 1000 зерен, г	31,8	40,9	78	26,8	37,8	71
Урожайность зерна, г/м ²	160,3	219,3	73	121,2	174,3	69

Масса зерна с главного колоса (0,51 г) была выше сорта-классификатора Дончанка (0,47 г) на 10%. По другим элементам структуры, таким как масса 1000 зерен, количество зерен в главном колосе, сорт Эйрена (опыт и контроль) также превосходил сорт Дончанка. Урожайность изучаемых генотипов в годы исследований варьировала у сорта Эйрена от 137,6 г до 194,7 г/м², у стандарта – от 99,3 до 134,4 г/м². В среднем за 2015–2018 гг. она составила у сорта Эйрена 160,3 г/м² с превышением на 39,1 г/м², или на 20%, сорта Дончанка – 121,2 г/м².

Результаты, полученные в условиях «засушника», о более высокой жаро-, засухоустойчивости сорта Эйрена подтверждаются и данными полевых исследований. В жесточайшем по засухе в период налива и созревания зерна 2018 г. урожайность по сорту Эйрена была получена следующая: по сидеральному пару – 11,80; гороху – 8,58; кукурузе на зерно – 7,47; подсолнечнику – 4,97 т/га, по стандартному сорту Дончанка – 11,52; 8,87; 7,14; 4,69 т/га соответственно.

Вторым негативным стрессовым фактором для озимой твердой пшеницы является перезимовка (низкие температуры на глубине залегания узла кущения, отсутствие снежного покрова, ледяные корки, выпирание и т. д.). Несмотря на потепление климата, значительного уменьшения повторяемости зим с опасными для озимой твердой пшеницы (как культуры менее зимостойкой, чем мягкая озимая) минимальными температурами на глубине залегания узла кущения, создание сортов с повышенной морозо-, зимостойкостью остается одним из основных направлений селекции. Сорт Эйрена по устойчивости к низким температурам при промораживании в посевных ящиках-камерах холодильной установки (КНТ-1), стеллажах (провокационный фон), а также по данным полевой оценки после перезимовки не уступает высокоморозо-, зимостойкому (для данного вида) среди сортов отечественной и зарубежной селекции стандартному сорту Дончанка (табл. 5).

5. Характеристика сорта твердой озимой пшеницы Эйрена по адаптивным признакам и свойствам (2014–2018 гг.)
5. Characteristic of the winter durum wheat variety "Eyrena" according to adaptive traits and properties (2014–2018)

Признак, свойство	Единицы измерения	Эйрена	Дончанка, ст.
Оценка перезимовки в полевых условиях	балл	4,5	4,3
Количество сохранившихся живых растений после промораживания в КНТ-1 при –17 °С	%	77,8	71,3
Морозо-, зимостойкость в стеллажах	%	70,3	71,5
Поражение болезнями на инфекционном фоне (макс.): бурая ржавчина	%	5–10	50–60
септориоз	%	5–10	5–10
мучнистая роса	%	1	01–1
Группа спелости	–	среднеспелый	среднеспелый
Высота растений	см	85,4	79,7
Устойчивость к полеганию	балл	4,8	3,8

Сорт Эйрена обладает комплексной устойчивостью к таким листовым болезням, как бурая ржавчина, септориоз, мучнистая роса, и на естественном, и на искусственных инфекционных фонах. Среднеспелый колосится и созревает на уровне стандарта. Устойчив к полеганию даже в годы сильного проявления этого признака (4,8 балла, стандарт – 3,8 балла) (табл. 5).

Помимо высокой продуктивности, устойчивости к абиотическим и биотическим стресс-факторам, создаваемые сорта озимой твердой пшеницы должны обладать качеством зерна, полностью соответствующим требованиям переработки и современным

ГОСТам и стандартам. Сорт Эйрена стабильно формирует высококонатурное (804 г/л) стекловидное зерно (89%), относящееся к первому классу ГОСТа РФ 2016 (≥ 770 г/л, $\geq 85\%$). По величине признака «число падения», характеризующего устойчивость углеводного комплекса зерна к действию фермента альфа-амилаза, активность которого возрастает при высокой влажности и температуре в период созревания зерна, что вызывает прорастание зерна и снижение его качества (Мальчиков и др., 2015), новый сорт отвечает требованиям не только ГОСТа РФ (табл. 6), но и мирового рынка.

6. Качество зерна озимой твердой пшеницы сорта Эйрена по предшественнику сидеральный пар (2014–2018 гг.)

6. Grain quality of the winter durum wheat variety "Eyrena" according to the green fallow (2014–2018)

Признак, свойство	Единицы измерения	Эйрена	Дончанка, ст.	± к стандарту
Натура	г/л	804	768	+36
Стекловидность	%	89	85	+4
Содержание белка	%	13,9	14,4	-0,5
Содержание клейковины	%	25,2	24,8	+0,4
Содержание каротиноидов	мкг/%	600	618	-18
SDS-седиментация	мл	37	32	+5
Число падения	с	405	377	+28

По остальным признакам качества (содержание белка, клейковины, каротиноидов) сорт Эйрена не отличается от сорта Дончанка. А вот по силе, прочности клейковины по SDS-тесту при значении в 37 мл превосходит стандарт на 5 мл и практически приближается к требованиям мирового рынка (≥ 39) (Мальчиков и др., 2015).

Благодаря более качественной сильной клейковине сорт Эйрена, по данным фаринографической оценки, показывает лучшие результаты и по реологическим свойствам крупки – сопротивляемости, стабильности, разжижению, валориметрическому числу, общей оценке фаринограммы – в сравнении со стандартом (табл. 7).

7. Реологические свойства крупки сорта Эйрена по предшественнику сидеральный пар (2014–2018 гг.)
7. Rheological grain properties of the variety "Eyrena" according to the green fallow, (2014–2018)

Показатели	Единица измерения	Эйрена	Дончанка, ст.	± к стандарту
Сопротивляемость	мин	3,4	2,4	+1
Стабильность	мин	0,7	0,5	+0,2
Эластичность	см	18,0	17,4	+0,6
Разжижение	е. ф.	53,0	104,0	-51
Валориметрическое число	е. ф.	55,0	43,0	+12
Общая оценка фаринографа	балл	8,0	4,3	+3,7

Макаронные свойства сорта Эйрена хорошие и не уступают стандартному сорту Дончанка: цвет – 4,3 балла; прочность – 879 г; разваримость по весово-

му коэффициенту – 3,1 балла; объемному – 4,1 балла; сухой остаток – 6%. У Дончанки – 5,0; 900; 3,1; 4,1; 6,0 соответственно (табл. 8).

