

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЗЕРНА ПЛЕНЧАТЫХ И ГОЛОЗЕРНЫХ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ ДЛЯ ПРИГОДНОСТИ НА КРУПЯНЫЕ ЦЕЛИ

Е.Н. Шаболкина, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технолого-аналитического сервиса, elenashabolkina@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1090-4399;

С.Н. Шевченко, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, заведующий отделом селекции, shevchenko_sn@list.ru, ORCID ID: 0000-0002-7605-9864;

Д.О. Долженко, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и генетики мягкой пшеницы, ddolzhenko75@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2004-329X;

А.А. Бишарев, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник 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, п. Безенчук, Самарская обл., Россия, ул. Карла Маркса, 41; 8 (84676) 2-11-40; e-mail: samniish@mail.ru

Для эффективного использования сортов ячменя по назначению необходимо углубленное изучение качества зерна ячменя, ведение селекции на улучшение конкретных биохимических и технологических показателей зерна пленчатых и голозерных сортов. Цель исследований – оценить качество зерна пленчатых и голозерных сортов ярового ячменя для пригодности на крупяные цели, установить корреляционные связи между показателями качества зерна. Исследования проводили в 2023–2025 гг. в Самарском научно-исследовательском институте сельского хозяйства – СамНИЦ РАН. В качестве экспериментального материала использовали 16 сортов ярового пленчатого ячменя и 4 сорта голозерного ячменя из конкурсного сортоиспытания.

При изучении селекционного материала ярового пленчатого ячменя выделена группа сортов: Безенчукский 2, Лунь, Медикум 157, Медикум 269 с высоким содержанием белка (14,2–14,3 %) и оптимальными технологическими показателями зерна: стекловидностью (57,0–60,0 %), массой 1000 зерен (49,9–56,6 г), выравненностью (94,5–97,6 %) и низкой пленчатостью (9,1–9,7 %) для пригодности на крупяные цели. Сорта голозерного ячменя Голыш и Нудум 1516 с высоким содержанием белка (16,4–16,7 %), стекловидностью (82,0–83,0 %), выравненностью зерна (86,8–88,7 %) и отсутствием пленок повысят эффективность шелушения и облегчат процесс выработки крупы. Отмечено, что зерно изучаемых сортов ячменя во все годы исследований представляло собой хорошо выполненное зерно с натурной зерна (682–785 г/л) пригодное для крупяного производства, голозерный ячмень значительно превосходил по натуре зерна пленчатые формы. Результаты корреляционного анализа дают возможность для селекционного улучшения технологических параметров зерна ячменя: установлена тесная положительная взаимосвязь во все годы исследований между массой 1000 зерен и выравненностью зерна у пленчатых сортов ячменя (0,71**; 0,72**; 0,62*) и голозерных сортов (0,95*; 0,95**; 0,99*). У голозерных сортов отмечена существенная положительная корреляция между стекловидностью и содержанием белка в зерне (0,97*; 0,96*).

Ключевые слова: пленчатый ячмень, голозерный ячмень, сорта, качество, белок, стекловидность, масса 1000 зерен, натура, пленчатость, выравненность.

Для цитирования: Шаболкина Е.Н., Шевченко С.Н., Долженко Д.О., Бишарев А.А., Калякулина И.А., Анисимкина Н.В. Оценка качества зерна пленчатых и голозерных сортов ячменя для пригодности на крупяные цели // Зерновое хозяйство России. 2026. Т.18, №3 С. 23-29. DOI: 10.31367/2079-8725-2026-104-3-23-29.



EVALUATION OF GRAIN QUALITY OF HULLED AND HULLESS BARLEY VARIETIES FOR USE AS GROATS

E.N. Shabolkina, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for technical and analytical service, elenashabolkina@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1090-4399;

S.N. Shevchenko, Doctor of Agricultural Sciences, professor, academician of RAS, head of the breeding department, shevchenko_sn@list.ru, ORCID ID: 0000-0002-7605-9864;

D.O. Dolzhenko, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for common wheat breeding and seed production; ddolzhenko75@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2004-329X;

A.A. Bisharev, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, 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.

Samara Scientific Research Agriculture Institute named after N.M. Tulaykov - Branch of the Samara Federal Research Scientific Center of RAS,

446254, Russia, Samara region, v. of Bezenchuk, Karl Marks Str., 41; e-mail: samniish@mail.ru; 8 (84676) 2-11-40.

