

ОТЕЧЕСТВЕННАЯ СЕЛЕКЦИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Научная статья
УДК 633.283(571.1)
DOI: 10.30901/2227-8834-2025-3-209-217



‘Чарышская Красавица’ – новый сорт пайзы (*Echinochloa frumentacea* Link) кормового направления для Западной Сибири

А. П. Чебатареv^{1,2}, М. В. Чебатарева^{1,3}, С. В. Жаркова², А. Б. Володин⁴

¹ Федеральнй Алтайский научный центр агробиотехнологий, Барнаул, Россия

² Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия

³ Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия

⁴ Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, Михайловск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Анатолий Павлович Чебатареv, admiral160697@mail.ru

В резко континентальных условиях Западной Сибири, где жаркое и достаточно сухое лето предпочтительно для возделывания нетипичных для местной флоры культур, оптимизация развития животноводства путем расширения незначительного ассортимента малораспространенных кормовых трав и усовершенствование их состава новыми селекционными сортами являются актуальной задачей.

Цель исследования – определение продуктивного и кормового потенциала нового сорта пайзы (*Echinochloa frumentacea* Link). В качестве стандарта использовался сорт ‘Тотика’. Экспериментальная часть работы проводилась в течение 2022–2024 гг. на опытных полях Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий, расположенных в лесостепной зоне Приобья Западной Сибири. Сорт изучали путем проведения полевых и лабораторных опытов. За период исследований в конкурсном сортоиспытании (КСИ) сорт ‘Чарышская Красавица’ показал достоверное преимущество перед стандартом по ряду хозяйственно-биологических (+35% по урожайности сухой массы, +27% по урожайности зеленой массы, –6% по срокам созревания, +13% по высоте растений, +13% по степени облиственности) и качественным признакам (+40% по кормовой единице, +11% по перевариваемому протеину, +56% по каротину, +66% по крахмалу). В 2024 г. сорт ‘Чарышская Красавица’ передан на государственное сортоиспытание (ГСИ) в Северо-Западный (2) и Западно-Сибирский (10) регионы.

Ключевые слова: просовидная культура, зеленая масса, устойчивость к засухе, продуктивность, качество

Благодарности: исследование выполнено в рамках договора о научном сотрудничестве с коммерческой организацией ООО «Агро Сиб Сервис».

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Чебатареv А.П., Чебатарева М.В., Жаркова С.В., Володин А.Б. ‘Чарышская Красавица’ – новый сорт пайзы (*Echinochloa frumentacea* Link) кормового направления для Западной Сибири. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2025;186(3):209-217. DOI: 10.30901/2227-8834-2025-3-209-217

DOMESTIC PLANT BREEDING AT THE PRESENT STAGE

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2025-3-209-217

'Charyshskaya Krasavitsa' is a new fodder cultivar of barnyard millet (*Echinochloa frumentacea* Link) for Western SiberiaAnatoly P. Chebatarev^{1,2}, Maria V. Chebatareva^{1,3}, Stalina V. Zharkova², Aleksandr B. Volodin⁴¹ Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies, Barnaul, Russia² Altai State Agricultural University, Barnaul, Russia³ Altai State University, Barnaul, Russia⁴ North-Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, Mikhailovsk, Russia**Corresponding author:** Anatoly P. Chebatarev, admiral160697@mail.ru

Under the extreme continental conditions of Western Siberia, where hot and rather dry summers are preferable for the cultivation of crops atypical for the local flora, optimizing the development of animal husbandry by expanding a small range of sparsely distributed forage grasses and improving their composition with new cultivars is an urgent task.

The objective of the study was to assess the productive and feeding potential of a new barnyard millet (*Echinochloa frumentacea* Link) cultivar. Cv. 'Gotika' served as the reference. The experimental part of the work was carried out in 2022–2024 in the experimental fields of the Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies located in the forest-steppe zone of the Ob region, Western Siberia. The studies were conducted in the framework of open-field and laboratory experiments. Competitive variety tests showed that cv. 'Charyshskaya Krasavitsa' had statistically significant advantages vs. the reference in a number of agronomic and biological aspects (+35% in dry matter yield, +27% in green biomass yield, –6% in maturation time, +13% in plant height, and +13% in foliage percentage), as well as in qualitative characteristics (+40% in feed unit, +11% in digestible protein content, +56% in carotene content, and +66% in starch content). In 2024, 'Charyshskaya Krasavitsa' was submitted to the State Variety Trials in the Northwestern (2) and West Siberian (10) Regions.

