ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 633.161:631.52:470.61 DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-84-94

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ МИРОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ ГОЛОЗЕРНОГО ЯЧМЕНЯ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ КАЧЕСТВА ЗЕРНА В УСЛОВИЯХ ЮГА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Э. С. Дорошенко, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства ярового ячменя, ORCID ID: 0000-0002-0787-9754;
Е. Г. Филиппов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент специальности, зав. отделом селекции и семеноводства ячменя, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;
А. А. Донцова, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией селекции и семеноводства озимого ячменя, ORCID ID: 0000-0002-6570-4303;
Д. П. Донцов, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства ячменя, ORCID: 0000-0001-9253-3864
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

В статье представлены результаты изучения коллекционных сортообразцов голозерного ярового ячменя по качественным показателям зерна (белок, крахмал, лизин и ß-глюкан). В качестве исходного материала для изучения в условиях Юга Ростовской области использованы более 100 сортов и линий голозерного ячменя, полученных из ФГБНУ «ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова». Исследования проводились в севообороте отдела селекции и семеноводства ячменя ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» в 2016–2018 гг. Цель исследований заключалась в изучении качественных показателей зерна сортов голозерного ячменя. Закладка опыта осуществлялась согласно методике государственного сортоиспытания. Учетная площадь делянки – 10 м^2, норма высева – 450 всхожих зерен на 1 м^2, стандартный сорт Ратник высевался через 20 номеров, повторность – однократная. Посев проводился сеялкой *Wintershteiger Plotseed* S, уборка – комбайном *Wintershteiger-Classik*. Качественные показатели определяли согласно общепринятым ГОСТам. В ходе изучения в контрастных погодных условиях были выделены образцы с повышенными показателями белка, лизина, крахмала и ß-глюкана. В 2016 г. сорт Голозерный (РФ) характеризовался высоким содержанием лизина и ß-глюкана. В 2018 г. образцы К-3800 (Украина) и Nigohodaka (Япония) сочетали в себе высокое содержание нескольких показателей. За три года изучения по содержанию белка в зерне выделился образец Nigohadaka (Япония), который показывал стабильно высокие значения данного признака; по содержанию крахмала – CDC Dawn (Канада). За годы изучения можно проследить тенденцию преимущества голозерных образцов по качественным показателям над пленчатым стандартом. Из этого можно сделать вывод, что голозерный ячмень можно использовать в скрещиваниях для повышения качества.

Ключевые слова: *голозерный ячмень, ß-глюкан, белок, эндосперм, лизин, сорт, крахмал.*
Для цитирования: *Дорошенко Э. С., Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Донцов Д. П. Результаты изучения мировой коллекции голозерного ячменя по показателям качества зерна в условиях юга Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2020. № 6 (72). С. 84–94. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-84-94.*

(cc) BY

THE STUDY RESULTS OF THE WORLD COLLECTION OF HULL-LESS BARLEY ACCORDING TO GRAIN QUALITY IN THE SOUTH OF THE ROSTOV REGION

E. S. Doroshenko, junior researcher of the laboratory for spring barley breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-0787-9754;
E. G. Filippov, Candidate of Agricultural Sciences, docent, head of the department of barley production, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;
A. A. Dontsova, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory for winter barley breeding and seed production, doncova601@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6570-4303;
D. P. Dontsov, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the department of barley production, ORCID ID: 0000-0001-9253-3864
Agricultural Research Center "Donskoy",
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current paper has presented the study results of the collection varieties of hull-less spring barley according to grain quality indices (protein, starch, lysine and ß-glucan). The initial material for the for the varieties' study in the conditions of the south of the Rostov region were than 100 varieties and lines of hull-less barley developed in the Federal State Budgetary Scientific Institution "FRC All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N. I. Vavilov". The study was carried out in the crop rotation of the department of barley breeding and seed production of the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" in 2016-2018. The purpose of the study was to scrutinize quality indices of the hull-less barley varieties. The trials were carried out according to the Methodology of the State Variety Testing. The accounting area of the plot was 10 m^2, the seeding rate was 450 germinating grains per 1 m^2, the standard variety 'Ratnik' was sown in 20 numbers with single sequence. The sowing was carried out with the seeder Wintershteiger Plo-

tseed S; the harvesting was conducted with the combine Wintershteiger-Classik. The qualitative indices were determined according to generally accepted GOST standards. During the study under contrasting weather conditions, there have been identified the samples with increased indices of protein, lysine, starch and ß-glucan. In 2016 the variety 'Golozerny' (RF) was characterized by a high content of lysine and ß-glucan. In 2018 the samples 'K-3800' (Ukraine) and 'Nigohodaka' (Japan) combined a high content of several indices. Throughout three years of study, according to seed protein percentage, there has been identified the sample 'Nigohadaka' (Japan), which showed consistently high values of this trait. According to starch content there has been identified the sample 'CDC Dawn' (Canada). During the years of study, it was possible to trace that there were the advantages of hull-less samples according to quality indices over the unhulled standard variety. There could be made the conclusion that hull-less barley can be used in hybridization to improve quality.

Keywords: *hull-less barley, ß-glucan, protein, endosperm, lysine, variety, starch.*

Введение. Ячмень – культура высокоурожайная, засухоустойчивая, малотребовательная к условиям произрастания, особенно в сравнении с пшеницей. Высокий уровень адаптивности культуры к различным условиям ее возделывания определяет широкий ареал внедрения по всем континентам мира. Такой ареал эта культура получила благодаря относительно высокой и стабильной урожайности и отзывчивости на удобрения (Филенко и др., 2017).

Ячмень – самая скороспелая и поэтому самая северная культура. Ячмень – важная продовольственная, кормовая и техническая культура. Ячменная крупа, мука и солод имеют важное продовольственное значение. Ячмень был важной зерновой культурой еще в древнем Египте, Месопотамии и Греции (Жуковский, 1964).

В XXI в. в связи с увеличением уровня жизни резко возрос интерес к здоровому питанию (Кирдогло и др., 2013).

Южный федеральный округ – один из ключевых зернопроизводящих регионов РФ. Наибольшие площади посева зернофуражных культур здесь отводятся под яровой ячмень, доля производства которого составляет 12–15% от общероссийского (Донцова и др., 2016).

Ячменное зерно имеет пониженное содержание жира, сложные углеводы (в основном крахмал) для восполнения энергии, хорошо сбалансированный белок. Оно способно удовлетворять потребность человека в аминокислотах, минералах, витаминах и других антиоксидантах, в первую очередь полифенолах, а также растворимой и нерастворимой клетчатке, приносящих общую пользу для здоровья (Грязнов и др., 2010).

Главным растворимым компонентом пищевых волокон зерновых культур являются (1,3;1,4)-β-D-глюканы. Это обобщенный термин, который служит для обозначения высокомолекулярных полимеров глюкозы, связанной β(1-3) и β(1-4) гликозидными связями.

Полисахариды ß-глюканы распространены исключительно в растениях семейства Мятликовые и найдены в составе клеточных стенок ячменя, овса, пшеницы, кукурузы, ржи, сорго, риса (Fincher et al., 1986). Полисахариды ß-глюканы формируют внутренний слой стенок эндосперма ячменя (Bamforth et al., 2001). У семян злаков стенки клеток алейронового слоя и эндосперма состоят главным образом из (1,3;1,4)-β-D-глюканов и арабиноксиланов.

По содержанию ß-глюканов овес и ячмень являются рекордсменами среди зерновых злаков (Fastnaught et al., 2001). Величина этого показателя в целом зерне у ячменя составляет 4,2% в расчете на сухую биомассу, у пшеницы, овса, ржи – 0,6; 3,9; 2,5% соответственно (Henry, 1987).

Удаление внешних слоев, включая пленку, с зерновок злаков понижает содержание нерастворимых пищевых волокон, белка, золы и свободных липидов, но увеличивает концентрацию крахмала и бета-глюканов (Fincher, 1975). В целом голозерный ячмень является лидером среди зерновых культур по содержанию бета-глюканов.

Цель исследований заключалась в изучении качественных показателей сортов голозерного ячменя в условиях юга Ростовской области.

Материалы и методы исследований. В качестве исходного материала для изучения использованы образцы голозерного ярового ячменя (более 100 образцов), полученные из ФГБНУ «ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова».

Закладка опыта осуществлялась согласно методике государственного сортоиспытания. Учетная площадь делянки – 10 м^2, норма высева – 450 всхожих зерен на 1 м^2, стандартный сорт Ратник высевался через 20 номеров, повторность – однократная. Посев проводился сеялкой Wintershteiger Plotseed S, уборка – комбайном Wintershteiger-Classik.

Содержание белка в зерне голозерного ячменя определяли по Кьельдалю (ГОСТ 10846-91). Определение крахмала – поляриметрическим методом по Эверсу (ИСО 1052:1997). Содержание лизина определяли по ГОСТ 33428-2015.

Содержания ß-глюканов проводилось в соответствии с процедурами, разработанными для наборов образцов "Mixed-linkage. Beta-glucan" K-BGLU 07/11 (www.megazyme.com).

Математическую обработку данных проводили на компьютере с помощью специальных программ (Microsoft Office Excel, Статистика 10).

Погодные условия 2016 г. характеризовались обилием осадков в период март – июнь (259,0 мм, или 128,0% к норме), повышенными среднесуточными температурами в марте (5,6 °С) и апреле (13,3 °С). Наиболее обильные осадки отмечены в марте – 64,6 мм (174,6% к норме) и в мае – 158,6 (309,2% к норме). В мае

температурный режим был на уровне среднемноголетних значений, осадков выпало 156,8 мм (305,7%). В июне температура воздуха была выше средних многолетних данных на 1,8 °С. За месяц выпало 23,8 мм осадков (33,4% от средней многолетней).

2017 г. отличался повышенным температурным режимом в марте (6 °С) и интенсивными осадками в апреле и мае. Пониженный температурный режим в апреле и начале мая оказал неблагоприятное влияние на рост и развитие растений голозерного ячменя. В летний период температурный режим был повышенный: в июне – 20,8 °С, в июле – 24,4 °С (+1,3 °С к норме). За летний сезон выпало 176,3 мм (на уровне средней многолетней нормы), в том числе в июне – 88,6 мм, июле – 42,2 мм.

В марте 2018 г. осадков выпало 43,8 мм, что больше среднемноголетних данных на 6,8 мм. Однако уже в апреле количество осадков резко сократилось как по сравнению со среднемноголетними данными, так и по сравнению с влажным 2017 г. (апрель 2018 г. – 9 мм, апрель 2017 г. – 57,3 мм, среднемноголетнее – 42,7 мм). В мае, июне и июле данная тенденция сохранилась. В июне наблюдались суховейные явления, в связи с чем влажность воздуха опускалась до 38% (на 23% ниже среднемноголетней).

В целом сложившиеся климатические условия позволили достаточно полно оценить коллекционный материал по основным хозяйственно ценным признакам и свойствам. Анализ образцов по качественным показателям показал, что наиболее благоприятным по влагообеспеченности и температурному режиму для ярового голозерного ячменя был 2016 г.

Результаты и их обсуждение. Голозерный ячмень – ценный источник для селекции на качество зерна. За счет снижения содержания клетчатки кормовая ценность голозерных форм выше по сравнению с пленчатыми. Изучение голозерных форм мировой коллекции ВИР показало, что они менее продуктивны, чем пленчатые, и обладают слабой адаптивностью (Дорошенко и др., 2019).

В 2016 г. содержание белка в зерне у изучаемых образцов мировой коллекции голозерного ячменя варьировало от 11,5 до 16,5%. Значения наибольшего числа образцов находились в интервале от 12,5 до 14,0% (рис. 1).

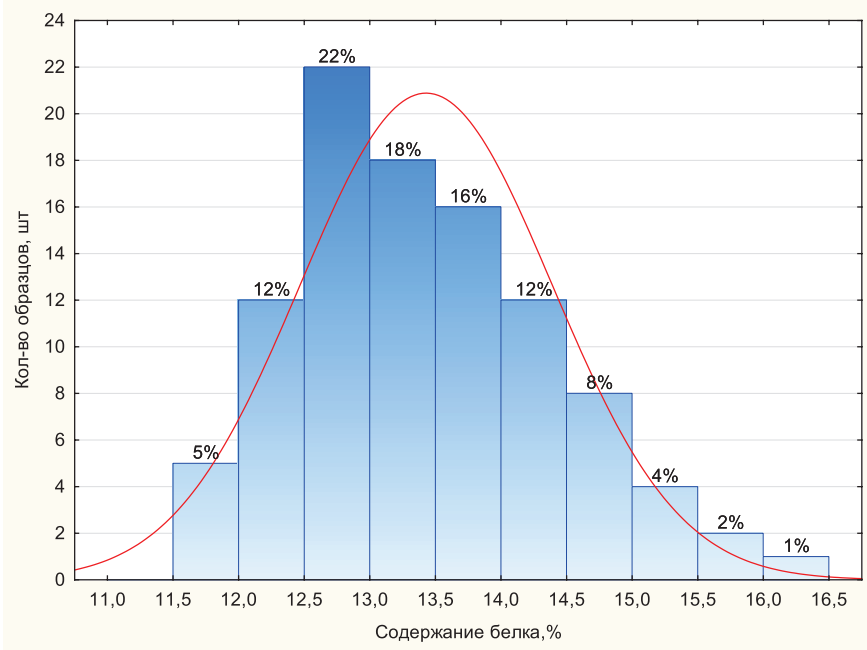

Рис. 1. Содержание белка в зерне голозерного ячменя (2016 г.)
Fig. 1. Protein percentage in hull-less barley seeds (2016)

Содержание белка у стандартного пленчатого сорта Ратник составило 13,4%. Превзошли стандарт по данному показателю 43% исследуемых голозерных сортообразцов, в связи с чем можно сделать вывод о более высоком содержании белка в зерне голозерного ячменя.

Наибольший показатель белка отмечен у образцов Kitaki-nadaka (Япония) – 16,1%; Nigohadaka (Япония) – 16,0%; К-3115 (Таджикистан) – 15,4%; К-21811 (Дагестан) – 15,0%; К-6497 (Афганистан) – 15,8%; К-11082 (РФ) – 15,1%.

Содержание крахмала у образцов голозерного ячменя варьировало от 46 до 62% (рис. 2).

Содержание крахмала у стандартного сорта составило 53,62%. Более высокое содержание крахмала по сравнению со стандартом имели 73% сортообразцов коллекции голозерного ячменя, по этому показателю также наблюдалось значительное преимущество сортообразцов голозерного ячменя над пленчатым ячменем.

Высокое содержание крахмала выявлено у образцов Омский голозерный 2 (РФ) –

60,7%; CDC Dawn (Канада) – 60,3%; 1218-524 (Чехия) – 60,0%; 1057-1923 (Чехия) – 59,1%; Bowman (Канада) – 59,5%; Юдинский 1 (РФ) – 60,0%; Омский голозерный 1 (РФ) – 59,6%.

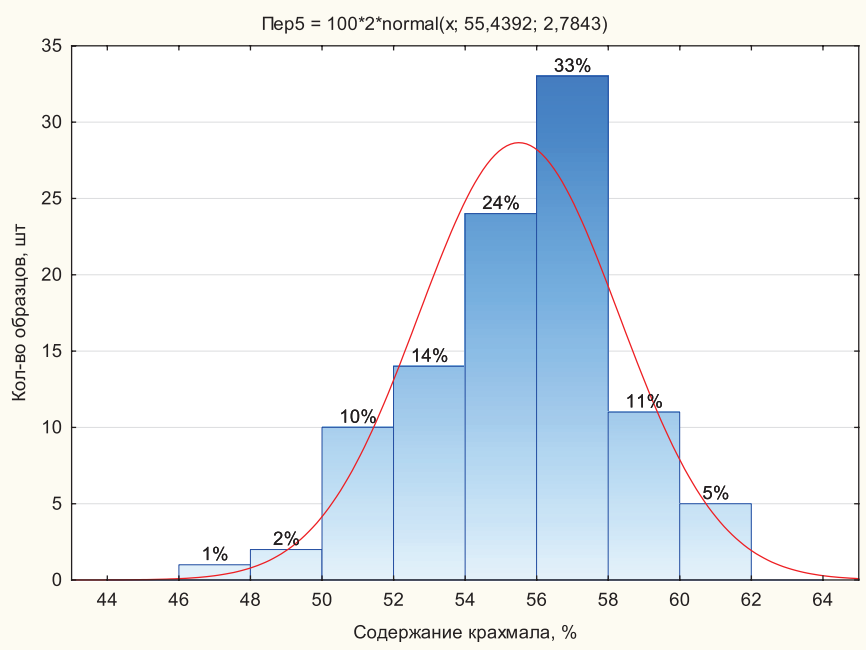

Рис. 2. Содержание крахмала в зерне голозерного ячменя (2016 г.)
Fig. 2. Content of starch in hull-less barley seeds (2016)

Лизин понижает уровень триглицеридов в сыворотке крови, а лизин в сочетании с пролином и витамином С предупреждает образование липопротеинов, вызывающих закупорку артерий, поэтому весьма эффективен при сердечно-сосудистых патологиях (Bekes et al., 2016). Синтетический лизин также применяют для обогащения кормов и пищевых продуктов (Oscarsson et al., 1996).

Большая часть изучаемого материала имела высокое содержание лизина (больше 3,8%) (рис. 3).

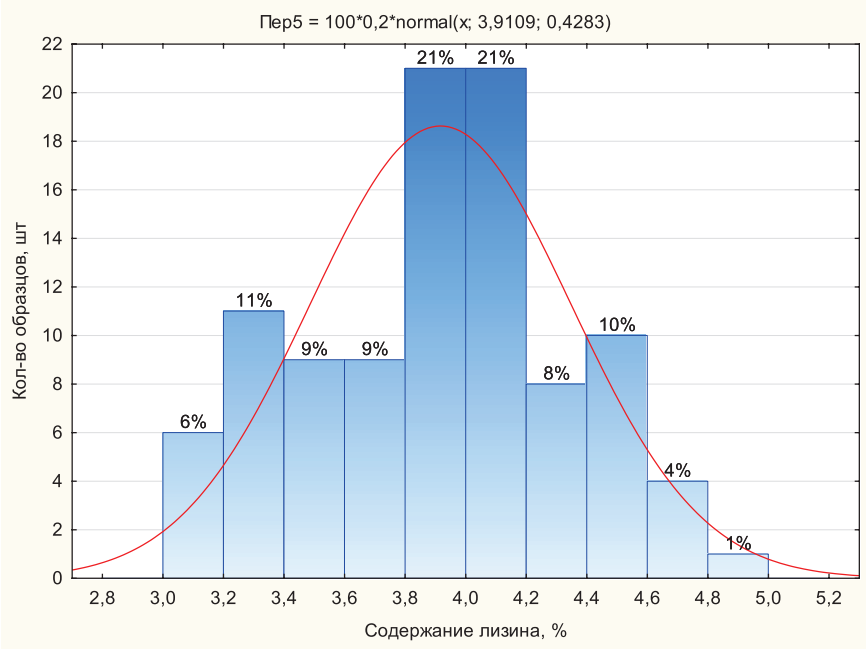

Рис. 3. Содержание лизина в зерне голозерного ячменя (2016 г.)
Fig. 3. Content of lysine in hull-less barley seeds (2016)

Содержание лизина в зерне стандартного сорта составило 4,4%. Превысили стандарт по содержанию лизина 15% сортообразцов. По этому показателю выделились образцы К-3772 (Дагестан) – 4,7%; К-11182 (Япония) – 4,6%; Голозерный (РФ) – 5,0%; К-3082 (Иран) – 4,6%.

Содержание ß-глюкана варьировало от 2,5 до 6,0%, стандартный пленчатый сорт Ратник показал значение данного признака 4,7% (рис. 4).

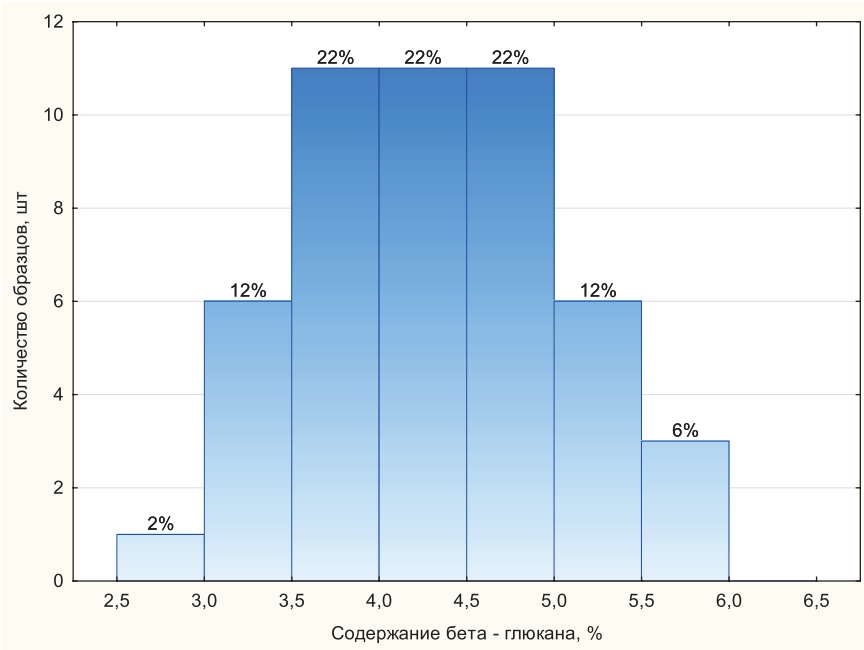

Рис. 4. Содержание ß-глюкана в зерне голозерного ячменя (2016 г.)
Fig. 4. Content of β-glucan in hull-less barley seeds (2016)

32% голозерных образцов превысили стандарт по данному показателю, среди них выделись: Нудум 265 (Монголия) – 5,6%; Голозерный (РФ) – 5,5%; К-16535 (РФ) – 5,9%; К-16548 (Северная Осетия) – 5,9%; К-16610 (Грузия) – 5,5%.

В 2016 г. можно отметить преимущество сортообразцов голозерного ячменя по показателю «содержание крахмала и белка в зерне» над пленчатым сортом Ратник. А по содержанию лизина и ß-глюкана пленчатый стандарт имел высокое значение данных показателей, но также были выявлены образцы голозерного ячменя, которые имели более высокое значение этих показателей.

В 2017 г. было отмечено снижение содержания белка в зерне голозерного ячменя по сравнению с 2016 г. Содержание белка в зерне у изучаемых образцов мировой коллекции голозерного ячменя варьировало от 8 до 12%.

Значения наибольшего числа образцов находились в интервале от 9 до 10% (рис. 5).

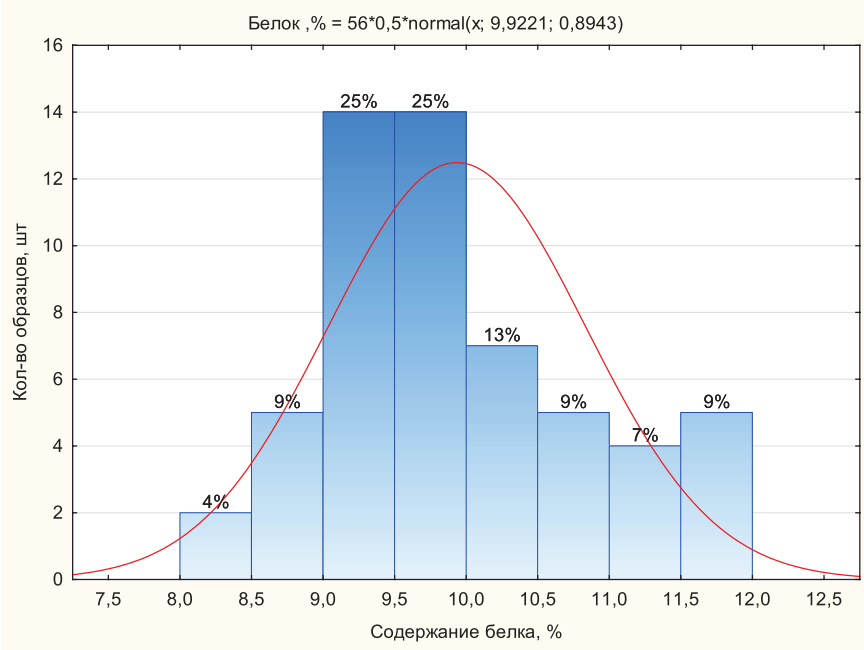

Рис. 5. Содержание белка в зерне голозерного ячменя (2017 г.)
Fig. 5. Protein percentage in hull-less barley seeds (2017)

Содержание белка у стандартного пленчатого сорта Ратник составило 8,84%. Превысили стандартный сорт по данному показателю 88% исследуемых голозерных сортообразцов.

Как и 2016 г., прослеживается тенденция преимущества голозерного ячменя по содержанию белка в зерне.

По данному показателю были выделены сортообразцы с максимальными показателями: К-3772 (Дагестан) – 10,5%; К-3800 (Украина) – 10,7%; К-111 (РФ) – 10,7%; К-16548 (Северная Осетия) – 10,6%; Nigohodaka (Япония) – 10,6%; Дублет (Беларусь) – 10,2%.

Содержание крахмала у образцов голозерного ячменя варьировало от 53 до 63% (рис. 6).

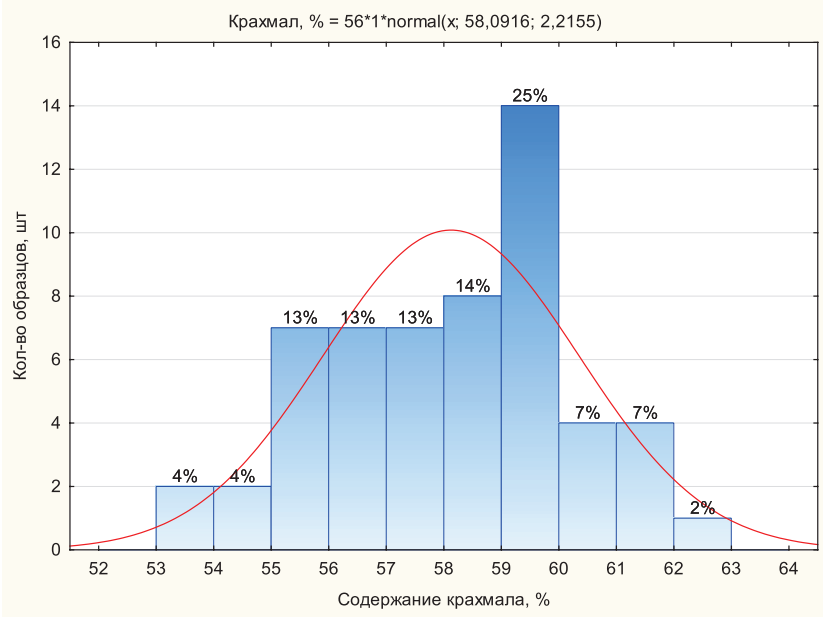

Рис. 6. Содержание крахмала в зерне голозерного ячменя (2017 г.)
Fig. 6. Content of starch in hull-less barley seeds (2017)

По сравнению с 2016 г. содержание крахмала осталось на том же уровне, но уменьшился размах варьирования данного показателя.

Содержание крахмала в зерне стандартного сорта составило 58,4%. Более высокое содержание крахмала по сравнению со стандартом имели 41% голозерных сортообразцов. Высокое содержание крахмала выявлено у сортообразцов Buck CDC (Канада) – 61,4%; Orgeniepetite (Франция) – 61,89%; К-26598 (Эфиопия) – 60,0%; 84469/70 (Чехия) – 61,4%; CDC Dawn (Канада) – 61,0%.

Как и в 2016 г., по содержанию крахмала в зерне прослеживается преимущество голозерных форм ячменя.

Содержание лизина в зерне голозерного ячменя варьировало от 3,9 до 4,6% (рис. 7).

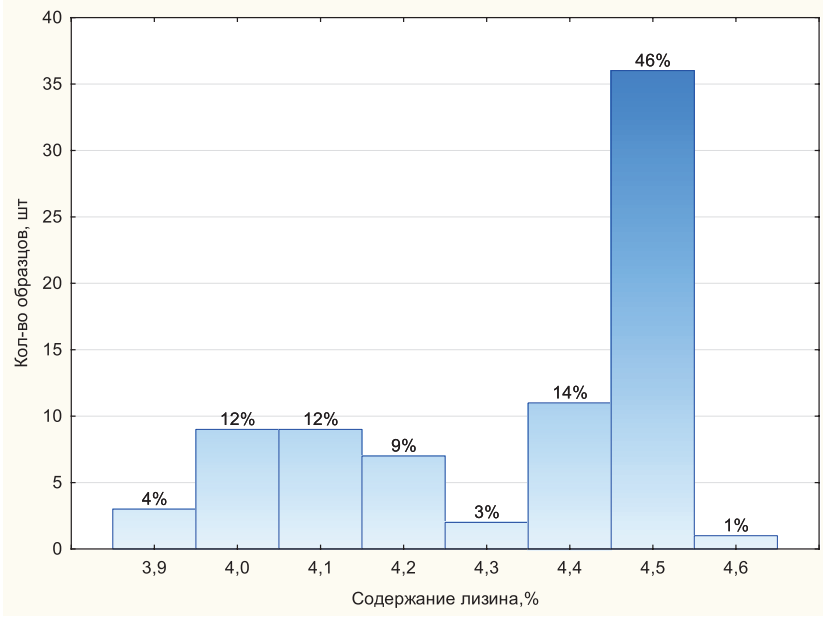

Рис. 7. Содержание лизина в зерне голозерного ячменя (2017 г.)
Fig. 7. Content of lysine in hull-less barley seeds (2017)

Содержание лизина у стандартного пленчатого сорта составило 4,3%. Более половины (61%) исследуемых сортообразцов превысили стандарт по данному показателю. По этому показателю выделились следующие образцы: Омский голозерный 1 (РФ) – 4,5%; Brunee (Эфиопия) – 4,5%; Komehadaka (Япония) – 4,5%; S-264 (Мексика) – 4,5%; К-26648 (Пакистан) – 4,5%; Юдинский 1 (РФ) – 4,5% и др.

По сравнению с 2016 г. прослеживается более явное преимущество голозерного ячменя по содержанию лизина в зерне.

Содержание ß-глюкана варьировало от 2,5 до 6,0%, стандартный пленчатый сорт Ратник показал значение данного показателя 3,87% (рис. 8).

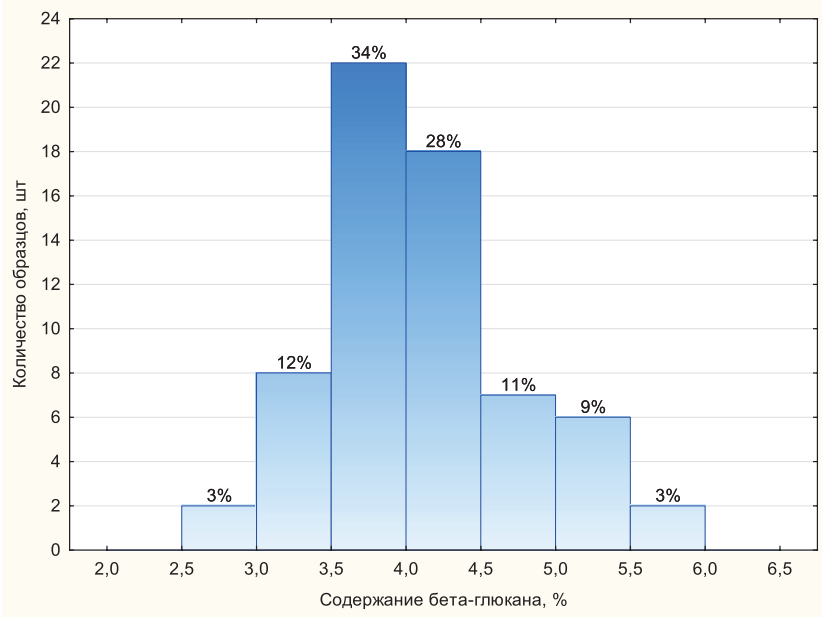

Рис. 8. Содержание ß-глюкана в зерне голозерного ячменя (2017 г.)
Fig. 8. Content of ß-glucan in hull-less barley seeds (2017)

По содержанию ß-глюкана в зерне 51% исследуемых сортообразцов превысили стандарт Ратник. По данному показателю выделились сортообразцы К-19103 (Япония) – 5,8%; Nigohodaka (Япония) – 5,2%; К-6099 (Афганистан) – 5,1%; К-3780 (Таджикистан) – 5,3%; К-16610 (Грузия) – 5,6%; Нудум 265 (Монголия) – 5,2%; К-3800 (Украина) – 5,2%.

Содержание белка в зерне у изучаемых образцов коллекции голозерного ячменя в 2018 г. варьировало от 9,5 до 13%. Значения наибольшего числа образцов находились в интервале от 10 до 11%, у стандартного сорта Ратник – 10,4% (рис. 9).

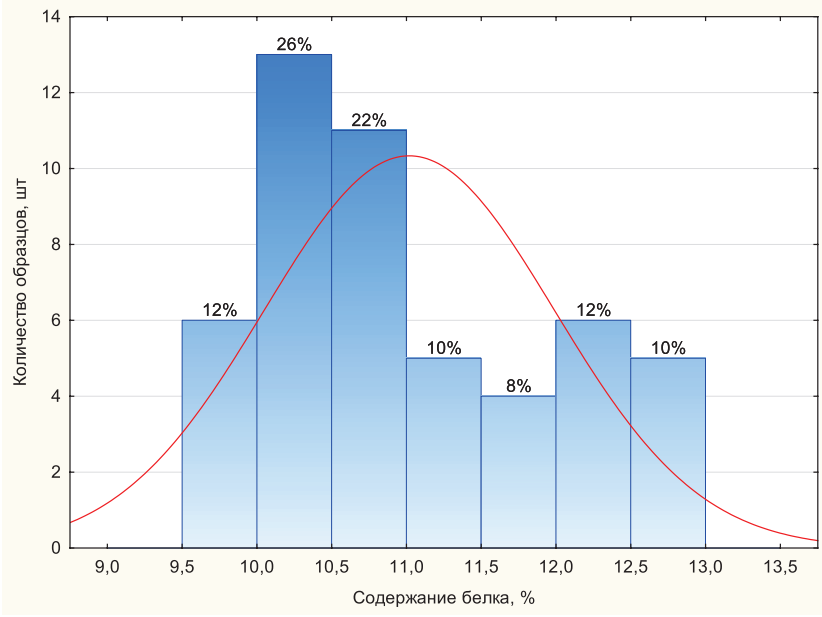

Рис. 9. Содержание белка в зерне голозерного ячменя (2018 г.)
Fig. 9. Protein percentage in hull-less barley seeds (2018)

В 2018 г. содержание белка в зерне голозерного ячменя было выше, чем в 2017 г., но ниже, чем 2016 г. Большая часть изучаемых образцов (52%) превзошли пленчатый стандартный сорт по данному показателю. Высокое содержание в зерне показали такие образцы, как Nigohadaka (Япония) – 12,9%; Orgenuepetite (Франция) – 12,6%; К-3800 (Украина) – 12,8%; К-16610 (Грузия) – 12,9%; К-3115 (Таджикистан) – 12,6% и др.

За три года изучения выделился один образец – Nigohadaka (Япония), который показывал стабильно высокое содержание белка в зерне голозерного ячменя.

Содержание крахмала у образцов голозерного ячменя варьировало от 54 до 67% (рис. 10).

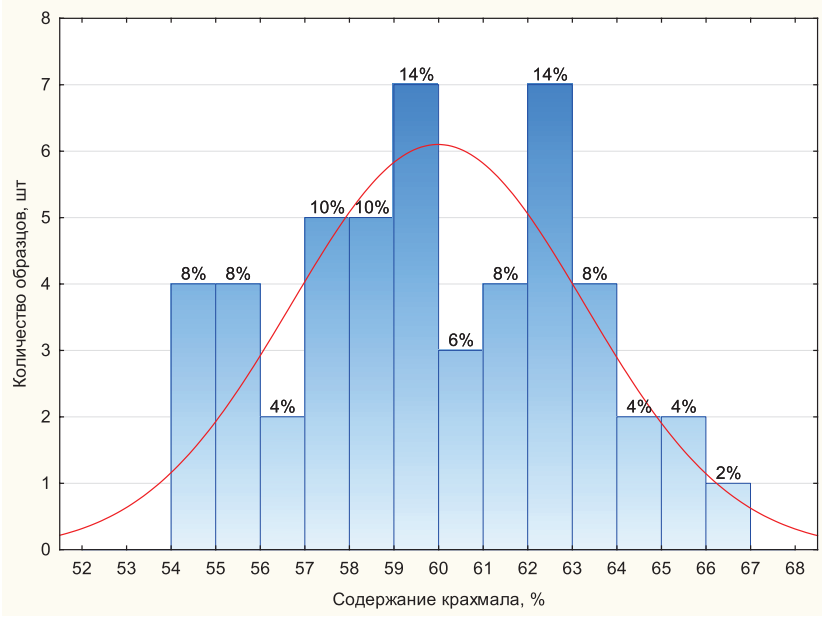

Рис. 10. Содержание крахмала в зерне голозерного ячменя (2018 г.)
Fig. 10. Content of starch in hull-less barley seeds (2018)

Наибольшее содержание крахмала выявлено у образцов Дублет (Белоруссия) – 65,6%; Омский голозерный 1 (РФ) – 66,5%; CDC Dawn (Канада) – 66,7%; Deimepneiss (Иран) – 65,3%; Омский голозерный 2 (РФ) – 63,6%; CDC MCYwize (Канада) – 62,4% и др. Самое низкое содержание крахмала сформировали образцы Korona Laschego (Польша) – 54,4%; К-3082 (Иран) – 54,6%; К-1328 (Турция) – 54,8%; Kitaki-nadaka (Япония) – 54,1%; К-3082 (Пакистан) – 54,1%; Н 235/66 (Бельгия) – 54,9%; Юдинский 1 (Московская обл.) – 54,3%.

За три года изучения выделился один образец – CDC Dawn (Канада), который показывал стабильно высокое содержание крахмала в зерне голозерного ячменя.

Содержание лизина в зерне голозерного ячменя в 2018 г. варьировало от 3,8 до 4,6% (рис. 11).

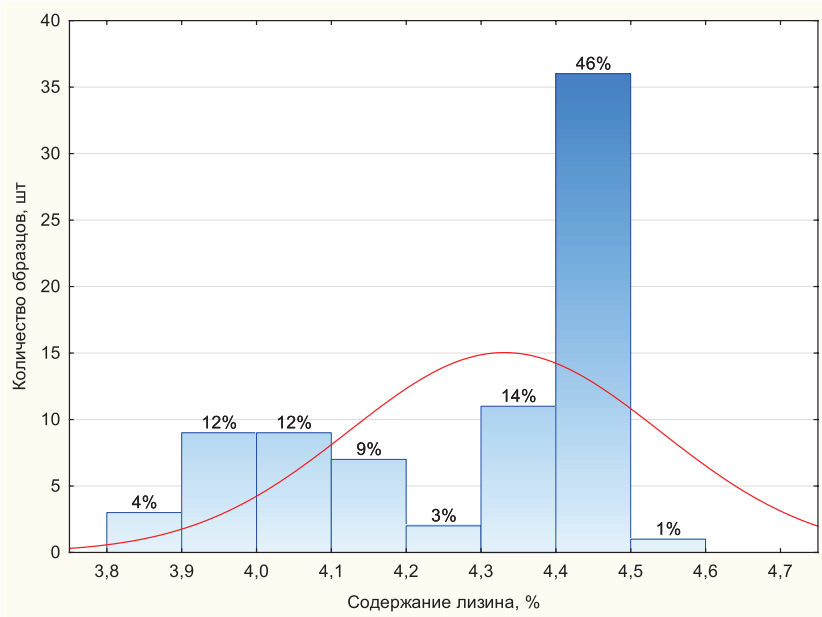

Рис. 11. Содержание лизина в зерне голозерного ячменя (2018 г.)
Fig. 11. Content of lysine in hull-less barley seeds (2018)

Содержание лизина у стандартного пленчатого сорта Ратник составило 4,1%. Превысили стандарт по данному показателю 73% исследуемых сортообразцов. По этому показателю выделились следующие образцы: К-3772 (Дагестан) – 4,5%; К-26598 (Эфиопия) – 4,6%; Buck CDC (Канада) – 4,5%; Orgeniepetite (Франция) – 4,5%; CDC Dawn (Канада) – 4,5% и др.

За годы исследований прослеживается более явное преимущество голозерного ячменя по содержанию лизина в зерне над пленчатым стандартом Ратник.

Содержание ß-глюкана варьировало от 2,5 до 7,0%, стандартный пленчатый сорт Ратник показал значение данного показателя 3,5% (рис. 12).

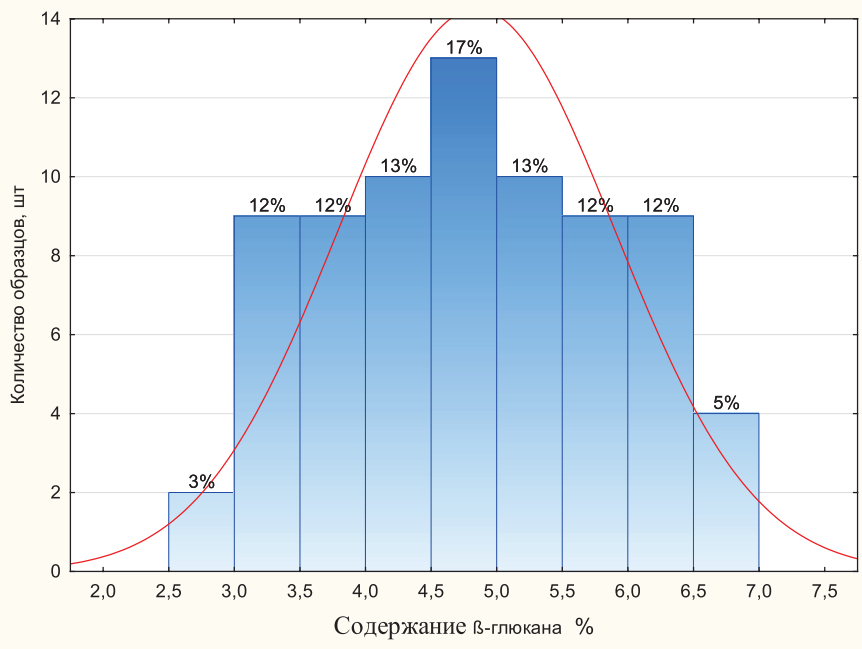

Рис. 12. Содержание ß-глюкана в зерне голозерного ячменя (2018 г.)
Fig. 12. Content of ß-glucan in hull-less barley seeds (2018)

85% исследуемых сортообразцов превысили стандарт Ратник по содержанию ß-глюкана в зерне. По данному показателю выделились сортообразцы К-111 (РФ) – 6,5%; Н 235/66 (Бельгия) – 6,7%; К-6099 (Афганистан) – 6,8%; 84469/70 (Чехия) – 6,6%; К-266 (Пакистан) – 6,6%; Nigohadaka (Япония) – 6,9%.

За годы изучения выделились два сорта – К-16610 (Грузия) и Нудум 265 (Монголия), которые показывали стабильно высокое содержание ß-глюкана в зерне голозерного ячменя.

За годы изучения можно проследить тенденцию преимущества голозерных образцов по качественным показателям над пленчатым стандартом. Из этого можно сделать вывод, что голозерный ячмень можно использовать в скрещиваниях для повышения качества.

Выводы. По результатам изучения сортов голозерного ячменя выделены источники, характеризующиеся высоким качеством зерна. В 2016 г. высокое содержание *белка* в зерне отмечено у образцов Kitaki-nadaka (Япония), Nigohadaka (Япония), К-3115, К-21811 (Дагестан), К-6497 (Афганистан), К-11082 (РФ); *крахмала* – Омский голозерный 2 (РФ), CDC Dawn (Канада), 1218-524 (Чехия), 1057-1923 (Чехия), Bowman (Канада), Юдинский 1 (РФ), Омский голозерный 1 (РФ); *лизина* – К-3772 (Дагестан), К-11182 (Япония), Голозерный (РФ), К-3082 (Иран); *ß-глюкана* – Нудум 265 (Монголия), Голозерный (РФ), К-16535 (РФ), К-16548 (Северная Осетия), К-16610 (Грузия). Выделен сорт Голозерный (РФ), который сочетал высокое содержание нескольких признаков.

В 2017 г. по содержанию *белка* в зерне выделились образцы К-3772 (Дагестан), К-3800 (Украина), К-111 (РФ), К-16548 (Северная Осетия), Nigohodaka (Япония), Дублет (Беларусь); *крахмала* – Buck CDC (Канада), Orgeniepetite (Франция), К-26598 (Эфиопия), 84469/70 (Чехия), CDC Dawn (Канада); *лизина* – Омский голозерный 1 (РФ), Brunee (Эфиопия), Komehadaka (Япония), S-264 (Мексика), К-26648 (Пакистан), Юдинский 1 (РФ); *ß-глюкана* – К-19103 (Япония), Nigohodaka (Япония), К-6099 (Афганистан), К-3780 (Таджикистан), К-16610 (Грузия), Нудум 265 (Монголия), К-3800 (Украина).

В 2018 г. сорта Nigohadaka (Япония), Orgenuepetite (Франция), К-3800 (Украина), К-16610 (Грузия), К-3115 (Таджикистан) являлись высокобелковыми; Дублет (Белоруссия), Омский голозерный 1 (РФ), CDC Dawn (Канада), Deimepneiss (Иран), Омский голозерный 2 (РФ), CDC MC Ywize (Канада) – высококрахмалистыми; К-3772 (Дагестан), К-26598 (Эфиопия), Buck CDC (Канада), Orgeniepetite (Франция), CDC Dawn (Канада) – высоколизиновыми; К-111 (РФ), Н 235/66 (Бельгия), К-6099 (Афганистан), 84469/70 (Чехия), К-266 (Пакистан), Nigo-

hadaka (Япония) – с высоким содержанием ß-глюкана.

За три года изучения выделился один образец – Nigohadaka (Япония), который показывал стабильно высокое содержание белка в зерне голозерного ячменя.

За три года изучения выделился один образец – CDC Dawn (Канада), который показывал стабильно высокое содержание крахмала в зерне голозерного ячменя.

За три года изучения выделились два сорта – К-16610 (Грузия) и Нудум 265 (Монголия), которые показывали стабильно высокое содержание ß-глюкана в зерне голозерного ячменя.

Выделены образцы К-3800 (Украина) и Nigohodaka (Япония), которые сочетали высокое содержание нескольких признаков.

Выделившиеся по комплексу признаков образцы рекомендуются для использования в селекционных программах при создании нового селекционного высококачественного материала ярового голозерного ячменя.

Библиографические ссылки

1. Грязнов А. А., Лойкова А. В. Голозерный ячмень на Южном Урале. Челябинск: ЧГАА, 2010. 113 с.

2. Донцова А. А., Филиппов Е. Г., Донцов Д. П., Терновая Е. А. Производство ячменя в мире и России // Зерновое хозяйство России. 2016. № 6(48). С. 47–51.

3. Дорошенко Э. С., Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Сидоренко В. С. Изучение голозерных сортов ярового ячменя в условиях Северного Кавказа // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 2(30). С. 131–139. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11103.

5. Жуковский П. М. Культурные растения и их сородичи. Л.: Колос, 1964. 792 с.

6. Кирдогло Е. К., Полищук С. С., Червонис М. В. Методология и результаты селекции ячменя пищевого использования // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Т. 171. СПб.: ВИР, 2013. С. 240–253.

7. Филенко Г. А., Фирсова Т. И., Скворцова Ю. Г., Филиппов Е. Г. Динамика посевных площадей и урожайности ярового ячменя в РФ // Зерновое хозяйство России. 2017. № 5(53). С. 20–25.

8. Bamforth C. W., Kanauchi M. A simple model for the cell wall of the starchy endosperm in barley // Journal of the Institute of Brewing. 2001. Vol. 107. Pp. 235–240.

9. Bekes F., Wrigley C. The protein chemistry of cereal grains // Encyclopedia of Food Grains (Second Edition). 2016. Vol. 2. Pp. 98–108.

10. Fastnaught C. E., Cho S., Dreher M. Barley fibre // Handbook of Dietary Fibre. Marcel Dekker. New York. 2001. Pp. 519–542.

11. Fincher G. B. Morphology and chemical composition of barley endosperm cell walls // Journal of the Institute of Brewing. 1975. Vol. 81. Pp. 116–122.

12. Fincher G. B., Stone B. A. Cell walls and their components in cereal grain technology // Advances in Cereal Science and Technology. American Association of Cereal Chemists. St. Paul. 1986. Pp. 207–295.

13. Henry R. J. Pentosan and (1-3,1-4)-β-glucan concentrations in endosperm and wholegrain of wheat, barley, oats, and rye // Journal of Cereal Science. 1987. Vol. 6. Pp. 253–258.

14. Megazyme [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.megazyme.com/industries-served/analyte/beta-glucan.

15. Oscarsson M., Andersson R., Salomonsson A. C., Aman P. Chemical composition of barley samples focusing on dietary fibre components // Journal of Cereal Science. 1996. Vol. 24. Pp. 161–170.

References

1. Gryaznov A. A., Lojkova A. V. Golozernyj yachmen' na Yuzhnom Urale [Hull-less barley in the South Urals]. Chelyabinsk: CHGAA, 2010. 113 s.

2. Doncova A. A., Filippov E. G., Doncov D. P., Ternovaya E. A. Proizvodstvo yachmenya v mire i Rossii [Production of barley in the world and in Russia] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 6(48). S. 47–51.

3. Doroshenko E. S., Filippov E. G., Doncova A. A., Sidorenko V. S. Izuchenie golozernyh sortov yarovogo yachmenya v usloviyah Severnogo Kavkaza [Study of hull-less spring barley varieties in the conditions of the North Caucasus] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2019. № 2(30). S. 131–139. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11103.

5. Zhukovskij P. M. Kul'turnye rasteniya i ih sorodichi [Cultivated plants and their progeny]. L.: Kolos, 1964. 792 s.

6. Kirdoglo E. K., Polishchuk S. S., Chervonis M. V. Metodologiya i rezul'taty selekcii yachmenya pishchevogo ispol'zovaniya [Methodology and results of barley breeding for food use] // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. T. 171. SPb.: VIR, 2013. S. 240–253.

7. Filenko G. A., Firsova T. I., Skvorcova Yu. G., Filippov E. G. Dinamika posevnyh ploshchadej i urozhajnosti yarovogo yachmenya v RF [Dynamics of sown areas and spring barley productivity in the Russian Federation] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 5(53). S. 20–25.

8. Bamforth C. W., Kanauchi M. A simple model for the cell wall of the starchy endosperm in barley // Journal of the Institute of Brewing. 2001. Vol. 107. Pp. 235–240.

9. Bekes F., Wrigley C. The protein chemistry of cereal grains // Encyclopedia of Food Grains (Second Edition). 2016. Vol. 2. Pp. 98–108.

10. Fastnaught C. E., Cho S., Dreher M. Barley fibre // Handbook of Dietary Fibre. Marcel Dekker. New York. 2001. Pp. 519–542.

11. Fincher G. B. Morphology and chemical composition of barley endosperm cell walls // Journal of the Institute of Brewing. 1975. Vol. 81. Pp. 116–122.

12. Fincher G. B., Stone B. A. Cell walls and their components in cereal grain technology // Advances in Cereal Science and Technology. American Association of Cereal Chemists. St. Paul. 1986. Pp. 207–295.

13. Henry R. J. Pentosan and (1-3,1-4)-β-glucan concentrations in endosperm and wholegrain of wheat, barley, oats, and rye // Journal of Cereal Science. 1987. Vol. 6. Pp. 253–258.
14. Megazyme [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: https://www.megazyme.com/industries-served/analyte/beta-glucan.
15. Oscarsson M., Andersson R., Salomonsson A. C., Aman P. Chemical composition of barley samples focusing on dietary fibre components // Journal of Cereal Science. 1996. Vol. 24. Pp. 161–170.

Поступила: 16.03.2020; принята к публикации: 30.06.2020.
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. Дорошенко Э. С., Донцова А. А., Донцов Д. П. – выполнение полевых опытов, анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи; Филиппов Е. Г. – концептуализация и проектирование исследования, анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи.
Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.