To effectively use barley varieties for their intended purpose, it is necessary to study thoroughly barley grain quality and to improve specific biochemical and technological indicators of hulled and hulless varieties' grain. The purpose of the current study was to evaluate the grain quality of hulled and hulless spring barley varieties for their suitability for groats production and to establish correlations between grain quality indicators. The study was conducted at the Samara Federal Research Scientific Center of RAS from 2023 to 2025. The material for trials included 16 hulled spring barley varieties and 4 hulless barley varieties from the Competitive Variety Testing. When studying the breeding material of spring hulled barley, there has been identified a group of varieties Bezenchukskiy 2, Lun, Medikum 157, Medikum 269 with a high protein percentage (14.2-14.3%) and optimal technological indicators of grain such as hardness (57.0-60.0%), 1000-grain weight (49.9-56.6 g), grain uniformity (94.5-97.6%) and low hull content (9.1-9.7%) which could be used for groats purposes. The hulless barley varieties Golysh and Nudum 1516, with high protein percentage (16.4-16.7%), hardness (82.0-83.0%), grain uniformity (86.8-88.7%), and the absence of hulls, will improve hulling efficiency and facilitate the groats production process. There has been noted that the grain of the studied barley varieties throughout the research period was good-sized, with a grain nature weight of 682-785 g/l, suitable for groats production. The hulless barley has significantly surpassed hulled varieties in grain nature weight. The correlation results give an opportunity to improve the technological parameters of barley grain. There has been established a close positive correlation between the 1000-grain weight and grain uniformity in hulled barley varieties (0.71**, 0.72**, 0.62*) and hulless varieties (0.95*, 0.95**, 0.99*). The hulless varieties have demonstrated a significant positive correlation between hardness and protein percentage in grain (0.97*, 0.96*).

Keywords: *hulled barley, hulless barley, varieties, quality, protein, hardness, 1000-grain weight, grain unit, hull content, uniformity.*

Введение. Ячмень – одна из важнейших, широко распространенных злаковых культур, которую используют в качестве пищевого источника и в России и в западных странах для производства продуктов здорового питания (крупы ячневая и перловая, сухие завтраки) и в качестве ингредиента для расширения ассортимента функциональных изделий (йогурты и творожки с долей бета-глюканов, ячменный кофе, хлебные изделия с добавлением ячменной муки), способствующих профилактике ряда серьезных заболеваний (Сумина и Полонский 2020; Choi et al., 2020; Полонский и др., 2021). Продукты из зерна ячменя нашли место и в специализированном питании для диабетиков с низким содержанием крахмала, белком с полноценным составом аминокислот, с высоким уровнем растворимых и нерастворимых пищевых волокон (Полонский и др., 2018; Шаболкина и др., 2025).

Продовольственное использование ячменя увеличивает спрос на качественное и высокотехнологичное сырье. Ячменная крупа (ГОСТ 5784-2022) должна вырабатываться из ценных по качеству сортов ячменя по ГОСТ 28672-2019, в котором из технологических показателей нормируется натура зерна. Приоритетными показателями при производстве крупы являются: стекловидность, выравненность, содержание белка в зерне. Стекловидность зерна имеет большое значение при промышленной переработке зерна и влияет на выработку, товарный вид и потребительские достоинства крупы, поэтому производители заинтересованы в стекловидном ячмене (Петухова и др., 2018; Николаев и др., 2019). Ячневая крупа высокого качества с наибольшим выходом образуется при переработке зерна со стекловидным эндоспермом. Переработка полустекловидных и мучнистых ячменей позволяет получить перловую

крупу с большим объемным выходом и лучшими органолептическими показателями каши. Зерно ячменя с выравненностью (однородностью) 80% и более считается ценным и обеспечивает максимальный выход и качество крупы (Губанова и Губанов, 2018). Белок в зерне продовольственного ячменя не регламентируется документами, но его повышенное содержание интересует и крупяные предприятия, и хлебопекарные так, как каши и хлебобулочные изделия более калорийны и питательны, если они изготовлены из высокобелковых сортов ячменя (Левакова и Ерошенко, 2019; Шаболкина и др., 2023).

Пленчатые сорта ячменя по сравнению с голозерными менее технологичны: требуют больше энергетических затрат на выработку крупы и муки, больше потерь полезных для здоровья веществ уходит с оболочкой и алейроновым слоем, поэтому ячмень голозерный прочно занял место в перерабатывающих отраслях. Голозерный ячмень востребован в пищевой индустрии, его используют не только в производстве различных круп, но и в качестве добавок при приготовлении функционального питания: общая сумма аминокислот в белке выше более чем на 50,0 %, чем в пленчатом ячмене, а так же наблюдается преимущество по содержанию белка, бета-глюканов и жирных кислот в зерне (Железнов и др., 2013; Лукина и др., 2022). Зерно голозерного ячменя в большинстве случаев стекловидное и свободно от пленок, поэтому выход крупы из голозерных форм значительно выше, для эффективного технологического использования целесообразна замена части пленчатого ячменя голозерным (Филиппов и Дорошенко, 2015).