Keywords: millet crop, green biomass, resistance to drought, productivity, quality

Acknowledgements: the research was performed within the framework of a scientific cooperation agreement with the commercial organization Agro Sib Service LLC.

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Chebatarev A.P., Chebatareva M.V., Zharkova S.V., Volodin A.B. 'Charyshskaya Krasavitsa' is a new fodder cultivar of barnyard millet (*Echinochloa frumentacea* Link) for Western Siberia. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2025;186(3):209-217. (In Russ.). DOI: 10.30901/2227-8834-2025-3-209-217

Введение

Пайза (*Echinochloa frumentacea* Link) как одна из уникальных просовидных культур (Panicoidae) отличается рядом полезных морфобиологических свойств и признаков (Avetisyan et al., 2020). Это самоопыляемое, с C_4 -типом фотосинтеза, однолетнее растение, ареал которого приурочен к более теплым и умеренным поясам обеих полушарий (Nickolaychenko, Zhuzhukin, 2016; Zotikov et al., 2018). Отличается широкой адаптивной способностью, быстро приспосабливается к условиям засоленных и щелочных почв, улучшает их биологическое состояние. Служит одним из ценных высокорослых видов просовидных культур, характеризующихся высокой регенерирующей способностью побега, наличием оптимального сахаропротеинового соотношения и большего содержания перевариваемого протеина на 1 кормовую единицу (85 г пп/КЕ). Пайза устойчива к болезням и вредителям, и в сравнении с основными зерновыми культурами ее физиологическая потребность в элементах питания довольно низкая. Выращивается в основном в Индии, Непале, Китае, Центральной Африке, где используется в качестве корма для скота и птиц (Serekraev et al., 2016; Cheng et al., 2023). В пищевых целях применение вида ограничено (Kaur, Sharma, 2020).

Столь неширокий, но значимый спектр представленных знаний о таком малораспространенном виде злаковых трав в настоящее время позволяет обоснованно определить дальнейшие перспективы использования пайзы в качестве ценной пищевой, кормовой и сидеральной культуры на фоне критического состояния эколого-экономической обстановки и продовольственной безопасности в некоторых развивающихся странах.

Известно, что большинство видов традиционно используемых трав в структуре кормопроизводства не всегда лидируют по питательности и не могут в полной мере удовлетворить потребности животных в зеленой массе за выпасной сезон (Shkodina, Balun, 2023). Продуктивность вегетирующих растений усугубляется неблагоприятным влиянием климата (засуха) и ухудшением состояния почв (эрозия), особенно в полусухих и засушливых зонах Казахстана, Индии, в том числе и в отдельных регионах нашей страны (Khusainov, 2013; Varashkova, Ustinova, 2021; Nduku et al., 2021). В этом случае особое внимание в полевом кормопроизводстве уделяется усовершенствованию навыков возделывания не только традиционных многолетних, но и однолетних культур, исклѳенных производственниками из посевов кормовых севооборотов как энергозатратные, что предусматривает смягчение негативного влияния засухи и дефицита влаги в вегетационный период (Kalyada, Shubskaya, 2019). Правильно подобранные для конкретных почвенно-климатических условий однолетние злаково-бобовые травы, представленные в одно- либо поливидовых ценозах, не только обеспечат получение высококачественных и объемистых кормов для скота в течение всего весенне-летне-осеннего периода, но и смогут повысить экономическую эффективность использования травостоя (Tolmashova, 2009). Появление либо расширение в структуре посевов такой многофункциональной в использовании культуры, как пайза, выступает одним из путей оптимизации полевого кормопроизводства (Petruk, 2014; Reheul et al., 2017; Idrisov, 2023; Zotikov et al., 2023).

На территории Российской Федерации первая информация о пайзе появилась в начале XX века (Khazov, 2019).

