

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Е. Н. Шаболкина, кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель лаборатории технолого-аналитического сервиса, elenashabolkina@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1090-4399;
Д. О. Долженко, кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель лаборатории селекции и генетики мягкой пшеницы, ddolzhenko75@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2004-329X;
А. А. Бишарев, кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель лаборатории серых хлебов, alexbisharev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-5804-3298;
И. А. Калякулина, научный сотрудник лаборатории серых хлебов, irinka99rassom@gmail.com, ORCID ID: 0009-0006-6561-550X;
Н. В. Анисимкина, старший научный сотрудник лаборатории технолого-аналитического сервиса, anisimkina.natalya@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-5129-7797
Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н. М. Тулайкова – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, 446254, Самарская обл., п. Безенчук, ул. Карла Маркса, д. 41; Тел.: 8 (84676) 2-11-40; e-mail: samniish@mail.ru

Для эффективного использования сортов ячменя на продовольственные, кормовые и пивоваренные цели селекцию необходимо вести на селекционно-ценные признаки с учетом биохимического состава зерна. Цель исследований – оценить качество зерна сортов ярового ячменя для эффективного использования по назначению в условиях Среднего Поволжья, выявить корреляционные связи между показателями качества зерна. Исследования проводили в 2022–2024 гг. в Самарском научно-исследовательском институте сельского хозяйства – СамНИЦ РАН. В качестве экспериментального материала использовали 16 сортов ярового ячменя из конкурсного сортоиспытания. В условиях Среднего Поволжья за годы исследований установлены сорта ярового ячменя с высоким содержанием белка (14,0–15,4 %), которые могут быть широко востребованы в животноводстве как ценный корм или в качестве ингредиента при производстве кормов с повышенной питательной ценностью: Нутанс 553, Финист, Лунь, Безенчукский 2, Агат, Поволжский 65, Волгарь. Все участвующие в исследованиях сорта сформировали выполненное зерно (684–716 г/л) и могут использоваться для выработки крупы. Отмечено, что сорта ярового ячменя имели высокое число падения – 337–461 с, что говорит о низкой активности α -амилазы в зерне. Высокобелковые сорта ячменя с низкой амилолитической активностью являются высококачественным сырьем не только для комбикормовой и крупяной промышленности, но и для хлебопекарной. Результаты корреляционных связей между показателями качества необходимо использовать в целях селекционного улучшения биохимических и технологических свойств зерна ячменя: между белковостью и натурой зерна наблюдалась положительная связь в контрастные по погодным условиям годы – 2022 и 2024 (0,62**, 0,61**); в 2023 и 2024 гг. натура зерна была сопряжена несколько слабее с содержанием крахмала (0,53*; 0,55*). Во все годы исследований число падения тесно коррелировало с массой 1000 зерен (0,69**, 0,71**, 0,51*).

Ключевые слова: яровой ячмень, сорта, белок, крахмал, число падения, масса 1000 зерен, плечистость, натура.

Для цитирования: Шаболкина Е. Н., Долженко Д. О., Бишарев А. А., Калякулина И. А., Анисимкина Н. В. Оценка качества зерна ярового ячменя в условиях Среднего Поволжья // Зерновое хозяйство России. 2025. Т. 17, № 5. С. 46–51. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-100-5-46-51.



ESTIMATION OF THE SPRING BARLEY GRAIN QUALITY IN THE MIDDLE VOLGA REGION

E. N. Shabolkina, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory for technical and analytical service, elenashabolkina@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1090-4399;
D. O. Dolzhenko, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory for common wheat breeding and genetics, ddolzhenko75@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2004-329X;
A. A. Bisharev, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory of brown bread; alexbisharev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-5804-3298;
I. A. Kalyakulina, researcher of the laboratory of brown bread, irinka99rassom@gmail.com, ORCID ID: 0009-0006-6561-550X;
N. V. Anisimkina, senior researcher of the laboratory for technical and analytical service; anisimkina.natalya@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-5129-7797
Samarsky Research Institute of Agriculture named after N. M. Tulaykov, a branch of the FSBIS Samarsky Federal Research Center RAS, 446254, Samara region, v. of Bezenchuk, Karl Marks Str., 41; e-mail: samniish@mail.ru

For the effective use of barley varieties for food, feed and brewing purposes, breeding process must be carried out on breeding-valuable traits taking into account the biochemical composition of the grain. The purpose of the current study was to estimate the grain quality of spring barley varieties for effective targeted use in the Middle Volga region, to identify correlations between grain quality indicators. The study was conducted at the Samara RIA, SamFRC RIA in 2022–2024. Sixteen spring barley varieties from competitive variety testing were used as experimental material.

In the conditions of the Middle Volga region, over the years of study, there were identified varieties with a high protein percentage (14.0–15.4 %), which could be widely used in animal husbandry as valuable feed or as an ingredient in the production of feed with increased nutritional value, such as Nutans 553, Finist, Lun, Bezenchuksky 2, Agat, Povolzhsky 65, Volgar. All varieties participating in the study have formed a full grain (684–716 g/l) and can be used to produce cereals. There has been established that the spring barley varieties had a high 'falling number' of 337–461 s, which indicates low activity of α -amylase in the grain. High-protein barley varieties with low amylolytic activity are high-quality raw materials not only for the feed and cereal industries, but also for bakery industry. The results of the correlation between quality indicators should be used to improve biochemical and technological properties of barley grain. There was a positive correlation between protein percentage and grain nature in 2022 and 2024 with contrasting weather conditions (0.62**, 0.61**). In 2023 and 2024 grain nature was somewhat less closely correlated with starch content (0.53*, 0.55*). In all years of the study the 'falling number' closely correlated with 1000-grain weight (0.69**, 0.71**, 0.51*).

Keywords: spring barley, varieties, protein, starch, falling number, 1000-grain weight, hull content, nature weight.

Введение. Ячмень – ценная зерновая культура многоцелевого назначения, широко распространена в пищевой, комбикормовой и пивоваренной промышленности. Ячмень возделывают во всех странах мира: он хорошо вызревает и на севере, и на юге из-за короткого вегетационного периода и способности прорасти при низких температурах. В настоящее время особое внимание привлечено к здоровому питанию (функциональные продукты), а также к специализированному питанию для диабетиков с включением продуктов из ячменя с высоким уровнем бета-глюканов, низким содержанием крахмала, полноценным белком со сбалансированным аминокислотным составом (Шаболкина и др., 2025; Лукина и др., 2022; Полонский и др., 2021).

На качество зерна ярового ячменя влияют сорт, природно-климатические условия, агрохимические показатели почвы, удобрения; определяющий фактор, влияющий на биохимические показатели зерна, – запас доступной почвенной влаги и обеспеченность ею растений в критические периоды вегетации (Ерошенко и др., 2019); на содержание ценных питательных веществ (белок, жир, сахар, клетчатка) в зерне ячменя оказывают влияние генотип и условия выращивания (Сумина и Полонский, 2020); уровень белковости зависит от абиотических факторов среды на 93,0 %, крупность зерна – на 75,0 % (Юсова и Николаев, 2023); на показатель пленчатости зерна ячменя климатические условия вегетации влияют на 54 %, доля генотипа низкая (Сумина и Полонский, 2014).

Требования, предъявляемые к качеству зерна для продовольственного, кормового и пивоваренного ячменя, различны, поэтому для эффективного использования сортов ячменя по назначению необходимо вести селекцию на улучшение конкретных технологических свойств и кормовых достоинств, повышение питательности зерна и вкусовых качеств.

Для ячменя крупяного назначения (ГОСТ 28672-90) приоритетными показателями являются натура и стекловидность, содержание белка в зерне не нормируется. Кормовой ячмень является легкоусвояемой пищей для животных и отличается высоким содержанием белка, повышая биологическую ценность комбикормов (согласно ГОСТу 53900-2010 количество белка должно быть не менее 13,0 %). К яч-

меню для пивоварения предъявляют высокие требования: энергия прорастания 95 %, содержание крахмала более 65 %, пониженная пленчатость и основное требование – содержание белка в зерне не более 12,0 % (ГОСТ 5060-2021). Растворимые пищевые волокна бета-глюканы, содержащиеся в продуктах из ячменя, выполняют положительную роль в пище человека, но при кормлении нежвачных животных выступают как негативный фактор, затрудняя пищеварение и усвоение питательных веществ. Солодовым и пивоваренным компаниям бета-глюканы также доставляют неудобства, увеличивая вязкость сусла, снижая скорость и качество фильтрации пива, вызывая его потемнение (Полонский и др., 2018; Трубочеева и Першина, 2021; Choi et al., 2020). С одной стороны, функциональные продукты из ячменя с высоким содержанием пищевых волокон можно рассматривать как перспективное оздоравливающее питание, с другой – в кормовой и пивоваренной отраслях данный показатель ухудшает качественные показатели готовых изделий. Для эффективного использования ячменя по назначению (продовольственный, кормовой и пивоваренный) селекцию необходимо вести не только на урожайность, но и на селекционно-ценные признаки с учетом биохимического состава зерна.

Цель исследований – оценить качество зерна сортов ярового ячменя для эффективного использования по назначению в условиях Среднего Поволжья, выявить корреляционные связи между показателями качества зерна.

Материалы и методы исследований. На экспериментальной базе Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН изучали в течение 2022–2024 гг. биохимические свойства зерна 16 сортов ячменя конкурсного сортоиспытания: сорта Краснокутской селекционно-опытной станции НИИСХ Юго-Востока Нутанс 553 (1997 г.) и Медикум 269 (2013 г.); сорта селекции Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН Безенчукский 2 (2003 г.), Беркут (2007 г.), Ястреб (2008 г.), Лунь (2009 г.), Орлан (2012 г.), Медикум 157 (2014 г.), Пересвет, Финист (2021 г.), Холзан (2023 г.); сорта Поволжского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН Волгарь (1994 г.), Поволжский 65 (1998 г.), Агат (2003 г.), Батик (2014 г.), Поволжский 22 (2015 г.). Все сорта относятся к подвиду *Hordeum vulgare* subsp. *distichon* (разновидности *nutans* и *medicum*). Стандартом

служил засухоустойчивый сорт интенсивного типа Пересвет собственной селекции.

Опыт размещали в селекционном зернопаровом севообороте по предшественнику горох на зерно. Агротехника в опыте зональная. Площадь делянки 20 м², повторность четырехкратная по схеме рендомизированных блоков. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный среднесуглинистый, с содержанием в слое почвы 0–30 см гумуса 3,2 % (ГОСТ 26213-91), легкогидролизуемого азота – 62–111 мг/кг почвы (ГОСТ 26951-86), подвижного фосфора и калия 285–287 и 159–238 мг/кг почвы соответственно (ГОСТ 26205-91).

Оценку качества зерна ячменя проводили в соответствии с национальными стандартами Российской Федерации: содержание азота белкового – по ГОСТ 10846-91, крахмала – по ГОСТ 10845-98, показатель «число падения» по Хагбергу–Пертену – по ГОСТ 30498-97, массу 1000 зерен – по ГОСТ 10842-89, пленчатость зерна – по ГОСТ 10843-76, натуру зерна – по ГОСТ 10840-2017. Статистическая обработка экспериментальных данных была выполнена по Б. А. Доспехову (2014).

Агрометеорологические условия в годы исследований были различными. В 2022 г. вегетационный период ярового ячменя отличался благоприятными условиями: невысокая температура (на 0,4–4,8 °C ниже нормы) и количество осадков, превышающее среднемноголетние

значения (135–176 % от нормы), способствовали формированию высокого урожая ярового ячменя. Вегетация в 2023 г. характеризовалась удовлетворительными погодными условиями: максимальное отклонение средней температуры воздуха от многолетних значений составило от 5,3 °C (3 декада мая) до –4,3 °C (3 декада июня), а количество осадков по декадам колебалось от 0,8 до 25,8 мм. Всего за вегетацию ячменя выпало 121,6 мм осадков (на 11,7 мм, или 8,8 %, ниже нормы), ГТК составил 0,7 (засуха средней силы).

Условия сезона 2024 г. характеризовались жестким гидротермическим режимом. Начальный период вегетации протекал при сильном дефиците осадков, который отчасти компенсировался пониженной температурой воздуха. Температура воздуха в июне и июле была соответственно на 2,3 и 0,9° выше среднемноголетних значений, а выпадавшие осадки носили ливневый характер. Всего за вегетацию ячменя выпало 91,5 мм осадков (на 33,4 мм, или на 33,4 %, ниже нормы), ГТК составил 0,56 (сильная засуха).

Результаты и их обсуждение. Массовая доля белка в зерне ячменя регулируется нормативными документами и является одним из важных показателей качества зерна. В среднем за 2022–2024 гг. содержание белка в зерне ярового ячменя колебалось от 12,9 до 15,4 % (сорт Пересвет, st – 13,4 %) (табл. 1).

Таблица 1. Биохимические и технологические показатели ярового ячменя (КСИ) (2022–2024 год)
Table 1. Biochemical and technological indicators of spring barley (CVT) (2022–2024)

Сорт, линия	Белок, %	Крахмал, %	Число падения, с	Масса 1000 зерен, г	Пленчатость, %	Натура зерна, г/л
Пересвет, st	13,4	55,8	388	48,6	9,6	702
Нутанс 553	14,2	54,4	441	46,3	9,6	700
Медикум 157	13,8	56,0	414	50,6	9,4	700
Медикум 269	13,5	56,6	461	50,3	9,3	704
Поволжский 22	13,4	56,3	424	48,4	10,6	705
Орлан	13,6	56,0	432	49,5	9,4	700
Холзан	13,4	56,2	424	47,4	9,5	705
Батик	12,9	56,1	337	43,8	9,8	702
Финист	14,0	56,2	425	45,9	9,7	697
Лунь	14,3	54,5	423	49,9	9,2	698
Безенчукский 2	14,1	56,0	399	48,5	9,2	695
Агат	14,4	54,5	421	48,7	9,6	684
Беркут	13,3	55,8	366	45,9	9,7	705
Ястреб	13,7	54,1	386	47,0	10,0	702
Поволжский 65	14,6	56,3	378	44,7	9,3	716
Волгарь	15,4	55,8	363	45,0	9,5	707
НСР _{0,05}	0,5	$F_{\phi} < F_T$	24	1,2	$F_{\phi} < F_T$	12

Выделилась группа сортов с высоким содержанием белка: Нутанс 553, Финист, Лунь, Безенчукский 2, Агат, Поволжский 65, Волгарь (14,0–15,4 %), максимальное содержание белка сформировал сорт Волгарь – 15,4 %. Оценка коэффициентов вариации (Cv) показала, что данный параметр в 2022, 2023 и 2024 гг. варьировал незначительно: 3,8–7,1 %.

Метеорологические условия повлияли на накопление белковых веществ в зерне ярового ячменя во время испытаний. В 2022 г. наблюдалось минимальное содержание белка в зерне – 11,4–14,0 % за годы исследований. При благоприятных погодных условиях (невысокая температура и достаточная, но не чрезмерная водообеспеченность) затра-

ты питательных веществ пошли на развитие вегетативной массы растений и формирование высокой урожайности. Неустойчивый температурный режим в период налива и созревания зерна в 2024 г. и неравномерное выпадение осадков сдерживали развитие растений, что способствовало усиленному накоплению массовой доли белковых веществ в зерне (14,3–17,2 %).

Изучение в ходе научных исследований корреляционных связей между показателями

качества очень важно, так как можно использовать полученные результаты в целях селекционного улучшения биохимических и технологических параметров зерна ячменя. Согласно данным (табл. 2), в контрастные по погодным условиям годы установлена положительная связь белковости с натурой зерна: в 2022 г. – 0,62** и в 2024 г. – 0,61** и обратная корреляционная связь с крахмалом (-0,82**).

Таблица 2. Матрица коэффициентов корреляции и коэффициентов вариации показателей качества зерна ярового ячменя в 2022, 2023 и 2024 годах
Table 2. Matrix of correlation coefficients and coefficients of variation of spring barley grain quality indicators in 2022, 2023, 2024

Год	Показатели	Белок, %	Крахмал, %	Число падения, с	Масса 1000 зерен, г	Пленчатость, %	Натура зерна, г/л	К вариации, %
2022	Белок, %	1,00	–	–	–	–	–	7,1
	Крахмал, %	-0,52*	1,00	–	–	–	–	1,3
	Число падения, с	-0,22	-0,01	1,00	–	–	–	11,2
	Масса 1000 зерен, г	-0,14	-0,02	0,69**	1,00	–	–	7,6
	Пленчатость, %	-0,35	-0,17	-0,04	-0,19	1,00	–	6,1
	Натура, г/л	0,62**	0,21	-0,40	-0,37	0,08	1,00	2,4
2023	Белок, %	1,00	–	–	–	–	–	3,8
	Крахмал, %	-0,43	1,00	–	–	–	–	2,8
	Число падения, с	-0,03	0,16	1,00	–	–	–	7,9
	Масса 1000 зерен, г	-0,08	0,17	0,71**	1,00	–	–	5,0
	Пленчатость, %	-0,29	-0,15	0,22	0,22	1,00	–	4,3
	Натура, г/л	0,01	0,53*	-0,11	-0,23	0,26	1,00	3,1
2024	Белок, %	1,00	–	–	–	–	–	5,1
	Крахмал, %	-0,82**	1,00	–	–	–	–	1,9
	Число падения, с	0,23	-0,25	1,00	–	–	–	11,8
	Масса 1000 зерен, г	-0,25	0,14	0,51*	1,00	–	–	4,8
	Пленчатость, %	-0,22	-0,00	-0,40	-0,31	1,00	–	5,8
	Натура, г/л	0,61**	0,55*	-0,24	0,04	0,26	1,00	3,7

Примечание. * – значимость на 5%-м уровне; ** – значимость на 1%-м уровне.

Крахмал – незаменимый источник энергии, он характеризовался стабильностью за годы исследований, условия произрастания мало повлияли на его содержание в зерне ячменя (54,1–56,6 %), оценка вариабельности показала малую изменчивость данного признака ($C_v = 1,3$ –2,8 %). По содержанию крахмала в зерне изучаемые сорта ячменя (табл. 1) находились на уровне сорта-стандарта Пересвет (55,8 %), существенных различий между сортами не выявлено. В 2023 и 2024 гг. крахмал был сопряжен с натурой зерна (0,53*; 0,55*).

У сортов ячменя пивоваренного назначения, кроме содержания крахмала, еще одним важным показателем является амилалитическая активность зерна, определяемая числом падения, для того чтобы избежать использования проросшего зерна (не менее 250 с). Результаты исследований показали у сортов ярового ячменя высокое число падения 337–461 с, что говорит о низкой активности α -амилазы в зерне. По данному показателю (табл. 1) относительно сорта-стандарта Пересвет (388 с) выделились сорта: Нутанс 553 (441 с), Медикум 157 (414 с), Медикум 269 (461 с), Повлжский 22 (424 с), Орлан (432 с), Холзан

(424 с), Финист (425 с), Лунь (423 с), Агат (421 с). Сорт Медикум 269 во все годы исследований имел максимальные значения числа падения в зерне. Низкая ферментативная активность зерна положительно влияет на процесс соложения и хлебопечение. Расчеты коэффициентов вариации (C_v) показали, что в годы исследований число падения отличалось стабильностью и варьировало в средних пределах 7,6–11,8 % (табл. 2). В 2022, 2023 и 2024 гг. данный показатель было тесно сопряжен с массой 1000 зерен (0,69**; 0,71**, 0,51*).

Пленчатость ярового ячменя за 2022–2024 гг. колебалась в пределах 9,2–10,6 %, данный показатель слабо варьировал в годы исследований ($C_v = 4,3$ –6,1 %), с одной стороны, этот показатель зависит от условий возделывания, с другой – результат сортовой реакции. Пленчатость зерна изучаемых сортов находилась практически на уровне сорта-стандарта Пересвет (9,6 %), с более высокими показателями отмечены два сорта ячменя (Поволжский 22, Ястреб), но различия между сортами не достоверны (табл. 1). В пивоварении зерно ячменя с пленчатостью ниже 10 % улучшает процесс соложения и качество производимого продук-

та из-за меньшего содержания дубильных веществ. Анализ корреляционных данных в годы исследований показал отсутствие достоверной зависимости между пленчатостью и другими показателями качества зерна.

Выработка и выход крупы зависят от важных показателей – масса 1000 зерен и натура зерна. За годы исследований по массе 1000 зерен выделились следующие сорта ячменя: Медикум 157 (50,6 г), Медикум 269 (50,3 г) и Лунь (49,9 г). По абсолютной массе изучаемые сорта ячменя относятся к категории крупных по весу (43,8–50,6 г) (Филиппов и др., 2013), что обеспечивает больший выход ячменной крупы, поскольку в зерне больше эндосперма. Почвенно-климатические условия выращивания влияют на массу 1000 зерен: дефицит влаги и неустойчивый температурный режим в период налива зерна в 2024 г. повлияли негативно на формирование физических свойств зерна за годы исследований, отмечена минимальная масса 1000 зерен (39,2–44,9 г). Данный показатель относится к слабаварьирующим признакам ($C_v = 4,8\text{--}7,6\%$), и, как было отмечено ранее, во все годы исследований он положительно коррелировал с показателем «число падения» (табл. 2).

Сорта ячменя с крупным высококнатурным зерном наиболее пригодны для крупяного производства, в среднем за годы исследований у всех изучаемых сортов ячменя натура зерна была выше необходимого показателя (согласно ГОСТ не ниже 630 г/л). По данному параметру выделился относительно сорта-стандарта Пересвет (702 г/л) сорт Поволжский 65 (716 г/л), который во все годы исследований имел максимальные показатели (табл. 1). Ухудшение условий вегетации не отразилось на изменчивости натуры зерна, при оценке вариабельности установлено, что данный показатель относится к слабаварьирующим признакам ($C_v = 2,4\text{--}3,7\%$). Как отмечено ранее, в 2022 и 2024 гг. натура была тесно сопряжена с белком ($0,61^{**}$;

$0,62^{**}$) и в 2023–2024 гг. сопряжена положительно с крахмалом ($0,53^*$, $0,55^*$).

Выводы. Оценивая биохимические и технологические показатели зерна ярового ячменя, выращенного в условиях Среднего Поволжья, установлена группа сортов с высоким содержанием белка: Нутанс 553, Финист, Лунь, Безенчукский 2, Агат, Поволжский 65, Волгарь (14,0 – 15,4 %), максимальное содержание белка сформировал сорт Волгарь – 15,4 %. Данные сорта ячменя могут быть широко востребованы в кормопроизводстве. Отмечено, что изучаемые сорта ярового ячменя имели высокое число падения – 337–461 с, что говорит о низкой активности α -амилазы в зерне. Высокобелковые сорта ячменя с низкой амилолитической активностью улучшат не только качество круп, зернофуража, но и могут быть использованы в хлебопекарных целях. За годы исследований все изучаемые сорта ячменя сформировали высококнатурное зерно (не ниже 630 г/л), пригодное для крупяного производства. На пивоваренные цели сортов ярового ячменя не выявлено по ключевому показателю – содержанию белка.

По результатам корреляционного анализа установлено: между белковостью и натурой зерна наблюдалась положительная связь в контрастные по погодным условиям годы – 2022-й и 2024-й ($0,62^{**}$, $0,61^{**}$); в 2023 и 2024 гг. натура зерна была сопряжена несколько слабее с содержанием крахмала ($0,53^*$, $0,55^*$). Во все годы исследований число падения тесно коррелировало с массой 1000 зерен ($0,69^{**}$; $0,71^{**}$, $0,51^*$). Полученные результаты корреляционных связей между показателями качества необходимо использовать в целях селекционного улучшения биохимических и технологических свойств зерна ячменя.

Финансирование. Исследования выполнены в рамках государственного задания № FMRW -2024-0034 СамНЦ РАН.

Библиографический список

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 351 с.
2. 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). С. 126–133. DOI: 10.30766/2072-9081.2019.20.2.126-133
3. Лукина К. А., Ковалева О. Н., Лоскутов И. Г. Голозерный ячмень: систематика, селекция и перспективы использования // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2022. Т. 26, № 6. С. 524–536. DOI: 10.18699/VJGB-22-64
4. Полонский В. И., Сурин Н. А., Герасимов С. А., Липшин А. Г., Сумина А. В., Зюте С. А. Оценка образцов ячменя на содержание β -глюканов в зерне и другие ценные признаки в условиях Восточной Сибири // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021. Т. 182, № 1. С. 48–58. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-1-48-58
5. Полонский В. И., Лоскутов И. Г., Сумина А. В. Селекция на содержание антиоксидантов в зерне как перспективное направление для получения продуктов здорового питания // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. Т. 22, № 3. С. 343–352. DOI: 10.18699/VJ18.370
6. Сумина А. В., Полонский В. И. Роль генотипа и среды при формировании показателей плотности и пленчатости зерна ячменя, выращенного в условиях Сибири // Вестник Крас ГАУ. 2014. № 1. С. 64–69.
7. Сумина А. В., Полонский В. И. Содержание ценных веществ в зерне ячменя, выращенного в контрастных климатических условиях // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50, № 1. С. 23–31. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-1-3

8. Трубачеева Н. В., Першина Л. А. Проблемы и возможности изучения пивоваренных признаков ячменя с использованием молекулярно-генетических подходов // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. Т. 25, № 2. С. 171–177. DOI: 10.18699/VJ21.021
9. Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Донцов Д. П. Новые засухоустойчивые сорта ярового ячменя // Зерновое хозяйство России. 2013. № 5. С. 43–45.
10. Шаболкина Е. Н., Шевченко С. Н., Долженко Д. О., Калякулина И. А., Анисимкина Н. В. Аминокислотный состав белков голозерного ячменя // Зерновое хозяйство России. 2025. Т. 17, № 2. С. 13–19. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-97-2-13-19
11. Юсова О. А., Николаев П. Н. Селекция ярового ячменя на высокое качество зерна // Таврический вестник сельскохозяйственной науки. 2023. № 1(33). С. 148–157. DOI: 10.5281/zenodo.7898562
12. Choi H., Esser A., Murphy K. M. Genotype × environment interaction and stability of β-glucan content in barley in the Palouse region of eastern Washington // Crop Science. 2020. Vol. 60, Iss. 5. P. 2500–2510. DOI: 10.1002/csc2.20181

References

1. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of the study results)]. M.: Al'yans, 2014. 351s.
2. Eroshenko L. M., Romakhin M. M., Eroshenko A. N., Levakova O. V., Eroshenko N. A., Dedushev I. A., Romakhina V. V. Otsenka kachestvennykh pokazatelei zerna sortov i liniy yarovogo yachmenya [Estimation of grain quality indicators of spring barley varieties and lines] // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2019. № 20(2). S. 126–133. DOI: 10.30766/2072-9081.2019.20.2.126-133
3. Lukina K. A., Kovaleva O. N., Loskutov I. G. Golozernyi yachmen': sistematika, selektsiya i perspektivy ispol'zovaniya [Hulless barley: taxonomy, breeding and prospects of use] // Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. 2022. Т. 26, № 6. С. 524–536. DOI: 10.18699/VJGB-22-64
4. Polonskii V. I., Surin N. A., Gerasimov S. A., Lipshin A. G., Sumina A. V., Zyute S. A. Otsenka obraztsov yachmenya na sodержание β-glyukanov v zerne i drugie tsennye priznaki v usloviyakh Vostochnoi Sibiri [Estimation of barley samples for the content of β-glucans in grain and other valuable traits in the Eastern Siberia] // Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii. 2021. Т. 182, № 1. С. 48–58. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-1-48-58
5. Polonskii V. I., Loskutov I. G., Sumina A. V. Selekcziya na sodержание antioksidantov v zerne kak perspektivnoe napravlenie dlya polucheniya produktov zdorovogo pitaniya [Breeding for antioxidants in grain as a promising direction to obtain healthy food products] // Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. 2018. Т. 22, № 3. С. 343–352. DOI: 10.18699/VJ18.370
6. Sumina A. V., Polonskii V. I. Rol' genotipa i sredy pri formirovani pokazatelei plotnosti i plenchatosti zerna yachmenya, vyrashchennogo v usloviyakh Sibiri [The role of a genotype and environment in the formation of density and hulls of barley grain grown in Siberia] // Vestnik Kras GAU. 2014. № 1. С. 64–69.
7. Sumina A. V., Polonskii V. I. Soderzhanie tsennykh veshchestv v zerne yachmenya, vyrashchennogo v kontrastnykh klimaticheskikh usloviyakh [Content of valuable substances in barley grain grown in contrasting climatic conditions] // Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki. 2020. Т. 50, № 1. С. 23–31. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-1-3
8. Trubacheeva N. V., Pershina L. A. Problemy i vozmozhnosti izucheniya pivovarennykh priznakov yachmenya s ispol'zovaniem molekulyarno-geneticheskikh podkhodov [Problems and possibilities to study brewing traits of barley using molecular genetic approaches] // Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. 2021. Т. 25, № 2. С. 171–177. DOI: 10.18699/VJ21.021
9. Filippov E. G., Dontsova A. A., Dontsov D. P. Novye zasukhoustoichivye sorta yarovogo yachmenya [New drought-resistant spring barley varieties] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2013. № 5. С. 43–45.
10. Shabolkina E. N., Shevchenko S. N., Dolzhenko D. O., Kalyakulina I. A., Anisimkina N. V. Aminokislnotnyi sostav belkov golozerного yachmenya [Amino acid composition of proteins of hulless barley] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2025. Т. 17, № 2. С. 13–19. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-97-2-13-19
11. Yusova O. A., Nikolaev P. N. Selekcziya yarovogo yachmenya na vysokoe kachestvo zerna [Spring barley breeding for high grain quality] // Tavricheskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki. 2023. № 1(33). С. 148–157. DOI: 10.5281/zenodo.7898562
12. Choi H., Esser A., Murphy K. M. Genotype × environment interaction and stability of β-glucan content in barley in the Palouse region of eastern Washington // Crop Science. 2020. Vol. 60, Iss. 5. P. 2500–2510. DOI: 10.1002/csc2.20181

Поступила: 18.06.25; доработана после рецензирования: 07.07.25; принята к публикации: 18.07.25.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Шаболкина Е. Н. – концептуализация исследования, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Долженко Д. О. – анализ данных и их интерпретация; Бишарев А. А. – сбор данных; Калякулина И. А. – выполнение полевых опытов, сбор данных; Анисимкина Н. В. – выполнение химико-технологических анализов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.