Для эффективной и качественной выработки крупы необходимо, чтобы зерно ячменя соответствовало ГОСТу и определенным требованиям, соответствующим

ячменю крупяного направления. Для этого необходимо углубленное изучение качества зерна ячменя, ведение селекции на улучшение конкретных биохимических и технологических показателей зерна пленчатых и голозерных сортов, повышение питательности зерна и вкусовых качеств.

Цель исследований – оценить качество зерна пленчатых и голозерных сортов ярового ячменя для пригодности на крупяные цели, установить корреляционные связи между показателями качества зерна.

Материалы и методы исследований. На экспериментальной базе Самарского НИИСХ в течение 2023–2025 годов изучались биохимические и технологические показатели зерна 16 сортов пленчатого и 4 сортов голозерного ячменя из конкурсного сортоиспытания. Стандартами служили засухоустойчивый сорт интенсивного типа Пересвет собственной селекции и Стрелецкий голозерный, созданный в сотрудничестве ФНЦ ЗБК и Самарского НИИСХ-филиала СамНЦ РАН. Опыт размещали в селекционном зернопаровом севообороте по предшественнику горох. Агротехника в опыте – зональная. Площадь делянки 20 м², повторность четырёхкратная, по схеме рендомизированных блоков.

Оценку качества зерна ячменя проводили в соответствии с национальными стандартами Российской Федерации: содержание азота белкового по ГОСТ 10846-91, крахмала по ГОСТ 10845-98, стекловидности по ГОСТ 10987-76, массу 1000 зерен по ГОСТ 10842-89, натуру зерна по ГОСТ 10840-2017, пленчатости зерна по ГОСТ 10843-76, выравненности зерна (Беркутова, 1991). Статистическая обработка экспериментальных данных проведена по Б.А. Доспехову (Доспехов, 2014).

Агрометеорологические условия в годы исследова-

ний были различными и характеризовались как умеренно благоприятные в 2023 году, неблагоприятные в 2024 году и благоприятные в 2025 году.

В 2023 г. вегетация ячменя проходила в условиях неустойчивого температурного режима воздуха и неравномерного выпадения осадков. Максимальное отклонение средней температуры воздуха от многолетних значений составило от +5,3°C (3 декада мая) до -4,3°C (3 декада июня), количество осадков по декадам колебалось от 0,8 мм до 25,8 мм. Всего за вегетацию ячменя выпало 121,6 мм осадков (на 8,8 % ниже нормы), ГТК составил 0,7 (засуха средней силы).

Условия сезона 2024 г. характеризовались жёстким 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°C и 0,9°C выше среднемноголетних значений, а выпадавшие осадки носили ливневый характер. Всего за вегетацию ячменя выпало 91,5 мм осадков (на 33,4 % ниже нормы), ГТК составил 0,56 (сильная засуха).

Погодные условия 2025 года были благоприятными для роста и развития ярового ячменя. Максимальное отклонение средней температуры воздуха от многолетних значений составило от +1,9°C (1 декада июня) до -3,6°C (3 декада июня), количество осадков по декадам колебалось от 1,2 мм до 35,4 мм. На момент окончания созревания зерна (2 декада июля) температура воздуха была выше многолетних значений на 1,1°C и равнялась 23,0°C, а сумма осадков за декаду составила 21,5 мм (134,4 % от нормы).

Результаты и их обсуждение. Массовая доля белка в зерне ячменя на крупяные цели не регулируется нормативными документами, но от ее содержания зависит калорийность и питательность пищевых продуктов. В среднем за 2023–2025 годы содержание белка в зерне пленчатого ячменя (табл.1) колебалось от 12,9 до 14,8 %.

Таблица 1. Биохимические и технологические показатели пленчатого и голозерного ячменя, 2023–2025 годы

Table 1. Biochemical and technological indicators of hulled and hulless barley, 2023–2025

Сорт, линия	Белок, %	Крахмал, %	Стекловидность, %	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л	Пленчатость, %	Выравненность, %
Пленчатый ячмень							
Пересвет, st.	13,2	56,6	53,0	48,5	709	10,3	97,6
Холзан	13,3	56,4	58,0	48,3	710	10,0	93,9
Орлан	13,3	56,2	51,0	50,0	701	10,1	97,5
Финист	14,0	56,0	49,0	46,2	692	10,2	93,3
Безенчукский 2	14,3	56,3	54,0	49,2	689	9,6	97,6
Беркут	13,3	56,2	54,0	47,2	704	10,4	91,9
Ястреб	13,9	56,2	51,0	48,2	696	10,2	95,5
Лунь	14,2	56,2	52,0	56,6	694	9,7	94,7
Поволжский 65	14,0	56,6	59,0	45,4	720	9,9	91,8
Агат	14,2	56,2	51,0	49,5	682	9,9	96,0
Батик	12,9	56,7	57,0	45,7	704	10,0	86,8
Поволжский 22	13,3	57,1	54,0	48,8	739	10,7	91,5
Волгарь	14,8	56,3	55,0	45,7	703	9,7	89,5

Продолжение табл. 1

Медикум 157	14,1	56,2	60,0	49,9	702	9,7	94,5
Медикум 269	14,2	57,0	57,0	51,2	698	9,1	95,3
Нутанс 553	14,3	56,1	54,0	46,0	697	9,8	91,8
НСР ₀₅	0,9	-	3,0	1,2	25	0,5	2,2
Голозерный ячмень							
Стрелецкий голозерный, st.	15,9	56,0	70	47,7	744	-	90,4
Нудум 1505	16,0	53,8	72	43,7	785	-	82,8
Голыш	16,4	53,9	82	46,8	748	-	88,5
Нудум 1516	16,7	54,8	83	45,8	737	-	86,8
НСР ₀₅	0,4	1,5	9	2,1	21	-	1,6

Примечание: st – стандарт.

С высоким содержанием белка выделилась группа пленчатых сортов: Безенчукский 2, Лунь, Агат, Волгарь, Медикум 269, Нутанс 553 (14,2–14,8 %). Максимальное содержание белка отмечено у голозерных форм ячменя 15,9–16,7 % (сорт Стрелецкий голозерный, st. – 15,9%), в данной группе выделились высокобелковые сорта: Голыш (16,4 %) и Нудум 1516 (16,7 %). Согласно Международному классификатору СЭВ рода *Hordeum* L., к группе высокобелковых сортов (от 14,1 %) относится пленчатый сорт Медикум 157 и голозерный сорт Нудум 1505.

Погодные условия вегетационного периода во время испытаний повлияли на накопление белковых веществ в зерне пленчатого и голозерного ячменя. В 2025 году в условиях благоприятных для развития вегетативной массы ярового ячменя и формирования высокой урожайности наблюдалось минимальное содержание белка в зерне за годы наблюдений: у пленчатых сортов 11,0–13,9 % у голозерных сортов 14,0–

15,6 %. Жёсткий гидротермический режим в период налива и созревания зерна в 2024 году (ГТК составил 0,56) способствовал значительному накоплению белковых веществ в зерне пленчатых сортов (14,4–17,2%) и голозерных сортов ячменя (19,4–20,2%). Максимальное содержание белка в зерне отмечено у сортов голозерного ячменя Нудум 1505 и Нудум 1516 (20,2 %). При выработке крупы сошлифовывание поверхностного слоя зерна у пленчатых ячменей ведет к удалению ценных компонентов, в том числе и белка. У голозерных форм ввиду отсутствия затрат на освобождение от цветочных пленок время обработки оптимизировано (Филиппов и Дорошенко, 2015), что обеспечивает повышенный выход крупы с меньшими потерями белка и полезных для здоровья веществ. Анализ корреляционных данных (табл. 2) в 2024 и 2025 годах (контрастные по погодным условиям годы) показал достоверную отрицательную зависимость между содержанием белка и натурой зерна у сортов пленчатого ячменя (-0,60*; -0,61*).

Таблица 2. Матрица коэффициентов корреляции показателей качества зерна ярового пленчатого ячменя в 2023, 2024, 2025 годах

Table 2. Matrix of correlation coefficients of grain quality indicators of spring hulled barley in 2023, 2024, 2025

Год	Показатели	Белок, %	Крахмал, %	Стекловидность, %	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л	Пленчатость, %	Выравненность, %
2023	Белок, %	1,00	-	-	-	-	-	-
	Крахмал, %	-0,44	1,00	-	-	-	-	-
	Стекловидность, %	-0,06	0,45	1,00	-	-	-	-
	Масса 1000 зерен, г	-0,08	0,15	-0,02	1,00	-	-	-
	Натура, г/л	0,01	0,54*	0,78**	-0,23	1,00	-	-
	Пленчатость, %	-0,29	-0,15	-0,65**	0,22	-0,47	1,00	-
	Выравненность, %	-0,02	-0,11	-0,36	0,71**	-0,47	0,20	1,00
2024	Белок, %	1,00	-	-	-	-	-	-
	Крахмал, %	-0,82**	1,00	-	-	-	-	-
	Стекловидность, %	-0,29	0,48	1,00	-	-	-	-
	Масса 1000 зерен, г	-0,12	0,14	-0,06	1,00	-	-	-
	Натура, г/л	-0,60*	0,55*	0,36	-0,10	1,00	-	-
	Пленчатость, %	-0,22	-0,05	0,17	-0,49	0,26	1,00	-
	Выравненность, %	0,06	-0,14	-0,34	0,72**	0,03	-0,42	1,00
2025	Белок, %	1,00	-	-	-	-	-	-
	Крахмал, %	-0,55*	1,00	-	-	-	-	-
	Стекловидность, %	0,13	0,17	1,00	-	-	-	-
	Масса 1000 зерен, г	-0,13	0,06	-0,28	1,00	-	-	-
	Натура, г/л	-0,61*	0,57*	0,53*	-0,36	1,00	-	-
	Пленчатость, %	-0,81**	-0,02	-0,18	0,13	0,52*	1,00	-
	Выравненность, %	0,15	-0,34	-0,39	0,62*	-0,46	0,06	1,00

Примечание: * - значимость на 5% уровне;
 ** - значимость на 1% уровне.

По содержанию крахмала в зерне в среднем за годы исследований (табл. 1) изучаемые сорта пленчатого ячменя (56,0–57,1 %) находились на уровне сорта-стандарта Пересвет (56,6%), существенных различий между сортами не отмечено; у голозерных сортов содержание крахмала было достоверно ниже уровня сорта-стандарта Стрелецкий голозерный (56,0%). В 2025 году при минимальном содержании белка в зерне и высокой урожайности ячменя содержание крахмала в зерне было наибольшим за годы испытаний и у пленчатых сортов (59,5–60,6 %) и у голозерных (56,2–61,8 %). Мучнистый ячмень наиболее ценен не в крупяном производстве, а в пивоварении, так как от содержания крахмала зависит экстрактивность зерна. Согласно данным (табл. 2) в острожасушливом 2024 году и в условиях повышенной влагообеспеченности в 2025 году установлена обратная корреляционная связь между содержанием крахмала и белка в зерне ($-0,82^{**}$; $-0,55^{*}$).

Одно из требований к ячменю пищевого направления использования - высокая стекловидность эндосперма, поэтому в настоящее время все чаще селекцию ячменя направляют на повышение стекловидности зерна. Стекловидность отражает плотность эндос-

перма, связь крахмальных зерен с белком. Результаты исследований показывают, стекловидность зерна (табл. 1) варьировала у пленчатых сортов ячменя от 51,0 до 60,0 %, выделилась группа сортов с повышенной стекловидностью зерна, достоверно превышающих сорт-стандарт Пересвет (53,0 %): Холзан (58,0 %), Поволжский 65 (59,0 %), Батик (57,0 %), Медикум 157 (60,0 %), Медикум 269 (57,0 %). Данный показатель в 2023 и 2025 годах был положительно сопряжен с натурой зерна ($0,78^{**}$; $0,53^{*}$). У голозерных сортов стекловидность зерна колебалась в пределах 70,0–83,0 %, выделились сорта с высокой стекловидностью Голыш (82,0 %) и Нудум 1516 (83,0 %). Отмечено, что стекловидность связана с накоплением белка в зерне ячменя и с его пленчатостью: высокостекловидные образцы содержат больше белка по сравнению с мучнистыми (Петухова и др., 2018). За годы исследований у высокобелковых сортов голозерного ячменя Голыш и Нудум 1516 зерно характеризовалось более стекловидным эндоспермом. У голозерных сортов (табл.3) отмечена существенная положительная корреляция между стекловидностью и содержанием белка в зерне ($0,97^{*}$; $0,96^{*}$) в 2024 и в 2025 годах, недостоверная положительная связь в 2023 году ($0,47$).

Таблица 3. Матрица коэффициентов корреляции показателей качества зерна ярового голозерного ячменя в 2023, 2024, 2025 годах

Table. 3. Matrix of correlation coefficients of grain quality indicators of spring hulless barley in 2023, 2024, 2025

Год	Показатели	Белок, %	Крахмал, %	Стекло-видность, %	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л	Выравненность, %
2023	Белок, %	1,00	-	-	-	-	-
	Крахмал, %	0,45	1,00	-	-	-	-
	Стекло-видность, %	0,47	-0,55	1,00	-	-	-
	Масса 1000 зерен, г	0,72	0,90	-0,27	1,00	-	-
	Натура, г/л	-0,70	-0,66	-0,12	-0,60	1,00	-
	Выравненность, %	0,89	0,71	0,07	0,95*	-0,59	1,00
2024	Белок, %	1,00	-	-	-	-	-
	Крахмал, %	0,55	1,00	-	-	-	-
	Стекло-видность, %	0,97*	0,87	1,00	-	-	-
	Масса 1000 зерен, г	-0,86	-0,43	0,07	1,00	-	-
	Натура, г/л	0,60	0,05	-0,46	-0,90	1,00	-
	Выравненность, %	-0,86	-0,43	0,07	0,95**	0,91	1,00
2025	Белок, %	1,00	-	-	-	-	-
	Крахмал, %	-0,55	1,00	-	-	-	-
	Стекло-видность, %	0,96*	-0,45	1,00	-	-	-
	Масса 1000 зерен, г	-0,06	0,52	0,22	1,00	-	-
	Натура, г/л	-0,60	-0,21	-0,76	-0,72	1,00	-
	Выравненность, %	-0,20	0,64	0,07	0,99*	-0,64	1,00

Примечание: * - значимость на 5% уровне;

** - значимость на 1% уровне.

Масса 1000 зерен и натура зерна характеризуют крупность зерна и влияют на качество крупяных продуктов и их производство. Наибольшая масса 1000 зерен отмечена у пленчатых сортов ячменя, достоверно превысила сорт-стандарт Пересвет (48,5 г) сорта: Орлан (50,0 г), Лунь (56,6 г), Медикум 157 (49,9 г), Медикум 269 (51,2 г). У изучаемых голозерных сортов ячменя масса 1000 зерен (43,7–46,8 г) была достоверно ниже сорта-стандарта Стрелецкий голозерный (47,7 г). По абсолютной массе зерна сорта пленчатого и голозерного ячменя относятся к категории крупных

по весу (Филиппов и др., 2013), что обеспечивает при выработки больший выход ячменной крупы. Результаты корреляционного анализа (табл.2, 3) дают возможность для селекционного улучшения технологических параметров зерна ячменя: установлена тесная положительная взаимосвязь во все годы исследований между массой 1000 зерен и выравненностью зерна у пленчатых сортов ячменя ($0,71^{**}$; $0,72^{**}$; $0,62^{*}$) и голозерных сортов ($0,95^{*}$; $0,95^{**}$; $0,99^{*}$).

Для крупяного производства наиболее пригодно высоконатурное зерно, анализ данных показал,

что зерно изучаемых сортов ячменя во все годы исследований было хорошо выполненным с натурой зерна выше 630 г/л, что соответствует требованиям ГОСТ 28672-90. В среднем за 2023–2025 годы натура зерна у пленчатых сортов ячменя (табл.1) колебалась в пределах 682 – 739 г/л, выделился сорт Поволжский 65. Голозерный ячмень по натуре зерна (737–785 г/л) превосходил значительно пленчатые формы, выделился сорт Нудум 1505, который во все годы исследований имел наибольшую натурную массу (740–811 г/л). Данный показатель во все годы исследований был положительно сопряжен с содержанием крахмала в зерне (0,54*; 0,55*; 0,57*). Высоконатурное крупное зерно, содержащее больше эндосперма, при выработке крупы способствует снижению массы побочных продуктов размола и энергозатрат.

Низкая пленчатость ячменя также является положительным фактором при выработке крупы и муки. За 2023–2025 годы пленчатость зерна ярового ячменя (табл.1) колебалась в пределах 9,1–10,7 %, достоверно ниже сорта-стандарта Пересвет (10,3%) выделились сорта: Безенчукский 2 (9,6 %), Лунь (9,7 %), Волгарь (9,7 %), Медикум 157 (9,7 %), Медикум 269 (9,1 %). Наименьшее значение пленчатости зерна ячменя во все годы исследований показал сорт Медикум 269 (8,5–9,4 %). С одной стороны, данный параметр зависит от сортовых особенностей, с другой – от условий выращивания. В условиях дефицита влаги в 2023 (ГТК 0,7 – засуха средней силы) и 2024 (ГТК 0,56 – сильная засуха) годах наблюдалось снижение пленчатости зерна (8,4–10,5 %), а в 2025 году в условиях повышенной влагообеспеченности пленчатость была существенно выше (9,4–11,7 %). Сорта ячменя с низкой пленчатостью и голозерные сорта облегчают процесс переработки зерна благодаря эффективности шелушения и оптимизации времени выработки.

Выравненность зерна у сортов пленчатого ячменя в

годы исследований (табл. 1) была достаточно высокой на уровне 90 % и выше, у голозерного ячменя колебалась от 82,8 до 90,4 %. При определении выравненности зерна и других технологических показателей необходимо учитывать особенности голозерных сортов ячменя, так как нормативные документы разрабатывались для пленчатых сортов.

Выводы. Проведенная комплексная оценка сортов пленчатого и голозерного ярового ячменя позволила выделить образцы, пригодные для использования на крупяные цели. Все изученные сорта за годы исследований сформировали высоконатурное зерно, пригодное для крупяного производства, причём голозерный ячмень (737–785 г/л) значительно превосходил пленчатые формы (682–720 г/л). Высоким содержанием белка в зерне 14,2–14,3 % и оптимальными технологическими показателями зерна: стекловидность 57,0–60 %, масса 1000 зёрен 49,9–56,6 г, выравненность 94,5–97,6 % и низкой пленчатостью (9,1–9,7 %) выделились пленчатые сорта Безенчукский 2, Лунь, Медикум 157 и Медикум 269. Высокобелковые сорта голозерного ячменя Голыш и Нудум 1516 (16,4–16,7 %) с высокой стекловидностью (82–83 %), выравненностью зерна (86,8–88,7 %) и отсутствием плёнок повысят эффективность шелушения и процесс выработки крупы.

Установленные корреляции между массой 1000 зёрен и выравненностью, как у пленчатых (0,71**; 0,72**; 0,62*), так и у голозерных (0,95*; 0,95**; 0,99*) форм, между стекловидностью и содержанием белка (0,97*; 0,96*) у голозерных сортов могут использоваться в селекционном процессе на улучшение показателей качества зерна.

Финансирование. Работа выполнена сотрудниками Самарского НИИСХ-филиала СамНЦ РАН в рамках государственного задания Минобрнауки России для СамНЦ РАН по теме FMRW-2024-0017.

Библиографический список

1. Беркутова Н.С. Методы оценки и формирование качества зерна. М.: Росагропромиздат, 1991. 206 с.
2. Губанова В.М., Губанов М.В. Технологические и биохимические характеристики зерна пленчатого и голозерного ячменя в условиях Северного Зауралья // Пермский аграрный вестник. 2018. № 4. С. 47–51.
3. Железнов А.В., Кукоева Т.В., Железнова Н.Б. Ячмень голозерный: происхождение, распространение и перспективы использования // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2013. Т. 17. № 2. С. 286–297.
4. Левакова О.В., Ерошенко Л.М. Высокобелковые сорта и перспективные линии ярового ячменя // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2019. № 6. С. 23–25. DOI: 10.30850/vrsn/2019/6/23-25
5. 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/VSGB-22-64
6. Николаев П.Н., Юсова О.А., Политуха О.В., Панкратьев И.А., Зверев С.В. и др. Характеристика крупяных свойств голозерного ячменя // Аграрная Россия. 2019. № 7. С. 14–17. DOI: 10.30906/1999-5636-2019-7-14-17
7. Петухова И.А., Рябчун В.К., Музафарова В.А., Падалка Е.И. Оценка стекловидности зерна ячменя ярового крупяного направления использования // Вестник Белорусской Государственной Сельскохозяйственной Академии. 2018. № 4. С. 30–34.
8. 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
9. Полонский В.И., Суринов Н.А., Герасимов С.А. и др. 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
10. 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
11. Филиппов Е.Г., Дорошенко Э.С. Голозерный ячмень состояние изученности и перспективы использования // Зерновое хозяйство России. 2015. № 4. С. 8–12.
12. Филиппов Е.Г., Донцова А.А., Донцов Д.П. Новые засухоустойчивые сорта ярового ячменя // Зерновое хозяйство России. 2013. № 5. С. 43–45.

13. Шаболкина Е. Н., Шевченко С. Н., Бишарев А. А., Калякулина И. А., Анисимкина Н. В. Оценка урожайности, содержания белка в зерне и пленчатости ярового ячменя в условиях Среднего Поволжья // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15, № 4. С. 72-77. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-87-4-72-77

14. Шаболкина Е.Н., Шевченко С.Н., Долженко Д.О., Калякулина И.А., Анисимкина Н.В. Аминокислотный состав белков голозерного ячменя // Зерновое хозяйство России. 2025. № 2. С. 13-19. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-97-2-13-19

15. 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. Berkutova N.S. Metody otsenki i formirovaniye kachestva zerna [Methods for grain quality estimation and development]. M.: Rosagropromizdat, 1991. 206 s.

2. Gubanova V.M., Gubanov M.V. Tekhnologicheskie i biokhimicheskie kharakteristiki zerna plenchatogo i golozernogo yachmenya v usloviyakh Severnogo Zaural'ya [Technological and biochemical characteristics of hulled and hullless barley grain in the Northern Trans-Urals] // Permskii agrarnyi vestnik. 2018. № 4. S. 47-51.

3. Zheleznov A.V., Kukoeva T.V., Zheleznova N.B. Yachmen' golozernyi: proiskhozhdenie, rasprostraneniye i perspektivy ispol'zovaniya [Hullless barley: origin, distribution, and prospects of use] // Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. 2013. T. 17. № 2. S. 286-297.

4. Levakova O.V., Eroshenko L.M. Vysokobelkovyye sorta i perspektivnyye linii yarovogo yachmenya [High-protein varieties and promising lines of spring barley] // Vestnik Rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki. 2019. № 6. S. 23-25. DOI: 10.30850/vrsn/2019/6/23-25

5. Lukina K.A., Kovaleva O.N., Loskutov I.G. Golozernyi yachmen'; sistematika, selektsiya i perspektivy ispol'zovaniya [Hullless barley: taxonomy, breeding, and prospects of use] // Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. 2022. T. 26, № 6. S. 524-536. DOI: 10.18699/VSGB-22-64

6. Nikolaev P.N., Yusova O.A., Politukha O.V., Pankrat'ev I.A., Zverev S.V. i dr. Kharakteristika krupyanykh svoystv golozernogo yachmenya [Characteristics of the groat properties of hullless barley] // Agrarnaya Rossiya. 2019. № 7. S. 14-17. DOI: 10.30906/1999-5636-2019-7-14-17

7. Petukhova I.A., Ryabchun V.K., Muzafarova V.A., Padalka E.I. Otsenka steklovidnosti zerna yachmenya yarovogo krupyanogo napravleniya ispol'zovaniya [Estimation of the hardness of spring barley grain for use as groats] // Vestnik Belorusskoi Gosudarstvennoi Sel'skokhozyaistvennoi Akademii. 2018. № 4. S. 30-34.

8. Polonskii V. I., Loskutov I. G., Sumina A. V. Seleksiya na sodержание antioksidantov v zerne kak perspektivnoye napravleniye dlya polucheniya produktov zdorovogo pitaniya [Breeding for antioxidant content in grain as a promising direction for healthy food production] // Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. 2018. T. 22, № 3. S. 343–352. DOI: 10.18699/VJ18.370

9. Polonskii V.I., Surin N.A., Gerasimov S.A. i dr. Otsenka obraztsov yachmenya na sodержание β-glyukanov v zerne i drugie tsennyye priznaki v usloviyakh Vostochnoi Sibiri [Estimation of barley samples for the content of β-glucan in grain and other valuable traits in Eastern Siberia] // Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii. 2021. T. 182, № 1. S. 48–58. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-1-48-58

10. 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 weather conditions] // Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki. 2020. T. 50, № 1. S. 23-31. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-1-3

11. Filippov E.G., Doroshenko E.S. Golozernyi yachmen' sostoyaniye izuchennosti i perspektivy ispol'zovaniya [Hullless barley: state of study and prospects of use] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2015. № 4. S. 8-12.

12. Filippov E.G., Dontsova A.A., Dontsov D.P. Novyye zasukhoustoichivyye sorta yarovogo yachmenya [New drought-tolerant spring barley varieties] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2013. № 5. S. 43-45

13. Shabolkina E. N., Shevchenko S. N., Bisharev A. A., Kalyakulina I. A., Anisimkina N. V. Otsenka urozhainosti, sodержaniya belka v zerne i plenchatosti yarovogo yachmenya v usloviyakh Srednego Povolzh'ya [Estimation of productivity, grain protein percentage, and hull content of spring barley in the Middle Volga Region] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2023. T. 15, № 4. S. 72–77. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-87-4-72-77

14. Shabolkina E.N., Shevchenko S.N., Dolzhenko D.O., Kalyakulina I.A., Anisimkina N.V. Aminokislotoyny sostav belkov golozernogo yachmenya [Amino acid composition of proteins in hullless barley] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2025. № 2. S. 13-19. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-97-2-13-19

15. 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: 18.03.26; доработана после рецензирования: 09.04.26; принята к публикации: 14.04.26.

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; Шевченко С.Н. – концептуализация исследования; Долженко Д. О. – анализ данных и их интерпретация; Бишарев А.А. – сбор данных; Калякулина И. В. – выполнение полевых опытов, сбор данных; Анисимкина Н.В. – выполнение химико-технологических анализов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.