В Западной Сибири продвижение культуры затруднено ввиду малой осведомленности о ее морфологических особенностях и биологической отзывчивости на предлагаемые условия для дальнейшего определения соответствующих приемов агротехнологии (Bankrutenko, 2013; Avetisyan et al., 2020). С учетом агроэкологических и экономических условий зоны в различных научно-исследовательских институтах и центрах Сибири (Сибирский научно-исследовательский институт кормов РАСХН, Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий) делаются определенные попытки повышения ее селекционной ценности в местной флоре (Lebedev, Khazov, 2015; Chebotarev, 2023; Chebatarev et al., 2023). На 2024 г. в Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений включено 13 сортов пайзы, допущенных к возделыванию по различным регионам России (State Register..., 2024). В связи со сложившейся ситуацией назрела необходимость создания современного сорта пайзы кормового направления, рекомендуемого для возделывания в лесостепной зоне Алтайского Приобья.

Целью работы являлось определение продуктивного и кормового потенциала нового сорта пайзы (*E. frumentacea*) 'Чарышская Красавица'.

Материалы и методы исследования

Конкурсное сортоиспытание (КСИ) на стационарном опытном поле Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий проводили в период 2022–2024 гг. в условиях лесостепной зоны Алтайского края. Посев осуществляли в III декаду мая на черноземных щелочных почвах. Учетная площадь делянок – 10 м², повторность – 4-кратная. Размещение вариантов и повторностей систематическое, одноярусным методом. Норма высева – 10 г на 10 м². Посев произведен селекционной сеялкой ССФК-7, предшественник – чистый пар. Агротехника проведения опытов общепринятая для Западно-Сибирского региона. Укос зеленой массы выполняли в фазу выметывания в два срока (I укос – 18–22.07, II укос – 15–17.08), вручную. Фенологические наблюдения, оценки и учеты осуществляли согласно методике ГСИ (Fedin, 1985). Урожайность пайзы определяли методом сплошного поделяночного учета, биохимический анализ зеленой массы сделан в лаборатории аналитических исследований по общепринятым методикам. Статистическую обработку результативного материала выполняли с использованием дисперсионного анализа (Dospikhov, 2012).

Пайза (*E. frumentacea*) менее требовательна к плодородию почв, чем к теплу и влаге. Первые всходы однолетника отмечаются на 10–12-е сутки при температуре почвы от +10°C и хорошей увлажненности. В начальный период развития неокрепшие всходы растений страдают от сорняков, но позже обильное кушение и широкие листья подросших побегов глушат нежелательные виды трав. Требовательность пайзы к влаге возрастает в период кушения и выхода в трубку, что приходится на конец июня и до конца июля. Идеальный температурный диапазон для пайзы составляет +18–25°C днем и +15–22°C ночью, при котором растения демонстрируют обильный вегетативный рост, характеризующийся высокой отавностью (Zotikov et al., 2018). Первый укос культуры проводят в фазу выметывания метелки, после чего пайза интенсивно отрастает, давая за лето еще 2–3 укоса (Ialovik et al., 2021). Зеленая масса пайзы в данный момент содержит оптимальное количество протеина (12–15%), жира (3%),

сахара (11%) и сухого вещества (28–32%) (Рорков, 2006). В условиях Сибири, где первая половина лета характеризуется дефицитом влаги, она может быстро восстанавливаться с наступлением влажного периода, что весьма важно при выращивании ее в рекомендуемой зоне (Tolmashova, 2009). Урожай зеленой массы достигает 300–760 ц/га (Zotikov et al., 2018; Ialovik et al., 2021).

Переход от вегетативной фазы к репродуктивной происходит быстро, менее чем через 40 суток после появления всходов. Большинство видов *Echinochloa* P. Beauv. растут и обильно цветут в широком диапазоне фотопериодов: растения короткого (8–13 ч) и длинного (16 ч) дня (Bhinda et al., 2023). Пайза – культура короткого дня. В III декаде августа по I декаду сентября проводят уборку созревших семян, урожайность которых составляет 12–37 ц/га. Вегетационный период различных сортов пайзы варьирует от 75 до 120 суток (Ialovik et al., 2021).

Климат лесостепной зоны Приобья умеренно континентальный, лето жаркое и сухое. Среднегодовое количество осадков – 550 мм, сумма активных температур – выше 3300–3600°C. Гидротермический коэффициент увлажнения (ГТК) – 0,9–1,1 (Maksimova et al., 2016; Rotanova et al., 2018).

Погодные условия в черте г. Барнаула с мая по август каждого года (2022–2024) сложились разнообразными, но вполне благоприятными для роста и развития пайзы: средней температуры воздуха было достаточно, наибольший дефицит влаги, отмеченный в мае, компенсировался выпавшими осадками в середине и конце вегетационных периодов 2022–2024 гг. (рис. 1, 2).