8. Качество макарон сорта Эйрена по предшественнику сидеральный пар (2014–2018 гг.)
8. Pasta quality of the variety "Eyrena" according to the green fallow (2014–2018)

Признак, свойство	Единицы измерения	Эйрена	Дончанка, ст.
Цвет макарон	балл	4,3	5
Прочность макарон	г	879	900
Разваримость:			
по весу	коэф.	3,1	3,1
по объему	коэф.	4,1	4,1
Сухой остаток	%	6,0	6,0

Сорт Эйрена внесен в Государственный реестр селекционных достижений с 2017 г. по 6-му региону Российской Федерации (Северо-Кавказскому) и рекомендуется для использования на макаронные и крупяные цели.

Выводы. Выведенный в ФГБНУ «АНЦ «Донской» новый сорт озимой твердой пшеницы Эйрена обладает высоким потенциалом продуктивности и в разные по погодным условиям годы, и по разным предшественникам. Средняя урожайность за годы конкурсных испытаний (2015–2018 гг.) составила по сидеральному пару 8,47 т/га; гороху – 6,70; кукурузе на зерно – 7,29; подсолнечнику – 6,47 т/га, что выше стандартного сорта Дончанка на 0,52; 0,57; 0,75 и 1,41 т/га соответственно.

Относительно высокий и стабильный уровень урожайности сорта обеспечивается его устойчивостью к засухе, достаточной для условий юга России зимостойкостью, устойчивостью к болезням.

Качество зерна и макарон сорта Эйрена по большинству показателей соответствует не только ГОСТу и стандартам РФ, но и требованиям мирового рынка. Для сорта характерны высокие стекловидность (до 90% и выше), натура (804 г/л), число падения (405 с), реологические свойства крупки, по которым Эйрена превосходит стандартный сорт Дончанка.

Сорт Эйрена допущен к использованию в Северо-Кавказском регионе с 2017 г. и может стать хорошим дополнением к другим сортам как адаптивный, приспособленный к стресс-факторам зоны сорт.

Библиографические ссылки

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. М.: Альянс, 2014. 351 с.
2. Жученко А. А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства. Пушино: Отдел НТИ ПНЦ РАН, 1994. 48 с.
3. Ложкин А. Г., Мальчиков П. Н., Мясникова М. Г. Яровая твердая пшеница в условиях лесостепной зоны Чувашской Республики // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4(58). С. 59–62.
4. Мальчиков П. Н., Мясникова М. Г. Сорта яровой твердой пшеницы для Средневолжского и Уральского регионов Российской Федерации // Достижения науки и техники АПК. 2015. № 10. С. 58–62.
5. Рыбась И. А., Марченко Д. М., Некрасов Е. И. Оценка параметров адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4(58). С. 51–54.
6. Самофалова Н. Е., Иличкина Н. П., Ионова Е. В., Дубинина О. А. Амазонка – новый экологически устойчивый сорт озимой твердой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2018. № 3(9). С. 5–9.
7. Скворцова Ю. Г., Филенко Г. А., Фирсова Т. И. Влияние водного стресса на посевные качества семян озимой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2017. № 6(54). С. 52–55.
8. Филлипов Е. Г., Донцова А. А., Донцов Д. П. Оценка сортов озимого ячменя по хозяйственно ценным признакам в условиях юга Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2(62). С. 47–54.

References

1. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing)]: uchebnik dlya vysshih sel'skohozyajstvennyh uchebnyh zavedenij. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
2. Zhuchenko A. A. Strategiya adaptivnoj intensifikacii sel'skogo hozyajstva [The strategy of adaptive intensification of agriculture]. Pushchino: Otdel NTI PNC RAN, 1994. 48 s.
3. Lozhkin A. G., Mal'chikov P. N., Myasnikova M. G. Yarovaya tverdaya pshenica v usloviyah lesostepnoj zony Chuvashskoj Respubliki [Spring durum wheat in the forest-steppe zone of the Chuvash Republic] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). S. 59–62.
4. Mal'chikov P. N., Myasnikova M. G. Sorta yarovoj tverdoj pshenicy dlya Srednevolzhskogo i Ural'skogo regionov Rossijskoj Federacii [Spring durum wheat varieties for the Middle Volga and Ural regions of the Russian Federation] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2015. № 10. S. 58–62.
5. Rybas' I. A., Marchenko D. M., Nekrasov E. I. Ocenka parametrov adaptivnosti sortov ozimoy myagkoj pshenicy [Evaluation of the adaptability parameters of winter soft wheat varieties] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). S. 51–54.
6. Samofalova N. E., Ilichkina N. P., Ionova E. V., Dubinina O. A. Amazonka – novyj ekologicheski ustojchivyy sort ozimoy tverdoj pshenicy ["Amazon" is a new environmentally sustainable variety of winter durum wheat] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 3(9). S. 5–9.
7. Skvortcova Yu. G., Filenko G. A., Firsova T. I. Vliyanie vodnogo stressa na posevnye kachestva semyan ozimoy pshenicy [The effect of water stress on the sowing qualities of winter wheat seeds] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 6(54). S. 52–55.
8. Fillipov E. G., Doncova A. A., Doncov D. P. Ocenka sortov ozimogo yachmenya po hozyajstvenno cennym priznakam v usloviyah yuga Rostovskoj oblasti [Assessment of winter barley varieties according to economically valuable traits in the south of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 2(62). S. 47–54.

Поступила: 3.11.19; принята к публикации: 15.11.19.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Самофалова Н. Е., Иличкина Н. П., Дубинина О. А., Ионова Е. В., Макарова Т. С., Костыленко О. А., Каменева А. С., Кравченко Н. С. – подготовка и проведение опыта по изучению сорта в 2014–2018 г., выполнение полевых опытов, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи к печати.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ТРАВМИРОВАНИЕ СЕМЯН ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СНИЖЕНИЯ ЕЕ ПОСЕВНЫХ КАЧЕСТВ

Е. В. Ионова, доктор сельскохозяйственных наук, руководитель центра фундаментальных научных исследований, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;
Ю. Г. Скворцова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства и семеноведения, skvortsova161@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1490-2422;
Г. А. Филенко, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства и семеноведения, ORCID ID: 0000-0003-4271-0003;
Т. И. Фирсова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства и семеноведения, ORCID ID: 0000-0003-0582-4124
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Современное сельское хозяйство России стремится к увеличению производства зерна не только за счет роста продуктивности, но и за счет улучшения качества семенного материала. Из-за большого количества травмированных зерновок в общей массе ухудшаются их посевные качества, снижается будущий урожай. Цель исследований – выявить степень влияния травмирования семян на их посевные качества. Объектом исследований являлись сорта озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» Аксинья и Лидия. Установлено, что получить высококачественные семена без снижения травмирования зерна при уборке и послеуборочной доработке нельзя. Семена с поврежденной оболочкой и частично зародышем в лабораторных условиях способны прорасти. В наших опытах лабораторная всхожесть была в пределах у сорта Аксинья от 92 до 99%, у сорта Лидия – от 95 до 99%. Величина полевой всхожести травмированных семян значительно ниже, чем лабораторная, и составила у сорта Аксинья от 81 до 92%, а у сорта Лидия – от 79 до 92%. Это связано с тем, что на травмированные семена негативное влияние оказывает почвенная микрофлора. Очистка семенного материала увеличила число травмированных семян от 11 до 17% от общего травмирования после обмолота комбайнами, что привело к снижению количества ростков и их сухой массы у сорта Аксинья на 7 шт. и 0,13 г, а у сорта Лидия – на 8 шт. и 0,1 г соответственно. Изучение травмированности зерновок семян озимой мягкой пшеницы позволило выявить, что проростки из травмированных семян не только отстают в росте и развитии, но и формируют меньшую массу проростка по сравнению с массой проростка из неповрежденных семян. Установлено, что уборочная техника травмирует от 11 до 39%, а на долю зерноочистительной техники приходится 11–17% травмированных семян.

Ключевые слова: озимая пшеница, травмирование, лабораторная всхожесть, сила роста, проросток.

Для цитирования: Ионова Е. В., Скворцова Ю. Г., Филенко Г. А., Фирсова Т. И. Травмирование семян озимой мягкой пшеницы как показатель снижения ее посевных качеств // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 68–71. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-68-71.



INJURY OF WINTER SOFT WHEAT SEEDS AS AN INDICATOR OF REDUCING ITS SOWING TRAITS

E. V. Ionova, Doctor of Agricultural Sciences, head of the center of fundamental researches, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;
Yu. G. Skvortsova, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory of primary seed production and seed study, skvortsova161@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1490-2422;
G. A. Filenko, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of primary seed production and seed study, ORCID ID: 0000-0003-4271-0003;
T. I. Firsova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of primary seed production and seed study, ORCID ID: 0000-0003-0582-4124
Agricultural Research Center "Donskoy",
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Present Russian agriculture tends to increase grain production not only due to increased productivity, but also by improving the quality of seed material. Due to the large number of injured grains in the total amount, their sowing qualities deteriorate, and the future yield decreases. The purpose of the current study is to identify the degree of the effect of seed injury on their sowing qualities. The objects of the research were the winter soft wheat varieties "Aksiniya" and "Lydia" developed in the Agricultural Research Center "Donskoy". It has been established that it is impossible to obtain high-quality seeds without reducing grain injury during harvesting and post-harvesting processing. Seeds with a damaged hull and partly an embryo can germinate under laboratory conditions. In our trials, laboratory germination of the variety "Aksiniya" ranged from 92 to 99%, and that of the variety "Lydia" varied from 95 to 99%. The field germination rate of injured seeds is much lower than laboratory germination and it was 81 to 92% for the variety "Aksiniya", and 92% for the variety "Lydia". This is due to the fact that soil microflora has a negative effect on injured seeds. Seed processing increased a number of injured seeds from 11 to 17% of the total injury after a combine threshing, which resulted in a decrease of the number of sprouts and their dry weight for the variety "Aksiniya" by 7 pieces and 0.13 g; for the variety "Lydia" by 8 pieces and 0.1 g, respectively. The study of the injured seeds of winter soft wheat revealed that sprouts from injured seeds lag behind not only in growth and development, but also form a smaller weight of sprouts compared to the weight of sprouts grown from non-injured seeds. It was established that harvesting equipment injures from 11 to 39% of seeds, and the share of grain processing equipment accounts for 11–17% of injured seeds.

Keywords: winter wheat, injury, laboratory germination, growth power, sprout.

Введение. Важным фактором, определяющим посевные качества семян, является степень их травмирования. Проблема травмирования семян актуальна в связи с применением большого количества машин на всех этапах технологических процессов, связанных с семеноводством зерновых колосовых культур. Доказано, что повреждение не только зародыша, но и оболочек семян отрицательно сказывается на их посевных качествах (Ступин, 2014; Бурьянов и др., 2017). Основной процент травмирования семян приходится на уборочную технику. В наибольшей степени травмирование семян происходит в молотильном устройстве комбайна. Повреждение зерновок неизбежно, но его тип и процент зависят от конструктивных особенностей и режимов работы комбайна, скорости подачи растительной массы, от физических особенностей зерновок и их влажности (Оробинский, 2017; Тарасенко, 2013; Бурьянов и др., 2018, 2017; Ковтунов, 2018). Травмирование зерна начинается с повреждения оболочек в области зародыша и зависит от морфологического состояния зерновки, поэтому даже при одинаковых условиях обмолота и доработки семян величина их повреждений различна.

Целью исследований являлось изучение влияния величины травмирования семян озимой мягкой пшеницы на их посевные качества.

Материалы и методы исследований. В качестве объектов исследований использовали сорта озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» Аксинья и Лидия. Исследования проводили в 2015–2018 гг. Энергию прорастания и лаборатор-

ной всхожести определяли согласно общепринятым методикам (Васько, 2018). Для определения травмирования отбор проб осуществляли в три этапа: ручной обмолот, после обмолота комбайном, после зерноочистительной техники. Повреждение зерновок определяли при 26-кратном увеличении стереомикроскопом Soptor SZX12. Силу роста, полевую всхожесть определяли по общепринятой методике (Гриценко и др., 1984). Уборку проводили при влажности зерна озимой мягкой пшеницы от 11 до 13%, используя рекомендуемые режимы работы комбайнов (Дон 1500 Б, Acros, Case, Torum).

Результаты и их обсуждение. Условия, при которых происходит уборка, в дальнейшем определяют качество семенного материала. Повреждения семян зависят от количества воздействий при обмолоте и их дальнейшей доработке. Эти повреждения влияют на целостность оболочки и часто приводят к развитию патогенной микрофлоры. Большое количество травмированных зерновок в партии ухудшает их посевные качества, снижает будущий урожай и приводит к потерям при хранении. Травмированные семена интенсивнее поглощают воду и кислород, что приводит к усиленному прорастанию этих семян, но затем процессы жизнедеятельности задерживаются, что вызывает снижение энергии прорастания и всхожести.

Травмы в лабораторных условиях, как правило, не снижают всхожесть семян. В результате исследований отмечено, что максимальное значение энергии прорастания и лабораторной всхожести получено на контроле при ручном обмолоте (табл. 1).

1. Влияние величины травмирования на энергию прорастания и всхожесть семян озимой пшеницы после обмолота и доработки, %

1. Effect of an injury value on germination power of winter wheat seeds after threshing and processing, %

Вариант опыта	Всего семян с повреждениями	Энергия прорастания	Лабораторная всхожесть
Аксинья			
Ручной обмолот (контроль)	0	97	99
Обмолот комбайном Дон 1500 Б	35	90	94
Обмолот комбайном Acros	37	88	92
Обмолот комбайном Case	11	95	96
Обмолот комбайном Torum	19	94	96
Доработка семян на ЗАВ-20	43	90	93
Лидия			
Ручной обмолот (контроль)	0	98	99
Обмолот комбайном Дон 1500 Б	39	89	95
Обмолот комбайном Acros	35	94	96
Обмолот комбайном Case	29	98	99
Обмолот комбайном Torum	28	98	99
Доработка семян на ЗАВ-20	44	94	96
НСР ₀₅	–	2,2	2,7

При сравнении количества травмированных семян изучаемых сортов озимой мягкой пшеницы было выявлено, что энергия прорастания у сорта Аксинья в опыте варьировала в пределах от 88 до 97%, а у сорта Лидия – от 89 до 98%. Лабораторная всхожесть изменялась в первом случае от 92 до 99%, а во втором – от 95 до 99%. Исследования показали, что семена, у которых повреждены оболочки и даже частично зародыш, в лабораторных условиях способны прорасти. При этом различия отмечены в силе роста и полевой всхожести. Количество травмированных зерен по сравнению с контролем увеличивается. После обмолота семян озимой пшеницы комбайном Дон 1500 Б у сорта Аксинья оно было 35%, а у сорта Лидия – 39%. Снижение количества ростков соста-

вило от 6 до 8 шт. в сравнении с ручным обмолотом (табл. 2).

После обмолота комбайном Acros при травмировании от 35 до 37% количество ростков в сравнении с контролем снизилось и составило 90 (сорт Аксинья) и 91 шт. (сорт Лидия). При обмолоте комбайном Case (11 и 29% травмирования) получены идентичные значения силы роста у сортов Аксинья и Лидия (93 шт.), различие наблюдалось по массе 100 сухих ростков и составило 0,05 г. После обмолота комбайном Torum у изучаемых сортов травмирование колебалось от 19 до 28%. При этом минимальное снижение значений силы роста по сравнению с контролем отмечено у сорта Аксинья (на 3 шт. ростков).

2. Влияние величины травмирования на силу роста и полевую всхожесть семян озимой пшеницы после обмолота и доработки
2. Effect of an injury value on growth power and field germination of winter wheat seeds after threshing and processing

Вариант опыта	Всего семян с повреждениями, %	Сила роста		Полевая всхожесть, %
		Количество ростков, шт.	Масса 100 ростков, г	
Аксинья				
Ручной обмолот (контроль)	0	95	0,47	92
Обмолот комбайном Дон 1500 Б	35	89	0,37	83
Обмолот комбайном Acros	37	90	0,34	82
Обмолот комбайном Case	11	93	0,42	90
Обмолот комбайном Togum	19	92	0,39	88
Доработка семян на ЗАВ-20	43	88	0,34	81
Лидия				
Ручной обмолот (контроль)	0	98	0,50	92
Обмолот комбайном Дон 1500 Б	39	90	0,39	79
Обмолот комбайном Acros	35	91	0,43	81
Обмолот комбайном Case	29	93	0,47	86
Обмолот комбайном Togum	28	93	0,47	86
Доработка семян на ЗАВ-20	44	90	0,40	79
НСР ₀₅	–	2,9	0,05	4,3

Полевая всхожесть – это показатель, который зависит не только от посевных качеств семян, но и от агротехнических, экологических и других факторов.

Значения полевой всхожести варьировали у сорта Аксинья от 81 до 92%, а у сорта Лидия – от 79 до 92%. Минимальное снижение этого признака в сравнении с ручным обмолотом получено после обмолота комбайном Case и составило у сорта Аксинья 2%. Идентичные значения полевой всхожести у сорта Лидия были получены после обмолота комбайнами Togum и Case, составив 86%, при этом отмечено минимальное снижение данного признака с контролем (6%).

Основную долю повреждений семена получают в процессе уборки, при этом она продолжает увеличиваться при дальнейшей их доработке. Семена многократно соударяются с рабочими транспортирующими элементами семяочистительных машин, это приводит

к увеличению их травмирования, что, в свою очередь, ухудшает посевные качества. Очистка семенного материала увеличила число травмированных семян от 11 до 17% от общего травмирования после комбайнов, что привело к снижению количества ростков и их сухой массы у сорта Аксинья на 7 шт. и 0,13 г, а у сорта Лидия – на 8 шт. и 0,1 г соответственно.

Повреждения семян оказывают существенное влияние на начальных этапах роста и развития растений. Травмирование зародыша и оболочки оказывает отрицательное действие на развитие проростка.

Максимальные значения длины ростка и массы 100 сухих ростков у изучаемых сортов получены на контроле при ручном обмолоте. Минимальное снижение длины ростка (0,5 см) в сравнении с ручным обмолотом отмечено у сорта Лидия после обмолота комбайном Togum. У сорта Аксинья минимальное снижение этого показателя составило 1,4 см после обмолота комбайном Case (табл. 3).

3. Морфологическая оценка проростков в зависимости от обмолота и послеуборочной доработки семян сортов озимой мягкой пшеницы
3. Morphophysiological estimation of sprouts depending on threshing and post-harvesting processing of seeds of winter soft wheat varieties

Вариант опыта	Всего семян с повреждениями, %	Проросток		
		длина ростка, см	масса 100 сухих ростков, г	масса 100 сухих корешков, г
Аксинья				
Ручной обмолот (контроль)	0	5,6	0,47	0,57
Обмолот комбайном Дон 1500 Б	35	3,7	0,37	0,47
Обмолот комбайном Acros	37	3,3	0,34	0,49
Обмолот комбайном Case	11	4,2	0,42	0,56
Обмолот комбайном Togum	19	4,1	0,39	0,56
Доработка семян на ЗАВ-20	43	3,7	0,34	0,41
Лидия				
Ручной обмолот (контроль)	0	6,3	0,5	0,63
Обмолот комбайном Дон 1500 Б	39	4,0	0,34	0,56
Обмолот комбайном Acros	35	4,7	0,44	0,57
Обмолот комбайном Case	29	5,0	0,43	0,58
Обмолот комбайном Togum	28	5,8	0,47	0,59
Доработка семян на ЗАВ-20	43	3,8	0,37	0,48
НСР ₀₅	–	0,33	0,05	0,04

Максимальным снижением длины ростка в сравнении с ручным обмолотом у изучаемых сортов озимой мягкой пшеницы после обмолота комбайном Дон 1500 Б было у сорта Лидия – 2,3 см, а у сорта Аксинья снижение составило 2,3 см после обмолота комбайном Acros. При послеуборочной доработке семян на ЗАВ-20 отмечено снижение длины ростка от 1,9 до 2,5 см в сравнении с ручным обмолотом. Минимальное снижение массы 100 сухих корешков в сравнении с ручным обмолотом у сортов озимой мягкой пшеницы зафиксировано при обмолоте комбайнами Case и Torgum.

Проростки из травмированных семян не только отстают в росте и развитии, но и имеют меньшую массу проростков по сравнению с массой проростков из неповрежденных семян.

Выводы. В результате проведенных исследований установлено, что уборочные машины в производстве травмируют от 11 до 39%, что приводит к снижению показателя полевой всхожести до 79%. Максимальное снижение длины ростка в сравнении с ручным обмолотом у изучаемых сортов составило 2,3 см у сорта Аксинья после обмолота комбайном Acros, а у сорта Лидия – после обмолота комбайном Дон 1500 Б.

На долю зерноочистительной техники приходится 11–17% травмированных семян, что приводит к снижению полевой всхожести до 79%. При доработке семян на ЗАВ-20 отмечено снижение длины ростка от 1,9 до 2,5 см. Применение в сельском хозяйстве роторных комбайнов и современной очистительной техники для уборки и доработки семян позволит получить более качественный семенной материал.

Библиографические ссылки

1. Бурьянов А. И., Бурьянов М. А., Червяков И. В., Ковтунов В. В. Совершенствование технологии уборки сорго // Зерновое хозяйство России. 2017. № 4(52). С. 45–48.
2. Бурьянов А. И., Червяков И. В., Колинко А. А., Пахомов В. И., Ионова Е. В., Хлыстунов В. Ф. Методы и результаты определения естественной силы связи зерна с колосом в период созревания и полной спелости // Зерновое хозяйство России. 2018. № 6(60). С. 21–25. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-21-25.
3. Бурьянов М. А., Бурьянов А. И., Червяков И. В., Костыленко О. А. О влиянии морфологических признаков растений озимой пшеницы на выбор режимов работы очесывающей жатки // Трактора и сельхозмашины. 2017. № 3. С. 43–51.
4. Васько В. Т. Основы семеноведения полевых культур. СПб.: Лань, 2018. 304 с.
5. Гриценко В. В., Калoshiна З. М. Семеноведение полевых культур. 3-е изд., доп. и перераб. М.: Колос, 1984. 272 с.
6. Ковтунов В. В. Посевная площадь и урожайность сорго зернового // Зерновое хозяйство России. 2018. № 3(57). С. 47–49.
7. Оробинский В. И., Баскаков И. В., Чернышов А. В. Снижение травмирования зерна при уборке. Воронеж, 2017. 161 с.
8. Ступин А. С. Основы семеноведения. СПб.: Лань, 2014. 384 с.
9. Тарасенко А. П. Роторные зерноуборочные комбайны. СПб.: Лань, 2013. 192 с.

References

1. Bur'yanov A. I., Bur'yanov M. A., Chervyakov I. V., Kovtunov V. V. Sovershenstvovanie tekhnologii uborki sorgo [Improving the technology of sorghum harvesting] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 4(52). S. 45–48.
2. Bur'yanov A. I., Chervyakov I. V., Kolin'ko A. A., Pahomov V. I., Ionova E. V., Hlystunov V. F. Metody i rezultaty opredeleniya estestvennoj sily svyazi zerna s kolosom v period sozrevaniya i polnoj spelosti [Methods and results of determining the natural correlation between kernels and a head during a period of ripening and full ripeness] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 6(60). S. 21–25. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-21-25.
3. Bur'yanov M. A., Bur'yanov A. I., Chervyakov I. V., Kostylenko O. A. O vliyanii morfologicheskikh priznakov rastenij ozimoy pshenicy na vybor rezhimov raboty ochesyvayushchej zhatki [On the effect of morphological features of winter wheat on the choice of operation modes of the harvesting header] // Traktora i sel'hozmashiny. 2017. № 3. S. 43–51.
4. Vas'ko V. T. Osnovy semenovedeniya polevykh kul'tur [The basics of study of field crop seeds]. SPb.: Lan', 2018. 304 s.
5. Gricenko V. V., Kaloshina Z. M. Semenovedenie polevykh kul'tur [Seed study of field crops]. 3-e izd., dop. i pererab. M.: Kolos, 1984. 272 s.
6. Kovtunov V. V. Posevnaya ploshchad' i urozhajnost' sorgo zernovogo [Sown area and grain sorghum productivity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 3(57). S. 47–49.
7. Orobinskij V. I., Baskakov I. V., Chernyshov A. V. Snizhenie travmirovaniya zerna pri uborke [Reducing grain injuries during harvesting]. Voronezh, 2017. 161 s.
8. Stupin A. S. Osnovy semenovedeniya [The basics of seed study]. SPb.: Lan', 2014. 384 s.
9. Tarasenko A. P. Rotornye zernouborochnye kombajny [Rotary combine harvesters]. SPb.: Lan', 2013. 192 s.

Поступила: 19.09.19; принята к публикации: 3.10.19.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Ионова Е. В. – концептуализация исследования; Скворцова Ю. Г., Филенко Г. А. – подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация; Скворцова Ю. Г., Фирсова Т. И. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

УДК 633.161:632.938.1

DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-72-76

ВЫЯВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ УСТОЙЧИВОСТИ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ К КАМЕННОЙ ГОЛОВНЕ

Н. В. Шишкин, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, nik.shishkin.1961@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3863-0297;
Т. Г. Дерова, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, derova06@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-7969-054X;
Е. С. Дорошенко, младший научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, katyalevchenko1@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6015-5616;
О. С. Павленко, агроном лаборатории иммунитета и защиты растений, olapavlenko3008@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7012-6460
 ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
 347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Представлены трехлетние результаты по оценке отечественных и зарубежных сортов и линий озимого ячменя на устойчивость к каменной головне. Возбудитель каменной головни в Ростовской области вызывает одно из наиболее вредоносных заболеваний, которое, помимо прямых потерь урожая (разрушение колоса), вызывает так называемые скрытые потери, которые могут в несколько раз превысить прямые. Эффективный способ противодействия болезни – возделывание устойчивых сортов, для создания которых селекционерам необходимы изученные источники устойчивости к возбудителю. Иммунологические свойства сортов озимого ячменя изучали в полевом инфекционном питомнике (2016–2018 гг.). Заспорение семян проводили по методу С. Димитрова (1968) с использованием питательной среды. Посев инокулированных семян проводили в конце оптимальных сроков. Учет проводили по количеству пораженных стеблей. В качестве восприимчивого тест-сорта служил сорт Добрыня 3, который имел поражение по годам от 20,6 до 71,8%. Изучали 115 отечественных и зарубежных сортов и линий. Среди 69 отечественных коммерческих сортов и селекционных линий устойчивость проявили 11 (15,9%); слабую восприимчивость – 21 (30,4%); среднюю восприимчивость – 30 сортов (43,5%) и семь сортов (10,1%) поразились в сильной степени. Среди иностранных сортов устойчивость к каменной головне установлена у семи сортов из Германии, трех из Франции, двух из Швейцарии и по одному из Чехии и Украины. К лучшим по устойчивости к возбудителю при искусственном заражении отнесены сорта Росса, Ни́хе (Германия), Метелица (Украина). Сорт французской селекции 18513 EH11 в течение изучения не имел пораженных растений и отнесен к иммунным сортам. Выявленные источники устойчивости озимого ячменя к каменной головне рекомендуются к использованию в селекционных программах на иммунитет.

Ключевые слова: озимый ячмень, сорт, балл, устойчивость, поражение, каменная головня.

Для цитирования: Шишкин Н. В., Дерова Т. Г., Дорошенко Е. С., Павленко О. С. Выявление источников устойчивости озимого ячменя к каменной головне // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 72–76. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-72-76.



IDENTIFICATION OF SOURCES OF WINTER BARLEY RESISTANCE TO SMUT (USTILAGO HORDEI)

N. V. Shishkin, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of plant immunity and protection, nik.shishkin.1961@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3863-0297;
T. G. Derova, leading researcher of the laboratory of plant immunity and protection, derova06@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-7969-054X;
E. S. Doroshenko, junior researcher of the laboratory of plant immunity and protection, katyalevchenko1@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6015-5616;
O. S. Pavlenko, agronomist of the laboratory of plant immunity and protection, olapavlenko3008@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7012-6460
 Agricultural Research Center “Donskoy”,
 347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current paper presents the 3-year assessment results of domestic and foreign winter barley varieties and lines for smut resistance. The smut pathogen in the Rostov region causes one of the most harmful diseases, which, in addition to direct crop losses (head destruction), causes the so-called hidden losses, which can several times exceed direct ones. An effective way to counteract the disease is to cultivate resistant varieties, and farmers need the reliable sources of resistance to the pathogen. The immunological properties of winter barley varieties were studied in an infectious nursery (2016–2018). Seed infection with spores was carried out by S. Dimitrov's method (1968) using a nutrient medium. Inoculated seeds were sown at the end of the optimal time. There was estimated a number of infected stems. The variety “Dobrynya 3” was used as a susceptible test-variety, which percentage of infection throughout the years ranged from 20.6 to 71.8%. There were studied 115 domestic and foreign varieties and lines. Among 69 domestic commercial varieties and breeding lines, 11 ones (15.9%) showed good resistance, 21 ones (30.4%) showed weak susceptibility, 30 ones (43.5%) possessed average susceptibility and seven varieties (10.1%) were severely affected by the pathogen. Among foreign varieties, resistance to barley smut has been established in seven German varieties, in three French varieties, in two Swiss varieties, one Czech variety and one Ukrainian variety. The varieties “Rocca”, “Nixe” (Germany), “Metelitsa” (Ukraine) are classified as the best ones in resistance to the pathogen during the artificial infection. The French variety “18513 EH11” had no affected plants

during the study and was identified as an immune variety. The identified sources of winter barley resistance to smut are recommended for use in breeding programs for immunity.

Keywords: winter barley, variety, point, resistance, affection, barley smut (*Ustilago hordei*).

Введение. Озимый ячмень – культура с большой потенциальной урожайностью и огромными приспособительными возможностями. По посевным площадям ячмень занимает второе место как в России, так и в Ростовской области (Филиппов и др., 2018). Негативное воздействие отрицательных температур несколько сдерживает его распространение в северные регионы, поэтому основные площади возделывания ячменя расположены на юге России (Филиппов и др., 2019). В процессе длительного репродуцирования любой сорт озимого ячменя постепенно теряет хозяйственно-биологические признаки и свойства. Причинами этого являются механическое и биологические засорение, заболевания, вследствие чего значительно снижается урожайность (Фирсова и др., 2018). Поэтому одним из важных резервов повышения урожайности озимого ячменя является защита от болезней, особенно от головневых заболеваний.

В Ростовской области твердая (каменная) головня проявляется ежегодно. Вредоносность ее состоит из явных потерь урожая, когда разрушаются пораженные колосья, и скрытых потерь, проявляющихся в большой трате энергии и пластических веществ на борьбу с дегенерацией грибкицы в тканях зараженного растения (Пересыпкин, 1979). Распространение каменной головни в посеве осложняет ведение семеноводства, когда по результатам апробации выбраковывают из состава семенных посевов участки с поражением головней более 5%, а семена переводят в товарное зерно.

Одним из перспективных и эффективных методов борьбы с каменной головней являются создание и возделывание устойчивых к болезни сортов озимого ячменя. В работах Т. Д. Страхова (1959) доказано, что инфекционные гифы патогена твердой головни легко проникают в проростки как восприимчивых, так и устойчивых сортов. Но через 10–15 дней после появления всходов грибкица патогена на устойчивых сортах из внутриклеточной становится межклеточной, а в фазе кущения наблюдается ее распад.

Для создания новых сортов, устойчивых к головневым заболеваниям, селекционерам необходима информация о поражаемости исходного мате-

риала на естественном и искусственном фонах. Планомерные исследования устойчивости в конкретных почвенно-климатических условиях позволяют научно обоснованно подбирать родительские формы для гибридизации (Кривченко, 1978).

Основным источником материала для селекционной работы на устойчивость к болезням служит мировая коллекция ВИР, содержащая богатейшее разнообразие сортов зарубежной и российской селекции.

Цель настоящей работы – выделить сорта озимого ячменя – источники устойчивости к каменной головне для включения их в селекционные программы на повешение иммунитета.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили на полевом участке лаборатории иммунитета и защиты растений ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2016–2018 гг. Объектом изучения были коллекционные образцы из стран Европы, коммерческие сорта озимого ячменя из различных регионов России, а также оригинальные селекционные линии, полученные от скрещивания лучших районированных сортов с инорайонными донорами устойчивости, в количестве 116 образцов. Материалом изучения была северо-кавказская популяция возбудителя каменной (твердой) головни *Ustilago hordey* (Pers.).

Для разнообразия расового и биотического состава инфекционный материал ежегодно используется как полученный в питомнике каменной головни в лаборатории, так и собранный на районированных сортах в производстве и селекционных посевах, отличающихся большим разнообразием сортов.

Заражение семян испытываемых образцов проводили по методу С. Димитрова (1968) с использованием жидкой питательной среды, содержащей 6%-й раствор пивного сула, 0,2% агар-агара и 1% декстрина, разработанной в ВИР (Радченко, 2008). Изучаемые образцы семян ячменя помещали в пробирки, установленные в штативы, по 100 зерен в 2 повторностях. Заливали в пробирки подготовленную смесь головневых спор и питательной среды, выдерживали в течение 15 минут, энергично встряхивая через каждые 5 минут пробирки (рис. 1).



Рис. 1. Заспорение озимого ячменя каменной головней
Fig. 1. Winter barley infection with smut spores

По окончании встряхиваний на ситах отделяли семена от суспензии, помещали в бумажные пакеты и просушивали в прохладном помещении в течение 12–14 часов, затем помещали до посева в холодильник. Высев заспоренных каменной головней образцов

проводили в конце оптимальных сроков двухрядковыми деланками длиной 1 м. Учет проявления головни проводился в фазу полной спелости растений по количеству пораженных стеблей. В качестве восприимчивого сорта высевали сорт озимого ячменя Добрыня 3.

Классификация устойчивости изученного материала ячменя проведена по следующей шкале:

0 – высокая устойчивость, поражение отсутствует;
1 – практическая устойчивость, поражение не выше 5%;

1,5–2 – слабая восприимчивость, поражение не превышает 10 и 20%;

3 – средняя восприимчивость, поражение не превышает 40%;

4 – сильная восприимчивость, поражение более 40%.

Условия проведения опытов. Ростовская область расположена в засушливой степной зоне с преобладанием черноземов. Климатические условия в зоне проведения исследований характеризуются крайне неравномерным распределением осадков как по годам, так и в течение года, а также резкими колебаниями температуры и низкой влажностью воздуха.

Отсутствие продуктивных осадков и повышенные температуры в конце оптимальных сроков сева 2015 г. отрицательно повлияли на заражение озимого ячменя каменной головней, и в июле 2016 г. восприимчивый сорт имел поражение до 20,6%.

Для всходов озимого ячменя осенью в 2016 г. сложились оптимальные условия, как и для заражения проростков каменной головней. Высокая влажность почвы (прошли обильные осадки перед посевом) и оптимальные температуры воздуха и почвы способство-

вали получению дружных всходов и заражению их каменной головней. Восприимчивый сорт в 2017 г. был поражен до 53,4%.

Осенью 2017 г. в период сева, с 20 сентября по 5 октября, наблюдалась пониженная влажность воздуха и почвы, температурный режим был на уровне среднего многолетнего. Прохладные условия способствовали заражению всходов озимого ячменя каменной головней, и в июле 2018 г. было сильное проявление – восприимчивый сорт поражен до 71,8%.

Результаты и их обсуждение. Изучаемые сорта по происхождению были представлены следующим образом: Россия – 69 сортов и линий (или 59,6%); Германия – 21 (18,1%); Франция – 20 (17,2%); Швейцария, Украина и Чехия – по 2 сорта (1,7%) соответственно.

В 2016 г. изучаемые сорта и линии поразились от 0 до 22,1%; в 2017 г. – от 0 до 30,1%; в 2018 г. – от 0 до 29,1%. Восприимчивый тест-сорт Добрыня 3 в эти годы исследований имел поражение 20,6; 53,4; 74,8% соответственно. По результатам трехлетнего изучения сорта были условно распределены по максимальному поражению за любой год в определенные классы устойчивости согласно приведенной выше шкале. Так, с поражением до 1 балла выявлено 25 сортов; до 1,5 балла – 35 сортов; до 2 баллов – 45 сортов, до 3 баллов – 10 сортов; восприимчивый сорт имел поражение 4 балла (табл. 1).

1. Дифференциация сортов озимого ячменя по устойчивости к каменной головне при искусственном заражении (2016–2018гг.)

1. Differentiation of winter barley varieties according to smut resistance, with artificial infection (2016–2018)

Происхождение	Общее число сортов	Доля, %			
		устойчивых	слабовосприимчивых	средневосприимчивых	восприимчивых
Россия	69	15,9	30,4	43,5	10,1
Германия	21	33,3	19,0	42,9	4,7
Франция	20	15,0	45,0	30,0	10,0
Чехия	2	50,0	50,0	–	–
Украина	2	50,0	50,0	–	–
Швейцария	2	100	–	–	–
Итого	116	21,7	30,4	39,1	8,8

Большинство российских коммерческих сортов по трехлетним данным отнесены к слабо- и средневосприимчивым с поражением каменной головней от 5 до 20%. К слабовосприимчивым сортам, максимальное проявление болезни по годам у которых не превышало 10%, отнесены сорта Жигули (7,9%), Тигр (8,3%), Виват (8,7%), Горизонт (9,0%), Факир (6,0%), Бастион (9,3%), Хуторок (7,9%), Абориген (6,1%) и др., а также линии Параллелум 1890 (9,0%), Паллидум 1526 (8,1%), Параллелум 1722 (9,8%), Параллелум 934 (8,8%), Паллидум 1813 (9,7%) и др.

Среди зарубежных сортов слабую восприимчивость в годы исследований проявили сорта Explorer-2 (5,6%), Explorer-4 (6,5%), Explorer-5 (9,4%), Wintwalt (7,8%), Azurel (8,3%), Vanessa (6,6%), Nectaria (8,8%) (Франция); NVW 1427 (8,3%), Cita (6,0%), Punch (8,1%) (Германия); Трудівник (8,4%) (Украина); Золак (8,1%) (Чехия).

Несмотря на засушливые условия Ростовской области, особенно в период посева и всходов озимого ячменя, проявление каменной головни наблюдается довольно высокое. Так, в годы испытания были выделены восприимчивые сорта, поражение которых свидетельствует об объективности оценки сортов в местных условиях.

Максимальные оценки по внедрению патогена в растения в различные годы испытаний получены по сортам Платон (21,0%), Державный (21,3%), Гранд (20,7%), Банкир (20,8%), Аванс (20,1%), Таран-1 (30,1%) и линии Параллелум 1820 (22,0%) (Россия); Explorer-6 (20,3%), Бронскайли (37,5%) (Франция); Arkona (29,1%) (Германия) и др.

Наибольший интерес представляют сорта и линии озимого ячменя, проявившие устойчивость к возбудителю каменной головни в различные по погодно-климатическим условиям годы. Эти сорта, используя свои защитные механизмы, стабильно проявляют высокую устойчивость в условиях искусственного заражения патогеном. Для этих сортов и линий характерно отсутствие поражения в отдельные годы или очень низкий процент пораженных растений (менее 5). Такие сорта выделены как среди отечественных изучаемых образцов, так и среди иностранных. По сравнению со степенью поражения восприимчивого тест-сорта Добрыня 3 данные сорта проявили высокую устойчивость к каменной головне (табл. 2).

Среди российских образцов выделено 7 сортов и 4 линии, устойчивых к поражению патогеном, которые рекомендуются для селекции на иммунитет к каменной головне. Лучшими из них были сорта Кордон, Эспада, Роман и все местные линии.

2. Поражаемость каменной головней сортов и линий при искусственном заражении (2016–2018 гг.)
2. Affection of barley varieties and lines with smut (*Ustilago hordei*), with artificial infection (2016–2018)

Сорт, линия	Происхождение	Поражение каменной головней, %			Сорт	Происхождение	Поражение каменной головней, %		
		2016 г.	2017 г.	2018 г.			2016 г.	2017 г.	2018 г.
Добрыня 3, восприимчивый тест-сорт		20,6	53,4	71,8	Explorer 1	Франция	1,3	0	4,3
Кордон	Россия	0	0,5	1,0	Explorer 8	Франция	0	0	3,7
Эспада	Россия	0	0	0,9	Trasco	Германия	0	0,5	3,0
Роман	Россия	1,7	0	3,2	Росса	Германия	0	0	1,0
Премьер	Россия	2,7	4,0	5,0	Уши	Германия	2,8	1,6	3,0
Самсон	Россия	3,9	2,0	3,9	Blanka	Германия	3,2	0	4,1
Жаворонок	Россия	3,4	4,4	4,8	Nixe	Германия	0	1,0	2,1
Мастер	Россия	4,2	1,9	5,0	Tiffani	Германия	4,1	0	3,1
Параллелум 1910	Россия	0	0,7	3,1	Willis	Германия	3,9	1,6	4,6
Паллидум 1915	Россия	3,3	1,0	1,0	Окал	Чехия	4,7	0	3,2
Паллидум 1916	Россия	3,3	1,1	1,2	Метелица	Украина	1,5	1,0	1,1
Паллидум 1925	Россия	2,4	1,0	3,6	Тату	Швейцария	1,9	0	3,7
18513 EH11	Франция	0	0	0	Хоббит	Швейцария	1,9	2,6	4,3

Семь сортов из Германии, три сорта из Франции, по два сорта из Чехии и Швейцарии и один из Украины также показали высокую устойчивость к патогену. Наименьшая степень поражения отмечена у сортов Росса, Nixe (Германия), Метелица (Украина).

Сорт из Франции 18513 EH11 на протяжении трех лет испытаний не имел пораженных растений, проявляя иммунитет (табл. 2). Все выделенные устойчивые сорта озимого ячменя достоверно могут пополнить запас источников устойчивости к каменной головне.

Выводы. В результате исследований проведено изучение устойчивости к каменной головне сортов и линий озимого ячменя. Выделено 22 сорта и 4 линии со стабильной отрицательной реакцией на заражение патогеном. Выявлены новые источники устойчивости озимого ячменя к каменной головне, позволяющие расширить перечень сортов в качестве исходного материала, который целесообразно широко вовлекать в селекционные программы в южной зоне Ростовской области.

Библиографические ссылки

1. Пересыпкин В. Ф. Болезни зерновых культур. М.: Колос, 1979. С. 36–37.
2. Страхов Т. Г. О механизме физиологического иммунитета растений к инфекционным заболеваниям. Из-во Харьковского СХИ им. В. В. Докучаева, 1959. 79 с.
3. Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Донцов Д. П. и др. Новый, адаптированный к условиям Северного Кавказа, сорт ячменя двуручки Виват // Зерновое хозяйство России. 2018. № 5(59). С. 60–62. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-59-5-3-6.
4. Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Донцов Д. П. Оценка сортов озимого ячменя по хозяйственно ценным признакам в условиях юга Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2(62). С. 47–51. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-47-51.
5. Фирсова Т. И., Филенко Г. А., Донцова А. А. Анализ динамики посевных площадей и урожайности озимого ячменя в РФ // Зерновое хозяйство России. 2018. № 5(59). С. 53–57. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-59-5-53-57.
6. Димитров С. А. Физиологични раси при покритата по ечемика – *Ustilago hordei* (Pers.) Jagerh в България // Растен науки. 1968. Pp. 48–61.

References

1. Peresyppkin V. F. Bolezni zernovykh kul'tur [Grain crop diseases]. M.: Kolos, 1979. S. 36–37.
2. Strahov T. G. O mekhanizme fiziologicheskogo immuniteta rastenij k infekcionnym zabolevaniyam [On the mechanism of physiological plant immunity to infectious diseases]. Iz-vo Har'kovskogo SKHI im. V. V. Dokuchaeva, 1959. 79 s.
3. Filippov E. G., Doncova A. A., Doncov D. P. I dr. Novyj, adaptirovannyj k usloviyam Severnogo Kavkaza, sort yachmenya dvuruchki Vivat [A new facultative barley variety "Vivat", adapted to the conditions of the North Caucasus] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 5(59). S. 60–62. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-59-5-3-6.
4. Filippov E. G., Doncova A. A., Doncov D. P. Ocenka sortov ozimogo yachmenya po hozyajstvenno cennym priznakam v usloviyah yuga Rostovskoj oblasti [Estimation of winter barley varieties according to economically valuable traits in the south of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 2(62). S. 47–51. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-47-51.
5. Firsova T. I., Filenko G. A., Doncova A. A. Analiz dinamiki posevnykh ploshchadej i urozhajnosti ozimogo yachmenya v RF [Analysis of the sown areas dynamics and winter barley productivity in the Russian Federation] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 5(59). S. 53–57. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-59-5-53-57.
6. Dimitrov S. A. Fiziologichni rasii pri pokrityata po echemika – *Ustilago hordei* (Pers.) Jagerh в България // Растен науки. 1968. Pp. 48–61.

Поступила: 22.11.19; принята к публикации: 26.11.19.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Шишкин Н. В., Дорошенко Е. С. – концептуализация исследования; Дорошенко Е. С., Павленко О. С. – подготовка опыта; Шишкин Н. В., Дерова Т. Г., Дорошенко Е. С., Павленко О. С. – выполнение полевых/лабораторных опытов и сбор данных; Шишкин Н. В. – анализ данных и их интерпретация; Дерова Т. Г., Павленко О. С. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.