

Оценка качественных показателей зерна сортов и линий ярового ячменя

© 2019. Л.М. Ерошенко¹, М.М. Ромахин¹, А.Н. Ерошенко¹, О.В. Левакова²,
Н.А. Ерошенко¹, И.А. Дедушев¹, В.В. Ромахина¹

¹ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», р.п. Новоивановское, Московская область, Российская Федерация,

²ИСА-филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», п. Подвьязье, Рязанская обл., Российская Федерация

В селекционной работе в зависимости от направлений использования предъявляются разные, часто диаметрально противоположные требования к оценке качества новых сортов ячменя. Изучение 13 номеров конкурсного сортоиспытания в условиях Московской области в 2013-2018 гг. позволило выявить наиболее перспективные из них, способные формировать зерно с высокими биохимическими и технологическими показателями качества. Для кормового направления наибольшую ценность представляют образцы ячменя с повышенным содержанием белка, незаменимой аминокислотой лизин и высоким уровнем обменной энергии в зерне. Установлено, что наибольшее содержание белка (13,9%) и лизина (0,52%) в зерне при урожайности 7,55 т/га в различные по влагообеспеченности годы накапливал новый сорт ячменя Златояр. Зерно голозерной дигампоидной формы 9 h 1137 обладало оптимальным содержанием питательных веществ: 151 г сырого протеина, 31 г сырого жира, 667 г безазотистых экстрактивных веществ и 18 г клетчатки в 1 кг сухого вещества. Отмечено, что данные сорта характеризовались обменной энергией от 11,39 до 11,82 Мдж в 1 кг корма для КРС и от 13,22 до 14,33 Мдж в 1 кг корма для свиней. Создан ценный селекционный материал для пивоваренного использования, отвечающий международным требованиям качества. Выделен сорт Надёжный и перспективные линии 141/1-09 h 746; 85/1-13 h 1067, 181/3-12 h 897, имеющие высокие значения показателя экстрактивных веществ в зерне (79,9-82,5%). В благоприятных условиях вегетации содержание белка в зерне у них находилось в пределах 10,6-11,2%, что соответствовало высшему баллу по международному стандарту при оценке зерна для солодоращения. В засушливых условиях уровень белковости не превышал 12,4%. Пригодность сортов ячменя для продовольственного использования оценена по технологическим показателям зерна и готового продукта – каши. Лабораторная оценка кружных качеств ячменя: натура (709-711 г/л), масса 1000 зерен (50,5-51,8 г), стекловидность (42,8-46,2%), выход крупы за 4 минуты (56,5-57,7%), а также цвет готовой каши (4,8-5,0 балл) определила сорта Нур и Златояр как особо ценные для получения ячневой и перловой круп.

Ключевые слова: селекция, белок, лизин, обменная энергия, экстрактивность, натура, стекловидность, крупа, каша

Для цитирования: Ерошенко Л.М., Ромахин М.М., Ерошенко А.Н., Левакова О.В., Ерошенко Н.А., Дедушев И.А., Ромахина В.В. Оценка качественных показателей зерна сортов и линий ярового ячменя. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(2):126-133. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.2.126-133>

Благодарности: Государственное бюджетное финансирование. Работа проведена в рамках выполнения научно-исследовательских фундаментальных и приоритетных прикладных задач по теме 12. «Фундаментальные основы управления селекционным процессом создания новых генотипов растений с высокими хозяйственно-ценными признаками продуктивности, устойчивости к био- и абиострессам».

The assessment of grain quality indicators in spring barley cultivars and lines

© 2019. Lyubov M. Eroshenko¹, Maksim M. Romakhin¹, Anatoly N. Eroshenko¹,
Olga V. Levakova², Nikolai A. Eroshenko¹, Ivan A. Dedushev¹,
Victoria V. Romakhina¹

¹Moscow Research Institute of Agriculture "Nemchinovka", Novoivanovskoye settlement, Moscow region, Russian Federation,

²Institute of seed industry and technology - branch of FSBSI "Federal Scientific Agroengineering Center VIM", Podvyezje, Ryazan region, Russian Federation

The requirements for assessment of new barley cultivars quality, imposed on plant breeding research, can be very different, even contradictory, depending on the intended use. The study of 13 competitive variety test numbers carried out in Moscow region in 2013-2018 helped to reveal the most promising ones, capable of producing grain with high biochemical and technological quality indicators. The great value for forage use was demonstrated by the samples with a high protein and essential amino acid lysine content as well as a high level of exchange energy in the grain. It has been established that a new forage variety Zlatoyar accumulated the maximum protein content (13.9%) and essential amino acid lysine content (0.52%) with productivity of 7.55 t/ha in different by humidity years. The grain of naked barley dyhaploid form 9h1137 had the optimal nutritious content: 151 g of crude protein, 31 g of crude fat, 667 g of nitrogen-free extractives, and 18 g of cellulose per 1kg of dry mass. It was noted, that those cultivars were characterized by the exchange energy of 11.39-11.82 MJ per 1 kg of cattle forage, and

13.22-14.33 Mj per 1 kg of pig forage. The valuable material for brewery purposes corresponding with the international quality standards has been developed. The Nadezhny variety was selected as well as promising lines 141/1-09 h 746; 85/1-13 h 1067, 181/3-12 h 897, which had a higher content of extractives in the grain (79.9-82.5%). In favorable vegetation conditions, they had grain protein content of 10.6-11.2%, which corresponded with the highest grade of the international standards for malting qualities of grain. In dry vegetation conditions, the protein content did not exceed 12.4%. The edibility characteristics of barley cultivars were evaluated by technological parameters of grain and porridge as a finished product. The laboratory test for the barley groat qualities gave the following results: the grain unit (709-711 gram per liter), 1000 grain mass (50.5-51.8 g), kernel hardness (42.8-46.2%), groat grain output per 4 minutes (56.5-57.7%), the color of finished porridge (4.8-5.0 grades). It helped to identify the Nur and the Zlatoyar varieties as especially valuable for peeled-barley and pearl barley groats.

Key words: breeding, protein, lysine, exchange energy, extractives content, grain unit, kernel hardness, groat, porridge

For citation: Eroshenko L.M., Romahin M.M., Eroshenko A.N., Levakova O.V., Eroshenko N.A., Dedushev I.A., Romahina V.V. The assessment of grain quality indicators in spring barley cultivars and lines. *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2019; 20(2):126-133. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.2.126-133>.

Яровой ячмень достаточно распространенная и урожайная зерновая культура, используемая на корм сельскохозяйственным животным, для производства пива и крупы. В настоящее время селекция сортов ячменя, связанная с направлением использования продукции, обращена на улучшение кормовых достоинств и технологических свойств, повышение вкусовых качеств и питательности зерна [1].

В большинстве стран мира ячмень рассматривается как источник дешевой энергии среди зерновых культур [2]. С целью повышения белковости и энергетической ценности комбикормов для высокопродуктивного мясного и молочного животноводства перед селекционерами ставится задача выведения и внедрения в производство специальных кормовых сортов с повышенной энергетической ценностью.

В связи с приходом в Россию в 1990-е годы ведущих европейских пивоваренных компаний, ориентированных на сорта западно-европейской селекции и стандарты, принятые Европейской пивоваренной конвенцией (ЕВК), селекционные программы должны предусматривать создание высокотехнологичных отечественных сортов, отвечающих международным требованиям пивоваренной промышленности [3]. Продовольственное использование ячменя – это не только возросший интерес к здоровому (функциональному) питанию¹, но и важный резерв увеличения площадей и валового сбора культуры в стране. Успешному решению этих задач в большой степени будут способствовать предложенные производству новые высококачественные сорта на кормовые, пивоваренные и крупяные цели.

Цель исследований – выделить из сортов и перспективных линий конкурсного сортоиспытания ярового ячменя лучшие генотипы с высоким содержанием белка, экстрактивностью, стекловидностью и другими важными биохимическими и технологическими показателями для пригодности их на пивоваренные, кормовые или продовольственные цели.

Новизна исследований заключается в получении оригинальных данных по селекционно-ценным признакам сортов ячменя, отражающих их сырьевые достоинства и направления использования.

Материал и методы. Исследования проводили в 2013-2018 гг. на базе ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка». Объекты исследования – 9 перспективных сортов и 4 селекционные линии, созданные методами традиционной селекции и биотехнологии. Для кормового использования стандартным сортом был Яромир, для пивоваренного – Московский 86, для крупяного – Владимир. Статистическую обработку данных проводили по методике Б.А. Доспехова² с помощью компьютерной программы «DIANA». Биохимические показатели качества зерна ячменя (содержание белка, экстрактивность, содержание лизина, сырого протеина, сырой клетчатки, сырого жира и влаги) определяли методом ИК – инфракрасной спектроскопии на приборе Unity Scientific Spectra Star 2400. Расчет обменной энергии в зерне сортов ячменя проводили по методическим указаниям³. Изготовление крупы осуществляли на крупорушке SATAKE TM-05.

Метеорологические условия 2013 года в период вегетации ячменя характеризовались

¹Полноценное питание для ячменя [Электронный ресурс]. URL: http://infoindustria.com.ua/polnotsennoe_pitanie_dlya_yachmenya. 2016. (дата обращения: 02.02.2019).

²Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. С. 222-231.

³Кирилов П., Махаев Е.А., Первов Н.Г., Пузанова В.В., Аникин А.С. Методика расчета обменной энергии в кормах на основе содержания сырых питательных веществ (для крупного рогатого скота, овец и свиней). М.: ООО «Угрешская типография», 2008. 30 с.

повышенной среднемесячной температурой воздуха и обилием выпавших осадков. Распределение осадков по декадам и месяцам было неравномерным и носило аномальный характер.

Вегетационные периоды ячменя в 2014, 2017 гг. отличались резкими колебаниями температуры воздуха и экстремально низким количеством выпавших осадков. В 2015, 2016 гг. рост и развитие ячменя проходили в благоприятных условиях. Вегетационный период был умеренно увлажненным, с равномерным выпадением осадков, комфортной температурой мая и июня, прохладным июлем и августом.

Особенностью погодных условий вегетационного периода ячменя 2018 года была майско-июньская засуха, которая повлияла на рост и развитие растений.

Результаты и их обсуждение. Главным критерием питательной ценности фуражного зерна ячменя является повышенное содержание в нем белка и незаменимых аминокислот.

В результате проведенных исследований в различные по влагообеспеченности годы (2016-2018 гг.) среди номеров конкурсного сортоиспытания была выделена группа высокобелковых ячменей с улучшенной кормовой ценностью (табл. 1).

Таблица 1 / Table 1

Характеристика высокоурожайных сортов и линий ячменя, выделившихся по кормовым качествам (2016-2018 гг.) /

The characteristic of high-yield barley cultivars and lines, noted by their forage qualities (2016-2018)

<i>Сорт, линия / Cultivar, line</i>	<i>Урожайность, т/га / Yield, ton/ha</i>	<i>Масса 1000 зерен, г / 1000 grain mass, g</i>	<i>Устойчивость к полеганию, балл / lodging resistance, grade</i>	<i>Содержание белка в зерне, % / Grain protein content, %</i>	<i>Сбор белка с 1 га, т/га / Protein harvest from 1 ha, ton/ha</i>	<i>Содержание лизина в зерне, % / Grain lysine content, %</i>	<i>Сбор лизина с 1 га, т/га / Lysine harvest from 1 ha, ton/ha</i>
Яромир, ст. / Yaromir, st.	6,41	51,4	8,8	12,9	0,78	0,48	0,03
Прометей / Prometey	6,33	52,2	6,0	13,0	0,76	0,47	0,03
Сударь / Sudar	6,88	50,3	8,8	13,5	0,83	0,50	0,03
Златояр / Zlatoyar	7,55	53,5	8,8	13,9	1,05	0,52	0,04
9 h 1137	5,64	48,0	8,0	13,5	0,76	0,49	0,03
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	0,44	0,7	0,6	0,4	0,18	0,02	-

Согласно полученным данным, наибольшее значение белка (13,9%) и содержание незаменимой аминокислоты лизин в зерне (0,52%) за годы исследования было отмечено у самого крупнозерного сорта Златояр. При средней урожайности 7,55 т/га он обеспечил сбор протеина с гектара в количестве 1,05 т/га и лизина в количестве 0,04 т/га. Сорт Сударь оказался менее продуктивным, однако, на 0,05 т/га превышал стандартный сорт Яромир по сбору белка с гектара. Среди голозерных форм

наибольшее содержание белка в зерне в среднем за три года (13,5%) выявлено у дигиплоидной линии 9 h 1137.

Важнейшим фактором, определяющим эффективность использования корма для животных, является оценка его энергетической питательности. Поэтому при нормировании кормления сельскохозяйственных животных большое значение уделяется учету обменной энергии как достаточно простому и объективному методу оценки энергетической ценности корма⁴.

⁴Энергетическая оценка питательности кормов [Электронный ресурс]. URL: <http://hitagro.ru/energeticheskaya/ocenka/pitatelnosti/kormov>. 2013. (дата обращения: 14.12.2018).

Проведенные расчеты на основе биохимического анализа зерна выявили различия между изучаемыми сортами как по содержанию питательных веществ, так и по энергетической питательности корма (табл. 2). По содержанию сырого протеина (156 г) и обменной энергии (11,61-13,59 Мдж) в 1 кг корма среди пленчатых форм выделился сорт Златояр. Зерно ячменя

голозерной линии 9 h 1137 характеризовалось повышенным содержанием протеина (151 г/кг), жира (31 г/кг), безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) (667 г/кг) и низким количеством клетчатки (18 г/кг). По показателю обменной энергии (11,82-14,33 Мдж) такой ячмень является ценным фуражом для крупного рогатого скота и, особенно, для свиней [4].

Таблица 2 / Table 2

**Питательная ценность сортов и линий ярового ячменя (2016-2018 гг.) /
Forage quality of spring barley cultivars and lines (2016-2018)**

Сорт, линия / Cultivar, line	Содержание обменной энергии и сырых питательных веществ в 1 кг сухого вещества зерна ячменя / Exchange energy and crude nutrients content per 1 kg of dry barley grain mass					
	ОЭ, Мдж / ЕЕ, Мj		протеин, г / protein, g	клетчатка, г / cellulose, g	жир, г / fat, g	БЭВ, г / BEV, g
	для свиней / for pigs	для КРС / for cattle				
Яромир, ст. / Yaromir, st.	13,36	11,42	144	42	23	661
Прометей / Prometey	13,22	11,39	146	46	24	654
Сударь / Sudar	13,50	11,55	153	39	25	653
Златояр / Zlatoyar	13,59	11,61	156	37	24	654
9 h 1137	14,33	11,82	151	18	31	667
Среднее / average value	13,60	11,56	150	36	25	657
Стандартное отклонение (σ) / standard deviation	0,38	0,17	4,95	10,83	3,21	5,42

В связи с модернизацией пивоваренной отрасли основным условием востребованности пивоваренного сорта является его широкая адаптация и стабильные параметры качества, соответствующие современным спецификациям как солодовых, так и пивоваренных компаний [5].

Содержание белка в зерне пивоваренного ячменя – один из важнейших показателей химического состава, от уровня которого напрямую зависят качество и количество произведенного солода и пива. Согласно европейским стандартам содержание белка в зерне пивоваренного ячменя должно быть не более 11,5%⁵. Очень важно при этом иметь показатели содержания экстрактивных веществ на уровне 80-82% и массы 1000 зерен в пределах 45-50 г [6].

Результаты анализа зерна изучаемых сортов и линий показали, что в благоприятном

2016 и переувлажненном 2017 годах содержание белка (10,6-11,2%), соответствующее самому высокому баллу согласно европейскому стандарту (ЕВС 1998 3.3.1), имели селекционные линии 141/1-09 h 746; 85/1-13 h 1067; 181/3-12 h 897 и сорт Надежный (табл. 3).

Многочисленные данные убедительно свидетельствуют о значительном влиянии погодных условий на качество пивоваренного ячменя [7, 8]. Установлено, что любая засуха (воздушная или почвенная) способствует накоплению белка и ухудшению основных химико-технологических показателей качества зерна пивоваренного ячменя [9].

Как правило, в условиях Центральных районов Нечерноземной зоны самый высокий уровень белка отмечается в сухие и очень сухие годы⁶.

⁵Haley H. Ozer DPH. Producing Quality Barley for the Malting Industry. pp. 87. [Electronic resource]. URL: <http://digitalcommons.unl.edu/planthealthdoc>. (дата обращения 06.02.2019).

⁶Пивоваренный ячмень от сельхозпроизводителя до пивовара – стратегическое планирование и перспективы рынка [Электронный ресурс]. URL: http://barley.malt.ru/oliver/balkhausen/alfred/toepfer/pyvjachen/ot/sh_proyzvoditelja/do_puvovara. 2012. pdf (дата обращения: 02.02.2019).

Таблица 3 / Table 3

Показатели качества зерна сортов и линий пивоваренного ячменя (2016- 2018 гг.) /
Brewery barley cultivars and lines grain quality indicators (2016-2018)

Сорт, линия / Cultivar, line	Урожайность, т/га / Yield, ton/ha	Содержание белка в зерне, % / Grain protein content, %			Экстрактивность, % / Extraction ability, %		
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Московский 86, ст. / Moskovsky 86, st.	6,55	13,2	12,4	14,1	78,7	81,0	80,6
Надёжный / Nadezhny	6,96	10,6	10,7	12,3	79,9	80,3	81,2
Знатный / Znatny	6,30	11,5	11,6	13,8	80,1	82,0	81,3
181/3-12 h 897	6,41	11,1	11,2	12,4	80,1	80,7	82,5
141/1-09 h 746	6,62	10,8	10,7	12,4	80,6	81,8	82,2
85/1-13 h 1067	6,81	11,0	10,4	12,1	80,4	80,4	82,3
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	0,31	0,7	0,7	1,0	0,7	0,7	0,7

В засушливом 2018 году в среднем содержание белка у сорта Надёжный и выделенных линий находилось на уровне 12,2-12,4%. В такие годы, экстремальные по погодным условиям, даже в странах Западной Европы для использования на пивоваренные цели допускается зерно с содержанием белка до 12,5% [10]. Более высокая белковость зерна 13,8-14,1% зафиксирована у сортов Московский 86 и Знатный. Перспективные пивоваренные сорта характеризовались повышенными значениями показателя экстрактивности в различные годы (79,9-82,5%). Очевидно, что наибольшую ценность для солодоращения представляет сорт Надёжный и селекционные линии 141/1-09 h 746; 85/1-13 h 1067; 181/3-12 h 897, способные более стабильно фор-

мировать в условиях Центральных районов Нечерноземной зоны пивоваренную продукцию высокого качества.

Помимо кормовых и пивоваренных достоинств зерна ячменя оценивали его продовольственные качества. Натура и масса 1000 зерен, характеризующие крупность зерна, являются основными показателями качества зерна как сырья для производства крупяных продуктов. По данным В.С. Иунихиной и М.А. Вайтаниса⁷, указанные параметры значительно влияют на выход готовой крупы. У сортов Надёжный, Златояр и Знатный натура зерна составляла 711-720 г/л. Наибольшую массу 1000 зерен (50,5-51,8 г) в течение пяти лет имели сорта Владимир, Нур и Златояр (табл. 4).

Таблица 4 / Table 4

Крупяные качества зерна сортов ярового ячменя (2013-2017 гг.) /
Groat qualities of spring barley cultivars (2013-2017)

Сорт / Cultivar	Натура, г/л / grain unit, g/litre	Масса 1000 зерен, г / 1000 grain mass, g	Стекловид- ность, % / kernel hardness, %	Выход крупы за 4 мин, % / groat output per 4 minutes, %	Цвет каши, балл / color porridge, grade
Владимир, ст. / Vladimir, st.	703	50,5	40,2	57,0	3,6
Яромир / Yaromir	699	48,8	34,6	52,7	4,6
Нур / Nur	709	50,5	42,8	57,7	5,0
Надёжный / Nadezhny	714	47,0	39,8	57,6	4,0
Златояр / Zlatoyar	711	51,8	46,2	56,5	4,8
Знатный / Znatny	720	49,4	27,4	56,6	3,6
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	6,2	1,3	3,1	0,3	1,6

⁷Иунихина В.С., Вайтанис М.С.. Влияние физико-механических свойств зерна ячменя на выход перловой крупы // Портал «Хранение и переработка зерна». 2018. [Электронный ресурс]. URL: <http://hipzmag.com/tehnologii/pererabotka> (дата обращения 12.07.2018).

Использование ячменя на продовольственные цели тесно связано с микроструктурой эндосперма, дифференцирующей сорта на твердые и мягкие формы [10, 11]. Крупное зерно и более высокие показатели стекловидности (42,8-46,2%), характеризующие степень твердозерности текстуры эндосперма, определили наибольший выход ячневой крупы высокого качества из зерна сортов Нур и Златояр.

Для производства перловой крупы предпочтительно менее твердое зерно с более низкими значениями показателя стекловидности. Лучшие сорта таких ячменей можно использовать как в крупяной, так и пивоваренной промышленности. Показатель «выход крупы за 4 мин.», соответствующий 56,6 и 57,6% при стекловидности 27,4-39,8%, характеризовал высокие потенциальные возможности зерна пивоваренных сортов Надёжный и Знатный для изготовления перловой крупы.

В то же время основным условием получения перловой крупы с высокими потребительскими достоинствами является высокая оценка цвета (не менее 4,5 балла) готовой каши. Сорта Надёжный и Знатный характеризо-

вались относительно низким значением этого показателя, очень важного для включения новых сортов в Госреестр, в список ценных по качеству.

Светло-кремовый цвет каши сваренной крупы, соответствующий 4,6-5,0 баллам, в годы исследований имели сорта Яромир, Нур и Златояр, наиболее пригодные для производства перловой крупы.

Выводы. В результате биохимической и технологической оценки селекционного материала ярового ячменя выделена группа сортов и перспективных линий с улучшенными показателями качества зерна. Наибольшей питательной ценностью обладало зерно кормового сорта Златояр и дигампоидной линии 9 h 1137. Показатели содержания белка и экстрактивности в различные по влагообеспеченности годы свидетельствуют о высоком уровне пивоваренных достоинств сорта Надёжный и перспективных линий 181/3-12 h 897, 141/1-09 h 746, 85/1-13 h 1067. Лучшими сортами для получения ячневой и перловой крупы признаны сорта Нур и Златояр, имеющие оптимальные технологические свойства зерна.

Список литературы

1. Филиппов Е.Г., Донцова А.А., Донцов Д.П., Терновая Е.А., Витковская А.С., Дорошенко Э.С. Скрининг сортов ярового ячменя, различных по эколого-географическому происхождению. Зерновое хозяйство России. 2017;(5):43-51. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32257654>.
2. Зубкович А.А., Гриб С.И. Современное состояние и приоритетные направления селекции ячменя для условий республики Беларусь // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси: материалы Междунар. научн.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня основания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. Минск: НВЦ Минфина, 2017. С. 220-223. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30116047>.
3. Ерошенко Л.М., Ерошенко Н.А., Ромахин М.М., Гладышева О.В., Левакова О.В. Продуктивность и качество пивоваренных сортов ярового ячменя в Центральном регионе Российской Федерации. Вестник РАСХН. 2015;(2):40-43. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29385635>.
4. Кушеева О.В. Голозерный ячмень в технологии откорма свиней. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015;(1(123)):103-106. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22625770>.
5. Kunze W., Hendel O. Technologie Brauer und Mälzer. VLB Berlin, 2016. 1000 s. URL: <https://www.vlb-berlin.org/verlag/kunze>.
6. Khokonova M.B., Karashaeva A.S., Zavalin A.A. Quality of brewing malt depending on the storage conditions of barley. Russian Agricultural Sciences. 2015;41(6):488-491. URL: <https://link.springer.com/article/10.3103/S1068367415060099>.
7. Земляникина Ю.Н., Столпивская Е.В., Шиповалова А.В. Изучение исходного материала ярового ячменя в селекционном процессе. Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2017;(11):75-77. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30725237>.
8. Van Lonkhuijsen H.J., Douma A.C., Angelin S.A.G.E. Evaluation of malting barley quality assessment system. Journal of the American Society of the Brewing Chemist. 1998;(56(3)):7-11. URL: <http://www.dissercat.com/content/sovershenstvovanie-tekhnologicheskikh-priemov-i-kriteriev-otsenki-kachestva-pri-proizvodstve>.
9. Глуховцев В.В., Санина Н.В. Эффективность листовых подкормок в аридных условиях Среднего Поволжья при возделывании ярового ячменя. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016;(4(60)):40-42. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26586307>.

10. Анисимова Л.В., Выборнов А.А. Технологические свойства зерна ячменя при переработке в крупу и муку. Ползуновский вестник. 2013;(4-4):151-155. Режим доступа: <https://elibr.altstu.ru/journal/show/103178>.

11. Васьюк Н.И., Козаченко М.Р., Солнечный П.Н., Солнечная О.В., Важенина О.Е., Зимогляд А.В., Шелякина Т.А. Стекловидность эндосперма и содержание белка в зерне сортов пленчатого и голозерного ячменя. Зернобобовые и крупяные культуры. 2018;(4(28)):94-102. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/steklovidnost-endosperma-i-soderzhanie-belka-v-zerne-sortov-plenchatogo-i-golozernogo-yachmenya>.

Поступила: 20.02.2019 Принята к публикации: 29.03.2019 Опубликована онлайн: 30.04.2019

Сведения об авторах:

Любовь Михайловна Ерошенко, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», ул. Агрохимиков, д. 6, р.п. Новоивановское, Одинцовский р-н, Московская область, Российская Федерация, 143026, e-mail: mosniish@yandex.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8513-6665>, e-mail: eroshenko.lm@yandex.ru,

Анатолий Николаевич Ерошенко, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», ул. Агрохимиков, д. 6, р.п. Новоивановское, Одинцовский р-н, Московская область, Российская Федерация, 143026, e-mail: mosniish@yandex.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1468-4207>, e-mail: anatolyeroshenko@yandex.ru,

Максим Михайлович Ромахин, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», ул. Агрохимиков, д. 6, р.п. Новоивановское, Одинцовский р-н, Московская область, Российская Федерация, 143026, e-mail: mosniish@yandex.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5691-1020>, e-mail: rmax1@ya.ru,

Николай Анатольевич Ерошенко, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», ул. Агрохимиков, д. 6, р.п. Новоивановское, Одинцовский р-н, Московская область, Российская Федерация, 143026, e-mail: mosniish@yandex.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6971-957X>,

Ольга Викторовна Левакова, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ИСА-филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», ул. Парковая, д. 1, п. Подвязье, Рязанский р-н, Рязанская обл., Российская Федерация, 390502, e-mail: podvyaze@bk.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5400-669X>, e-mail: levakova.olga@mail.ru,

Иван Александрович Дедушев, младший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», ул. Агрохимиков, д. 6, р.п. Новоивановское, Одинцовский р-н, Московская область, Российская Федерация, 143026, e-mail: mosniish@yandex.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5059-9299>, e-mail: ivan.dedushev@yandex.ru,

Виктория Валерьевна Ромахина, младший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», ул. Агрохимиков, д. 6, р.п. Новоивановское, Одинцовский р-н, Московская область, Российская Федерация, 143026, e-mail: mosniish@yandex.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9996-4998>, e-mail: 79206175784@yandex.ru

References

1. Filippov E.G., Dontsova A.A., Dontsov D.P., Ternovaya E.A., Vitkovskaya A.S., Doroshenko E.S. *Skrining sortov yarovogo yachmenya, razlichnykh po ekologo-geograficheskomu proiskhozhdeniyu*. [Screening of spring barley cultivars of different eco-geographical origin]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii*. 2017;(5):43-51. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32257654>.

2. Zubkovich A.A., Grib S.I. *Sovremennoe sostoyanie i prioritetye napravleniya selektsii yachmenya dlya usloviy respubliki Belarus'*. [The current state and priorities for barley selection in Belarus]. *Strategiya i prioritye razvitiya zemledeliya i selektsii polevykh kul'tur v Belarusi: materialy Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf., posvyashch. 90-letiyu so dnya osnovaniya RUP «Nauchno-prakticheskiy tsentr NAN Belarusi po zemledeliyu»*. [Strategy and priorities of agricultural development and crop selection in Belarus; Proceedings of International scientific and practical Conference, dedicated to 90th anniversary of RUP «Scientific and Practical Center NAN of Belorussia in soil management»]. Minsk: *NVTs Minfina*, 2017. pp. 220-223. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30116047>.

3. Eroshenko L.M., Eroshenko N.A., Romakhin M.M., Gladysheva O.V., Levakova O.V. *Produktivnost' i kachestvo pivovarenykh sortov yarovogo yachmenya v Tsentral'nom regione Rossiyskoy Federatsii*. [Productivity and quality of brewery spring barley cultivars in Russia Central Region]. *Vestnik RASKhN*. 2015;(2):40-43. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29385635>.

4. Kushcheeva O.V. *Golozernyy yachmen' v tekhnologii otkorma sviney*. [Naked barley in pig fattening technology]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015;(1(123)):103-106. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22625770>.
5. Kunze W., Hendel O. *Technologie Brauer und Mälzer*. VLB Berlin, 2016. 1000 s. URL: <https://www.vlb-berlin.org/verlag/kunze>.
6. Khokonova M.B., Karashaeva A.S., Zavalin A.A. Quality of brewing malt depending on the storage conditions of barley. *Russian Agricultural Sciences*. 2015;41(6):488-491. URL: <https://link.springer.com/article/10.3103/S1068367415060099>.
7. Zemlyanikina Yu.N., Stolpivskaya E.V., Shipovalova A.V. *Izuchenie iskhodnogo materiala yarovogo yachmenya v selektsionnom protsesse*. [The study of original material of spring barley in selection process]. *Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk*. 2017;(11):75-77. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30725237>.
8. Van Lonkhuijsen H.J., Douma A.C., Angelin S.A.G.E. Evaluation of malting barley quality assessment system. *Journal of the American Society of the Brewing Chemist*. 1998;(56(3)):7-11. URL: <http://www.dissercat.com/content/sovershenstvovanie-tekhnologicheskikh-priemov-i-kriteriev-otsenki-kachestva-pri-proizvodstve>.
9. Glukhovtsev V.V., Sanina N.V. *Effektivnost' listovykh podkormok v aridnykh usloviyakh Srednego Povolzh'ya pri vozdeystvovanii yarovogo yachmenya*. [The efficiency of foliage nutrition for spring barley cultivation in arid conditions of Middle Volga Region]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016;(4(60)):40-42. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26586307>.
10. Anisimova L.V., Vybornov A.A. *Tekhnologicheskie svoystva zerna yachmenya pri pererabotke v krupu i muku*. [Technological parameters of barley grain during processing into groat and flour]. *Polzunovskiy vestnik*. 2013;(4-4):151-155. (In Russ.). URL: <https://elab.altstu.ru/journal/show/103178>.
11. Vas'ko N.I., Kozachenko M.R., Solnechnyy P.N., Solnechnaya O.V., Vazhenina O.E., Zimoglyad A.V., Shelyakina T.A. *Steklovidnost' endosperma i sodержание belka v zerne sortov plenchatogo i golozernogo yachmenya*. [Kernel hardness of the endosperm and protein content in the grain of chaffy and naked barley]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2018;(4(28)):94-102. (In Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/steklovidnost-endosperma-i-soderzhanie-belka-v-zerne-sortov-plenchatogo-i-golozernogo-yachmenya>.

Received: 20.02.2019. Accepted for publication: 29.03.2019. Published online: 30.04.2019

Information about the authors:

Lyubov M. Eroshenko, PhD in Agriculture, leading researcher, Moscow Research Institute of Agriculture "Nemchinovka", Agrokhimikov street, 6, Novoivanovskoye settlement, Odintsovo district, Moscow region, Russian Federation, 143026, e-mail: mosniish@yandex.ru, **ORCID**: <http://orcid.org/0000-0002-8513-6665>, e-mail: eroshenko.lm@yandex.ru,

Anatoly N. Eroshenko, PhD in Agriculture, leading researcher, Moscow Research Institute of Agriculture "Nemchinovka", Agrokhimikov street, 6, Novoivanovskoye settlement, Odintsovo district, Moscow region, Russian Federation, 143026, e-mail: mosniish@yandex.ru, **ORCID**: <http://orcid.org/0000-0003-1468-4207>, e-mail: anatolyeroshenko@yandex.ru,

Maksim M. Romakhin, PhD in Agriculture, leading researcher, Moscow Research Institute of Agriculture "Nemchinovka", Agrokhimikov street, 6, Novoivanovskoye settlement, Odintsovo district, Moscow region, Russian Federation, 143026, e-mail: mosniish@yandex.ru, **ORCID**: <http://orcid.org/0000-0001-5691-1020>, e-mail: rmax1@ya.ru,

Nikolai A. Eroshenko, PhD in Agriculture, senior researcher, Moscow Research Institute of Agriculture "Nemchinovka", Agrokhimikov street, 6, Novoivanovskoye settlement, Odintsovo district, Moscow region, Russian Federation, 143026, e-mail: mosniish@yandex.ru, **ORCID**: <http://orcid.org/0000-0002-6971-957X>,

Olga V. Levakova, PhD in Agriculture, leading researcher, Institute of seed industry and technology – branch of the Federal Research Centre of Agroengineering VIM, Parkovaya street, 1, Podvyazie, Ryazansky district, Ryazan region, Russian Federation, 390502, e-mail: podvyaze@bk.ru, **ORCID**: <http://orcid.org/0000-0002-5400-669X>, e-mail: levakova.olga@mail.ru,

Ivan A. Dedushev, junior researcher, Moscow Research Institute of Agriculture "Nemchinovka", Agrokhimikov street, 6, Novoivanovskoye settlement, Odintsovo district, Moscow region, Russian Federation, 143026, e-mail: mosniish@yandex.ru, **ORCID**: <http://orcid.org/0000-0002-5059-9299>, e-mail: ivan.dedushev@yandex.ru,

Victoria V. Romakhina, junior researcher, Moscow Research Institute of Agriculture "Nemchinovka", Agrokhimikov street, 6, Novoivanovskoye settlement, Odintsovo district, Moscow region, Russian Federation, 143026, e-mail: mosniish@yandex.ru, **ORCID**: <http://orcid.org/0000-0002-9996-4998>, e-mail: 79206175784@yandex.ru