Объектом исследований выступал новый сорт пайзы ‘Чарышская Красавица’. В качестве стандарта использовался районированный сорт ‘Готика’ (рис. 3).

Сорт пайзы ‘Чарышская Красавица’ создан совместно Федеральным Алтайским научным центром агробиотех-

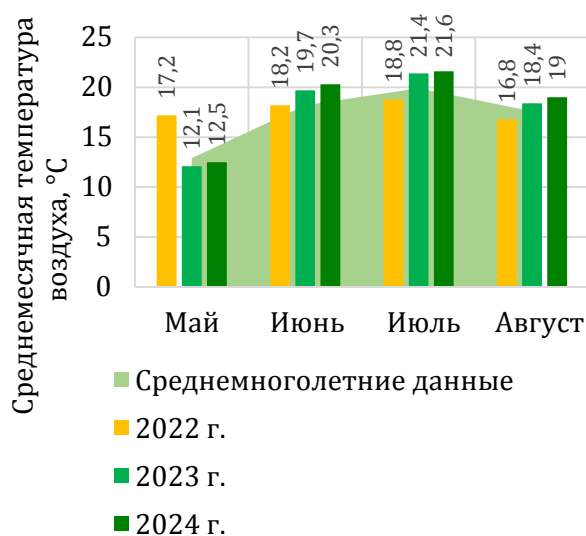


Рис. 1. Средняя температура воздуха (°C) вегетационных периодов с 2022 по 2024 г., Барнаул
Fig. 1. Mean air temperatures (°C) of the growing seasons from 2022 to 2024, Barnaul

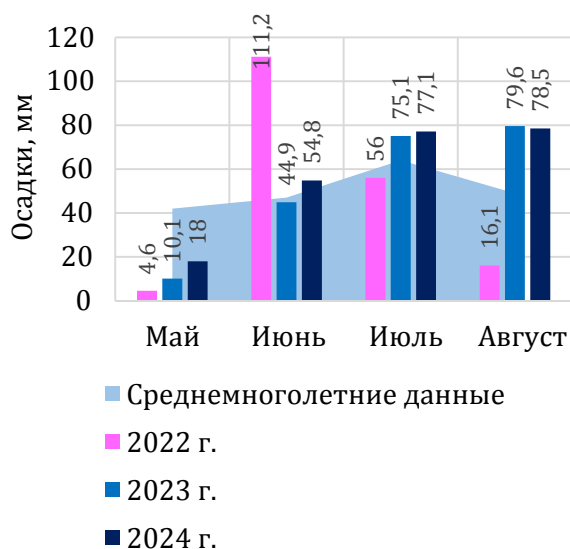
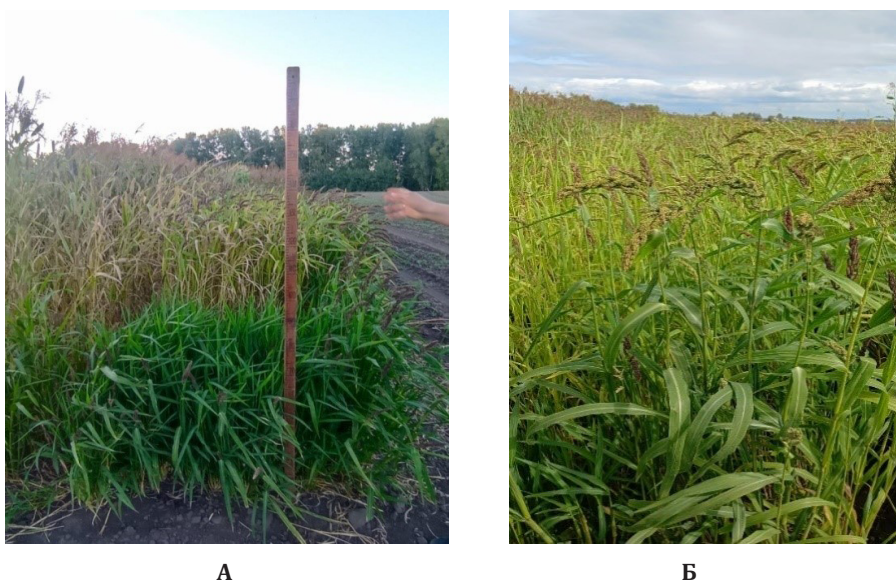


Рис. 2. Средняя сумма осадков (мм) вегетационных периодов с 2022 по 2024 г., Барнаул
Fig. 2. Mean precipitation amounts (mm) of the growing seasons from 2022 to 2024, Barnaul



А

Б

Рис. 3. Сорты пайзы ‘Чарышская Красавица’ (А) и ‘Готика’ (Б)

Fig. 3. Barnyard millet cvs. ‘Charyshskaya Krasavitsa’ (A) and ‘Gotika’ (B)

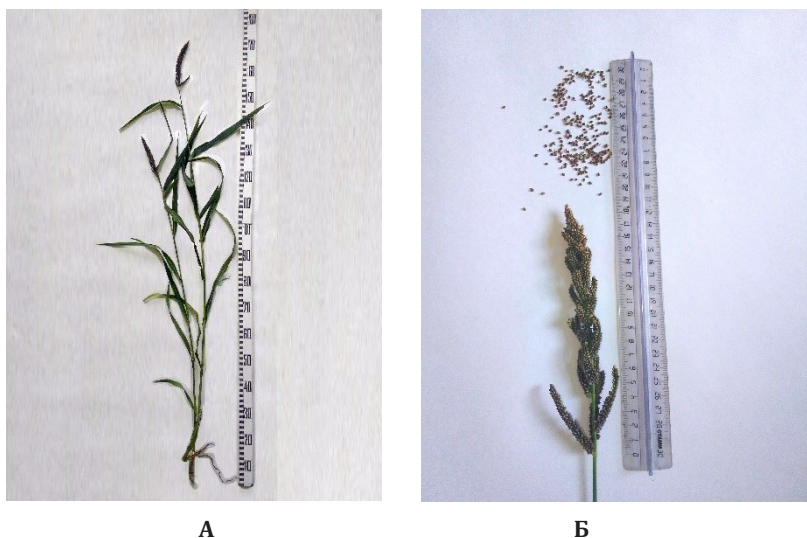
нологий и ООО «Агро Сиб Сервис» методом индивидуального и семейно-массового отбора морфологически близких форм из гибридной популяции (‘Стапайз’ × К-100). Растения сорта имеют следующие морфологические признаки: стабильно высокие темпы начального роста побегов, среднюю степень зеленой окраски листа, прямостоячую форму куста средней кустистости, высокий стебель с метелкой средней толщины, наклоненную метелку со слабым антоциановым окрасом и с короткой шейкой, конусовидную форму метелки средней плотности, светло-бурые колосковые чешуи со слабым антоциановым окрасом, отсутствие остей, серую яйцевидно-округлую зерновку со средней массой 1000 семян и среднюю длительность фазы выметывания (рис. 4).

В качестве стандарта использовался сорт ‘Готика’ (‘Тогузак’ × ‘Омский 88’) селекции Российского научно-исследовательского института сорго и кукурузы и Саратовского государственного аграрного университета. Сорт имеет хорошую засухоустойчивость, является сред-

неспелым, вегетационный период до I укоса длится 57–78 дней, до созревания – 101–126 дней. Характеризуется средними показателями урожайности сухого вещества (64,7 ц/га) и семян (26,4 ц/га). Идет преимущественно на зернокарманные цели. Сорт ‘Готика’ включен в Государственный реестр по 12 регионам (патент № 45649, зарегистрирован в Государственном реестре селекционных достижений РФ 11.10.2006).

Результаты и обсуждение

За вегетационные периоды 2022–2024 гг. с учетом фенологических фаз пайзы в КСИ проведена комплексная оценка нового сорта по хозяйственно-биологическим и качественным параметрам. Первые всходы растений отмечены на 11–12-е сутки. При достижении растениями фазы выметывания I укос сортов пайзы проводили во вторую половину лета (15–20 июля), II укос (через 35–40 суток) – в начале осени (1–4 сентября). Вегетаци-



А

Б

Рис. 4. Сорт ‘Чарышская Красавица’: А – растение; Б – метелка и семена

Fig. 4. Cv. ‘Charyshskaya Krasavitsa’: A – plant; Б – panicle and seeds

онный период сортов от появления всходов до полного выметывания и до созревания зерна составил при I укосе посева 52 и 62 суток соответственно; при II укосе – 47 и 39 суток соответственно.

При достижении фазы выхода в трубку сорт 'Чарышская Красавица' сформировал среднюю урожайность зеленой массы выше стандартного сорта 'Готика', обеспечивая достоверную прибавку 1,5 т/га (табл. 1). Сорт достоверно отличался от стандарта по содержанию сухого вещества как в I (2,0 против 1,2 т/га), так и во II укосе (0,7 против 0,5 т/га). Как по урожайности зерна ('Чарышская Красавица' – 1,8 т/га, 'Готика' – 1,3 т/га), так и по массе 1000 семян ('Чарышская Красавица' – 3,2 г, 'Готика' – 3,3 г) оба сорта достоверно не различались. Новый сорт пайзы сформировал высокую степень облиственности в отличие от сорта-стандарта: 44,0 против 38,2%. Высота растений данного сорта на момент скашивания была примерно выравнена с сортом 'Готика', а в период полной спелости прирост длины побега превысил стандарт на 50,8 см. Сорт 'Чарышская Красавица' имел более короткий период вегетации (109 сут.), чем сорт 'Готика' (116 сут.). Устойчивость к полеганию нового сорта соответствует стандарту (по 5 баллов).

В фазу полного выметывания метелки пайзы определен биохимический состав ее сухой массы (табл. 2). В среднем за годы исследований в абсолютно сухом веществе почвы во всех генотипах накапливалось значительное количество питательных веществ соответствующей кормовой ценности, за исключением некоторых показателей (воды, клетчатки). Установлены достоверные различия между сортами 'Чарышская Красавица' и 'Готика' по следующим качественным признакам: кормовой единице (0,7 и соответственно 0,5 к. ед.), перевариваемому протеину (51,3 и 46,3 г), каротину (73,0

и 46,8 мг), крахмалу (20,5 и 7,7 г). Новый сорт выделился наибольшими значениями и по другим биохимическим показателям (содержанию протеина – 8,7%, жиру – 1,5%, безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) – 46,5%, золе – 7,0%, сахару – 18,5 г, перевариваемому протеину в 1 к. ед. – 76,5 г, энергетическому обмену – 7,3 МДж/кг), что указывает на пригодность использования сорта в кормовых целях.

Выявлены основные достоинства нового сорта пайзы 'Чарышская Красавица' в сравнении с сортом 'Готика': ускоренное созревание (109 суток), высокорослость на момент полной зрелости семян (167 см), высокая облиственность (44%), наибольшая урожайность зеленой и сухой массы в оба укоса (8,2 т/га и 2,6 т/га соответственно), высокая кормовая единица (0,7 к. ед.), перевариваемый протеин (51,3 г) и каротин (73,0 мг).

Заключение

За период исследований (2022–2024 гг.), проведенных в условиях лесостепной зоны Приобья Западной Сибири, новый сорт пайзы 'Чарышская Красавица' дал достоверную прибавку над стандартным сортом 'Готика' по ряду важных для культуры хозяйственно-морфологических признаков. Превышение показателей сорта-стандарта 'Готика' по урожайности сухой массы составило 35%, урожайности зеленой массы – 27%, высоте растений – 13%, степени облиственности – 13%. Показатели качества зеленой массы сорта 'Чарышская Красавица' превысили уровень стандарта по кормовой единице на 40%, по перевариваемому протеину на 11%, по каротину на 56%, по содержанию крахмала на 66%. Сорт может быть рекомендован для выращивания в Северо-Западном (2) и Западно-Сибирском (10) регионах.

Таблица 1. Хозяйственно-биологические показатели зеленой массы сортов пайзы, среднее за 2022–2024 гг., Барнаул

Table 1. Agronomic and biological indicators of green biomass in the barnyard millet cultivars, average for 2022–2024, Barnaul

Признак	Сорт	'Готика', стандарт*	'Чарышская Красавица'	Разность	% к ст.
Урожайность	зеленой массы $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$, т/га	4,7 ± 21,5	6,2 ± 16,0	-14,2**	+24
	сухого веществ $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$, т/га	1,2 ± 3,9	2,0 ± 1,8	-7,7**	+40
	зеленой массы $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$, т/га	1,4 ± 4,9	2,0 ± 4,4	-7**	+30
	сухого веществ $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$, т/га	0,5 ± 3,8	0,7 ± 3,3	-2,2**	+29
Высота укоса $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$, см	106 ± 22,7	130 ± 38,7	-24	+18	
Вегетационный период $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$, сутки	116 ± 2,0	109 ± 2,1	7**	-6	
Урожайность зерна $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$, т/га	1,3 ± 0,4	1,8 ± 0,2	-0,5	+28	
Высота на семена $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$, см	145 ± 5,1	167 ± 5,9	-21,6**	+13	
Масса 1000 семян $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$, г	3,3 ± 0,8	3,2 ± 0,3	0,1	-3	
Облиственность $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$, %	38,2 ± 0,7	44,0 ± 0,8	-5,8**	+13	
Устойчивость к полеганию, балл	5,0	5,0	Ft < Fk	-	

Примечание: * – сорт стандарт; ** – различия между сортами значимы при $p = 0,05$

Note: * – reference cultivar; ** – differences between the cultivars are significant at $p = 0.05$

Таблица 2. Биохимический состав сухой массы сортообразцов пайзы, среднее за 2022–2024 гг., Барнаул
Table 2. Biochemical composition of dry matter in the barnyard millet cultivars, average for 2022–2024, Barnaul

Признак		Сорт	‘Готика’, стандарт*	‘Чарышская Красавица’	Разность	% к ст.
Химический состав $\bar{x} \pm s_x, \%$	воды		9,5 ± 1,6	9,1 ± 0,5	-0,4	-4
	протеина		6,4 ± 0,5	8,7 ± 1,7	2,3	+35
	клетчатки		31,6 ± 0,2	30,0 ± 5,2	-1,6	-4
	жира		1,4 ± 0,4	1,5 ± 0,2	0,1	+7
	БЭВ		40,9 ± 1,0	46,5 ± 3,5	5,6	+14
	зола		6,9 ± 0,6	7,0 ± 0,8	0,1	+1
В 1 кг корма содержится $\bar{x} \pm s_x, \text{г}$	кормовой единицы (к. ед.)		0,5 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,2**	+40
	перевариваемого протеина		46,3 ± 10,5	51,3 ± 10,6	5**	+11
	каротина, мг		46,8 ± 12,7	73,0 ± 19,2	26,2**	+56
	сахара		16,7 ± 6,7	18,5 ± 2,5	1,8	+11
	крахмала		7,7 ± 4,2	20,5 ± 7,7	12,8**	+66
	перевариваемого протеина в 1 к. ед.		74,8 ± 5,8	76,5 ± 9,9	1,7	+2
ОЭ, $\bar{x} \pm s_x, \text{МДж/кг}$			6,8 ± 0,7	7,3 ± 0,4	0,5	+7

Примечание: * – сорт стандарт; ** – различия между сортами значимы при $p = 0,05$

Note: * – reference cultivar; ** – differences between the cultivars are significant at $p = 0.05$

References / Литература

- Avetisyan A.T., Baykalova L.P., Artemyev O.S., Martynova O.V. Productivity and feed value of sparsely distributed annual crops. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020;548(7):072047. DOI: 10.1088/1755-1315/548/7/072047
- Bankrutenko A. Prospects of low-widespread forage crops cultivation in subtaiga zone of Western Siberia. *Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philiprov*. 2013;2(31):122-125. [in Russian] (Банкрутенко А.В. Перспективы возделывания малораспространенных кормовых культур в подтаежной зоне Западной Сибири. *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова*. 2013;2(31):122-125).
- Barashkova N.V., Ustinova V.V. Meadow forage production and resource-saving methods for increasing the productivity of forage lands in Yakutia (review). *Agricultural Science Euro-North-East*. 2021;22(3):303-316. [in Russian] (Барашкова Н.В., Устинова В.В. Луговое кормопроизводство и ресурсосберегающие приемы повышения продуктивности кормовых угодий Якутии (обзор). *Аграрная Наука Евро-Северо-Востока*. 2021;22(3):303-316). DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.3.303-316
- Bhinda M.S., Joshi D.C., Parihar M., Meena R.P., Joshi P., Gupta A. et al. Genetics, breeding, and genomics of Indian barnyard millet (*Echinochloa frumentacea*): status and perspectives. In: M. Farooq, K.H.M. