

ИЗУЧЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ГОЛОЗЁРНОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО РЕГИОНА РФ

Н.В. Тетяников

Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства, Москва, Россия

Эл. почта: tetyannikovnv@ya.ru

Статья поступила в редакцию 24.0.2022; принята к печати 02.12.2022

Практический интерес к голозёрному ячменю прежде всего связан с его питательной ценностью и привлекательностью с экономической точки зрения. Вопросы повышения его продуктивности, и устойчивости к биотическим и абиотическим стрессовым факторам могут решаться путём внедрения в селекционный процесс перспективного, генетически разнообразного исходного материала. В статье представлены результаты предварительного (2020-2021 гг.), комплексного изучения 60 генотипов голозёрного ячменя в условиях юга Московской области. Тесная взаимосвязь отмечена между признаками «урожайность» и «масса зерна с одного растения» ($r=0,593$), «урожайность» и «высота растений» ($r=0,535$), «продуктивная кустистость» и «масса 1000 зёрен» ($r=0,516$), «высота растений» и «масса зерна с одного растения» ($r=0,465$), «высота растений» и «устойчивость к полеганию» ($r=-0,393$). Двурядные формы голозёрного ячменя характеризовались более высокими значениями продуктивной кустистости, массы 1000 зёрен и устойчивости к полеганию. У многорядных образцов наблюдалась большая масса зерна с растения, потенциально высокая урожайность.

Ключевые слова: разновидность, селекция, исходный материал, коллекция, урожайность.

STUDY OF GENETIC RESOURCES OF HULLLESS BARLEY IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL REGION OF THE RUSSIAN FEDERATION

N.V. Tetiannikov

Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, Moscow, Russia

Email: tetyannikovnv@ya.ru

Practical interest in hullless barley is primarily related to its nutritional value and economic attractiveness. Increasing its productivity and resistance to biotic and abiotic stress factors can be solved by introducing promising, genetically diverse source material into the breeding process. The article presents the results of preliminary (2020-2021), comprehensive study of 60 hullless barley genotypes in the conditions of south of the Moscow region. The tight correlation between the traits “yield” and “mass of grain per plant” ($r=0,593$), “yield” and “plant height” ($r=0,535$), “productive tilling capacity” and “weight of 1000 grains” ($r=0,516$), “plant height” and “mass of grain per plant” ($r=0,465$), “plant height” and “resistance to lodging” ($r=-0,393$) were noted. Two-rowed forms of hullless barley were characterized by higher values of productive tilling capacity, weight of 1000 grains and lodging resistance. Six-rowed barley had a high grain weight per plant and potentially high yield.

Keywords: variety, breeding, source material, collection, yield.

Введение

Голозёрный ячмень, несущий рецессивный аллель гена *nud* представляет несомненный интерес не только для практической селекции, но и для сектора производства. Многими исследованиями было показано преимущество голозёрных форм ячменя над плёнчатыми по биохимическим показателям. Так, в его зерне отмечается повышенное содержание белка, незаменимых аминокислот, β -глобулинов, токоферолов, антиоксидантов, что несомненно отражается на общей пищевой ценности голозёрного зерна и его кормовых достоинствах [1,2,3,4]. Если рассматривать вопрос использования голозёрного ячменя с точки зрения производственной привлекательности, то отсутствие плёнок способствует облегчению ведения уборочных и послеуборочных работ, а также при переработке зерна [5]. Практические результаты демонстрируют положительную динамику в повышении продуктивности животных за счёт использования в их рационе голозёрного ячменя [6, 7, 8].

Несмотря на это, голозёрный ячмень проигрывает плёнчатому по урожайности, хотя в ряде случаев отмечается его потенциально высокая продуктивность [9]. Также к числу факторов, отрицательно сказывающихся на его продуктивности, относят низкую устойчивость к полеганию, высокую восприимчивость к грибным болезням, а также возможность травмирования семян [10, 11]. От части эти вопросы могут сглаживаться своевременным использованием различных агротехнических приёмов, однако наиболее эффективным решением этой задачи является привлечение в селекцию голозёрного ячменя высокоадаптивного и продуктивного селекционного материала, притом, как показали наши предыдущие исследования, среди генетических ресурсов голозёрного ячменя можно выделить перспективные источники по искомым признакам [12]. В связи с чем целью настоящего исследования являлось изучение голозёрного ячменя для выделения ценного исходного материала адаптированного к условиям Московской области.

Материалы и методика исследования

Исследование проведено в период 2020-2021 гг., в условиях юга Московской области, на дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах ($55^{\circ}08'09.2''N$ $37^{\circ}57'30.7''E$). Объектом исследования служили 57 образцов из мировой коллекции ВИР, а также 3 сорта голозёрного ячменя, полученные из ФГБНУ «Омский АНЦ», относящиеся к 15 разновидностям (двурядный *subsp. distichon* L.– var. *colonicum*, *griseinudiinerm*, *nudum*, *neogenes*, *nigrinudum*, *dupliatrum*; многорядный *subsp. vulgare* – var. *acachicum*, *coeleste*, *cornutiforme*, *duplinigrum*, *himalayense*, *revelatum*, *tibetanum*, *trifurcatum*, *violaceum* (табл. 1).

Закладка опытов, проведение биометрических учётов и фенологических наблюдений за растениями выполнены в соответствии с Методическими указаниями по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса [13], методикой полевого опыта Б.А. Доспехова [14]. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена методами корреляционного анализа, с использованием программного обеспечения Statistica 7. Для средних величин были рассчитаны ошибка среднего (S_x), коэффициент вариации (CV). Достоверность различий определена по t- критерию Стьюдента. В качестве стандартов использовались сорта плёнчатого ячменя Зазерский 85, Яромир (var. *nutans*), рекомендованные к возделыванию в испытываемом регионе. Площадь учётной делянки – 2 м². Норма высева – 500 шт.

Результаты и обсуждение

Анализ климатических условий показал, что вегетационные периоды существенно различались по тепло- и влагообеспеченности (табл. 2). Посев 2020 года был проведён в оптимальные сроки – I декада мая. В июне и июле наблюдалась повышенная среднесуточная температура воздуха, на фоне сильного переувлажнения. Август характеризовался дефицитом осадков. В 2021 году из-за затянувшихся дождей в начале мая сроки посева были смещены (конец II декады), что отразилось на общем состоянии растений в период их роста и развития. Температура воздуха во все месяцы была выше среднегодовых значений на 2,2-4,3°C.

Для Центральной Нечерноземной зоны основными лимитирующими признаками являются скороспелость, устойчивость к полеганию и болезням, крупнозёрность, реализация которых во многом зависит от высокой адаптивности сортов к стрессовым условиям возделывания [15,16].

Образцы ячменя, используемые в качестве объекта исследования.

Код	Генотип	Происхождение	Код	Генотип	Происхождение
G1	Местный	Россия	G31	C. I. 10975	Перу
G2	Местный	Россия	G32	C. I. 11074	Перу
G3	Местный	Россия	G33	C. I. 2253	США
G4	Местный	Россия	G34	Nepal b14-7	США
G5	Местный	Россия	G35	Athiopien-AB. 1105	Германия
G6	Местный сд-2	Россия	G36	H.3949 Sulo Coll. v. gruber	Германия
G7	-	Россия	G37	Schwarze Nackte Kraftborn	Германия
G8	Местный	Латвия	G38	Abyssinian 1139	Германия
G9	Местный	Россия	G39	Nackte aus Erytraea	Эфиопия
G10	-	Россия	G40	Местный	Эфиопия
G11	Колхозный 7	Россия	G41	H. 3786 Jimma7	Эфиопия
G12	Гаринский	Россия	G42	H.2198 Ubamer Vaco	Эфиопия
G13	Вышневолоцкий	Россия	G43	De printermppe	Франция
G14	Walpersi	Великобритания	G44	H.2866 Coll.Halle EP80	Эфиопия
G15	-	Россия	G45	Ra 6	Франция
G16	Местный	Россия	G46	H-3869 Gidole	Ботсвана
G17	Кабамаруми	Россия	G47	-	Россия
G18	Caspian C.I.5644	Канада	G48	N166	Россия
G19	Himalaya C.I.2448	Канада	G49	Пайтовский голозерный	Россия
G20	Ranando C.I.5170	КНДР	G50	Местный	Россия
G21	-	-	G51	24	Россия
G22	Abyssinian 1102	Швеция	G52	Местный	Россия
G23	Местный	Эфиопия	G53	N167	Россия
G24	Uamto [AHOR 350/70]	Германия	G54	Himalayen	Канада
G25	62-Ir24 Mancnugia x C.I.2286	Швеция	G55	Buck CDC	Канада
G26	Tupper	Канада	G56	Голозёрный 1	Россия
G27	Линия-1289	Россия	G57	Местный	Россия
G28	23007	Дания	G58	Омский голозёрный 2	Россия
G29	Ц-99-2837	Россия	G59	Омский голозёрный 1	Россия
G30	C. I. 11073	Перу	G60	Омский голозёрный 4	Россия

Метеорологические условия вегетационных периодов 2020-2021 гг.

Месяц	Среднеуточная температура воздуха, °С			Сумма осадков, мм		
	2020 г.	2021 г.	средне-многолетние	2020 г.	2021 г.	средне-многолетние
Май	11,4	13,6	11,4	135,4	90,4	49,0
Июнь	18,3	19,7	15,4	159,7	85,5	63,0
Июль	18,6	21,6	17,7	106,8	51,0	78,0
Август	16,9	19,5	16,0	23,8	66,0	74,0

В первый год исследования продолжительность вегетационного периода голозёрных образцов варьировала в пределах от 81 до 97 суток. Фаза колошения отмечалась на 47-71 сутки. Во второй год исследования, несмотря на более поздний посев, наблюдалось сокращение периода кущения-выхода в трубку, фаза полного колошения зарегистрирована на 44-67 сутки; полная спелость на 80-91 сутки. У стандартов Зазерский 85 и Яромир полная спелость в оба года отмечена на 83-87 сутки. Среди образцов, более коротким периодом вегетации (80-81 суток) в сравнении со стандартами характеризовались G1, G4, G9, G10, G48, G56, G59 (var. *nudum*); G5, G6, G20, G25, G53, G55, G57, G58, G60 (var. *coeleste*); G18 (var. *cornutum*); G19, G52, G54 (var. *himalayense*); G22, G35 (var. *nigrinudum*); G33 (var. *revelatum*); G37 (var. *violaceum*); G38 (var. *duplinigrum*); G42, G44 (var. *griseinudiinerm*); G46 (var. *tibetanum*). У остальных генотипов вегетационный период был более растянутый или на уровне стандартов в зависимости от года.

Большинство образцов (26 шт.) голозёрного ячменя в 2020 году по морфотипу были средненизкие с высотой растений 71-80 см. Пределы варьирования отмечены от 58,8±1,4 (G33, var. *revelatum*) до 99,4±1,4 см (G47, var. *coeleste*). К группе среднерослых растений отнесено 33,3% или 20 шт., низкорослым – 18,3% (11 шт.). У стандартов среднее значение по данному признаку составило 72,4±3,1 см (Зазерский 85) и 74,4±4,4 см (Яромир). При этом большая часть исследуемого материала отличалась высокой устойчивостью к полеганию, получивших 9 баллов (54 шт.), средняя устойчивость (5 баллов) отмечена у 13 образцов, низкой устойчивостью к полеганию, получивших 3 балла, характеризовались 3 образца (G19, G47, G48). Взаимосвязь между рассматриваемыми признаками составила $r = -0,558$. В 2021 году высота растений изменялась от 40,5±1,3 (G14, var. *coeleste*) до 73,9±1,1 см (G37, var. *violaceum*), при среднем значении 60,2±0,9 см, что соответствует низкорослому морфотипу. К группе растений с высотой ниже 60 см отнесено 26 шт. Среднерослых растений не наблюдалось. Среднее значение по данному признаку у стандартов составило 56,9±0,7 см – Зазерский 85 и 56,9±1,0 см – Яромир. Высокая устойчивость к полеганию наблюдалась у 35 образцов. К числу генотипов, получивших 7 баллов отнесено 16 шт., 5 баллов – 14 шт. С низкой устойчивостью к полеганию образцов не обнаружено. Сила связи между высотой растений и устойчивостью к полеганию ослабевала ($r = -0,191$). В среднем за годы исследования (2020-2021 гг.) стабильно высокой устойчивостью к полеганию характеризовались G8, G9, G10, G20, G25, G26, G28, G31, G33, G35, G38, G40, G58, с высотой растений 54,0-69,9 см.

Среди грибных заболеваний, на растениях ячменя наблюдалось поражение тёмно-бурой листовой пятнистостью, признаки поражения отмечены на всех образцах во все годы исследования, в том числе на стандартах. Устойчивых генотипов к данному заболеванию не обнаружено. Кроме того, в первый год испытания на образцах G18; G21, G58, G60 (var. *coeleste*) зарегистрировано поражение пыльной головнёй до 5%. Во второй год, на 5 образцах (G18; G38, var. *duplinigrum*; G41, var. *acachicum*; G42, G44, var. *griseinudiinerm*) наблюдалось поражение стеблевой ржавчиной, что может быть связано с ослабленным состоянием растений, и благоприятными для развития болезней климатическими условиями.

Продуктивная кустистость определяется количеством продуктивных или колосоносных стеблей, сформированных одним растением. В среднем по годам растения голозёрного ячменя формировали по 3,0-3,1 продуктивных побега, при максимальном значении в 2020 году – 6,4 шт., (G48, var. *nudum*), в 2021 – 5,0 шт., (G3, var. *nudum*). Двурядные формы характеризовались большей способностью образовывать продуктивные стебли, в среднем

(2020-2021 гг.) насчитывалось по 2,6-4,6 шт., в то время как у многорядных образцов пределы варьирования составляли от 2,3 до 3,6 шт. Наиболее стабильным проявлением данного признака характеризовались генотипы G1, G4, G6, G8, G10, G11, G20, G25, G34, G40, G41, G46, G52, G53, G57, G59 (2,3-4,1 шт.) у которых коэффициент вариации (CV) не превышал 10%. Стандарты в среднем формировали по 3,2-3,4 продуктивных стебля.

Средняя масса зерна с одного растения в первый год исследования составила 2,4±0,2 г, при минимальном значении 0,9 г (G31, var. *coeleste*; G38 var. *duplinigrum*) и максимальном – 7,0 г (G47, var. *coeleste*). В вегетационный период 2021 года масса зерна с растения снизилась в среднем до 2,0±0,1 г. Наибольшее значение продемонстрировал многорядный образец G16 – 3,8 г. У сортов Зазерский и Яромир масса зерна с растений составляла 2,4-2,7 г. За два года полевых испытаний к числу генотипов с массой зерна превышающей стандарты на 0,1-2,4 граммов отнесены G27, G48 (подвид двурядного ячменя), G8, G15, G16, G21, G24, G47, G49, G50, G52 (подвид многорядного ячменя).

Анализируя массу 1000 зёрен, тесно связанную с крупностью семян, наблюдалась тенденция к снижению данного показателя во второй год исследования практически по всем образцам. Среднее популяционное значение в 2020 году составило 39,38 г, при минимуме 32,2 (G31, var. *coeleste*) г и максимуме 51,2 г (G48, var. *nudum*), в 2021 году – 34,06 г, при варьировании от 28,6 (G18) до 45,2 г (G3, var. *nudum*). У плёнчатых стандартов масса тысячи зёрен составила у сорта Зазерский 85 – 40,7-45,9 г, у сорта Яромир – 41,2-45,8 г. При этом как отдельно, так и в среднем по годам более высокие значения массы 1000 зёрен наблюдались у двурядных форм голозёрного ячменя (35,1-46,7 г) в сравнении с многорядными (28,9-38,7 г).

Условия 2020 года были более благоприятны для оптимального роста и развития растений голозёрного ячменя, что способствовало получению максимальной урожайности 387,5 г/м² у образца G47, при среднем значении стандартов Зазерский 85 и Яромир – 162,5 и 242 г/м², соответственно. Тогда как в 2021 году наибольшее значение урожайности составило 111,8 г/м² у генотипа G58. Варибельность голозёрных образцов отмечена в широких пределах 5,0-387,5 г/м² (CV=75,92%) в 2020 году и 0,2-111,8 г/м² (CV=78,97%) в 2021 году. По усреднённым данным (2020-2021 гг.) относительно высокой урожайностью, на уровне стандартов или превышающих их характеризовались генотипы многорядного ячменя G53, G16, G47, (var. *coeleste*), с урожайностью 110,2, 162,8 и 211,0 г/м², соответственно. О значительной подверженности нестабильного формирования урожайности голозёрного ячменя говорит широкий размах коэффициента вариации по всем испытываемым образцам CV=3,22-129,57 %.

Проведённый корреляционный анализ позволил выявить более тесную сопряжённость между такими признаками как «урожайность» и «масса зерна с одного растения» (r=0,593), «урожайность» и «высота растений» (r=0,535), «продуктивная кустистость» и «масса 1000 зёрен» (r=0,516), «высота растений» и «масса зерна с одного растения» (r=0,465), «высота растений» и «устойчивость к полеганию» (r= -0,393). Между остальными признаками связь была менее выражена (табл. 3).

Табл. 3.

Корреляционная матрица между изученными признаками голозёрного ячменя (2020-2021 гг.).

	ВП	ВР	УП	ПК	МР	МЗ
ВП	-0,109					
УП	0,153	-0,393*				
ПК	0,179	-0,057	-0,013			
МР	0,252*	0,465*	-0,221	0,160		
МЗ	0,061	0,043	-0,120	0,516*	0,246	
УР	-0,181	0,535*	-0,263*	0,042	0,593*	0,103

Примечание: * достоверно при $P < 0,05$; ВП – вегетационный период, ВР – высота растений, УП – устойчивость к полеганию, ПК – продуктивная кустистость, МР – масса зерна с одного растения, МЗ – масса 1000 зёрен, УР – урожайность.

Закключение

По результатам предварительной оценки (2020-2021 гг.), в условиях юга Московской области более высокими значениями продуктивной кустистости (2,6-4,6 шт.), массы 1000 зёрен (34,2-46,7 г) и устойчивости к полеганию обладают двурядные формы голозёрного ячменя. Многорядные образцы характеризуются большей массой зерна с растения (до 5,0 г), потенциально высокой урожайностью (до 211,0 г/м²).

Среди испытываемых образцов голозёрного ячменя высоким потенциалом урожайности, на уровне плёнчатых стандартов, обладают многорядные генотипы G16, G47, G53 с вегетационным периодом 80-87 суток.

Корреляционный анализ исследуемых признаков показал, что в формирование урожайности голозёрного ячменя большой вклад вносят признаки «масса зерна с одного растения» (r=0,593), а также «высота растений» (r=0,535).

Литература

- Белкина РИ, Губанов МВ, Грязнов АА, Губанова ВМ. Качество зерна сортообразцов плёнчатого и голозёрного ячменя в условиях Северного Зауралья. Агротехнологическая политика России. 2015;10:22-5.
- Грязнов АА, Лойкова АВ, Бидянов ВА. К вопросу о повышении качества семян голозёрного ячменя. Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. 2013;65:118-23.
- Shaveta H, Kaur S. Hulless barley: A new era of research for food purposes. J Cereal Res. 2019;11:114-24.
- Махалов АГ. Сравнительная характеристика различных сортов ячменя, используемых в составе комбикормов для гусей. В кн.: Инновационные технологии в полевом и декоративном растениеводстве. 2019. С. 160-6.
- Грязнов АА. Ячмень голозёрный в условиях неустойчивого увлажнения. Куртамыш; 2014.
- Кононенко СИ. Голозёрный ячмень в рационах свиней. В кн.: Аграрная наука – сельскому хозяйству. 2016. С. 133-5.
- Романова ОВ, Грязнов АА. Пигментированный голозёрный ячмень в животноводстве. В кн.: Научное обеспечение инновационного развития агропромышленного комплекса регионов РФ. 2018. С. 889-93.
- Грязнов АА, Тарасова АВ, Кравченко АА. Анализ аминокислотного состава голозёрного ячменя сорта Нудум 95 и перспективы его использования в кормлении свиней. В кн.: Актуальные проблемы и научное обеспечение развития современного животноводства. 2019. С. 9-13.
- Thomason WE, Brooks WS, Griffey CA, Vaughn ME. Hulless barley seeding rate effects on grain yield and yield component. Crop Sci. 2009; 49:342-6.
- Тяглый СВ, Ковалева ОН, Лоскутов ИГ. Источники продуктивности голозёрного ячменя из коллекции ВИР для условий северо-запада России. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2009;165:77-83.
- Филиппов ЕГ, Дорошенко ЭС. Голозёрный ячмень состояние изученности и перспективы использования. Зерновое хозяйство России. 2015;(4):8-12.
- Тетяников НВ, Боме НА. Источники ценных признаков для селекции голозёрного ячменя. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020;181:49-55.
- Лоскутов ИГ, ред. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. ГНУ ВИР Россельхозакадемии; 2012.
- Доспехов БА. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М: Альянс, 2014.

-
15. Темирбекова СК, Афанасьева ЮВ, Куликов ИМ, Ковалева ОН, Ионова НЭ. Исходный материал для селекции ярового ячменя в Центральной Нечерноземной зоне. Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2019;(6)19-23.
 16. Ерошенко ЛМ, Ерошенко АН, Ромахин ММ, Ерошенко НА. Селекция инновационных сортов ярового ячменя в условиях Центрального Нечерноземья. Зерновое хозяйство России. 2017;(3)25-8.

References

1. Belkina RI, Gubanov MV, Gryaznov AA, Gubanova VM. [Reference grain quality of barley in North Trans-Urals]. *Agroprodovalstvennaya Politika Rossii*. 2015;(10):22-5. (in Russ.)
2. Gryaznov AA, Loikova AV, Bidyanov VA. [On increasing grain quality of hulless barley]. *Vestnik Cheliabinskoy Gosudarstvennoy Agroinzhenernoy Akademii*. 2013. T.65. S. 118-123. (in Russ.)
3. Shaveta H, Kaur S. Hulless barley: A new era of research for food purposes. *J Cereal Res*. 2019;11:114-24.
4. Makhalov AG. [Comparative characteristics of different barley varieties used as forage for geese]. In: *Innovatsionnye Tekhnologii v Polevom i Dekorativnom Rasteniyevodstve*. 2019. P.160-6. (in Russ.)
5. Griaznov AA. *Yachmen Goloziorni v Usloviyakh Neustoychivogo Uvlazhneniya*. Kurtamysh; 2014. (in Russ.)
6. Kononenko SI. [Hulless barley in forage for pigs]. In: *Agrarnaya Nauka – Selskomu Khoziaystvu*. 2016. P. 133-5. (in Russ.)
7. Romanova OV, Gryaznov AA. [Pigmented hulless barley in animal farming]. In: *Nauchnoye Obespecheniye Innovatsionnogo Razvitiya Agropromyshlennogo Kompleksa Regionov RF*. 2018. P. 889-93. (in Russ.)
8. Griaznov AA, Tarasova AV, Kravchenko AA. [Analysis of amino acid composition of the hulless barley Nudum 95 and its prospects for pigs feeding]. In: *Aktualnye Problemy i Nauchnoye Obespecheniye Razvitiya Sovremennogo Zhivotnovodstva*. 2019. P. 9-13. (in Russ.)
9. Thomason WE, Brooks WS, Griffey CA, Vaughn ME. Hulless barley seeding rate effects on grain yield and yield component. *Crop Sci*. 2009; 49:342-6.
10. Tiaglyi SV, Kovaleva ON, Loskutov IG. [Sources of productivity of hulless barley from VIR collection the Northwest of Russia]. *Trudy po Prikladnoy Botanike, Genetike i Seleksii*. 2009;165:77-83. (in Russ.)
11. Filippov EG, Doroshenko ES. [Hulless barley: the state of knowledge and the prospects for usage]. *Zernovoe Khoziaystvo Rossii*. 2015;(4):8-12.
12. Tetiannikov NV, Bome NA. [Sources of valuable traits for hulless barley selection]. *Trudy po Prikladnoy Botanike, Genetike i Seleksii*. 2020;181:49-55. (in Russ.)
13. Loskutov IG, ed. *Metodicheskiye Ukazaniya po Izucheniyu i Sokhraneniyu Mirovoy Kolleksii Yaachmenia i Ovsa*. GNU VIR Rosselkhozakademii; 2012. (in Russ.)
14. Dospelkhov BA. *Metodika Polevogo Opyta (s Osnovami Statisticheskoy Obrabotki Rezultatov Issledovaniy)*. Moscow: Alyans; 2014.
15. Temirbekova SK, Afanasyeva YuV, Kulikov IM, Kovaleva ON, Ionova NE. [Starting material for spring barley selection in the Central Non-Chernozem Zone]. *Vestnik Rossiyskoy Selskokhoziaystvennoy Nauki*. 2019;(6):19-23. (in Russ.)
16. Yeroshenko LM, Yeroshenko AN, Romakhin MM, Yeroshenko NA. [Selection of innovation varieties of spring barley in the Central Non-Chernozem Zone]. *Zernovoye Khoziaystvo Rossii*. 2017;(3):25-8. (in Russ.)

<>>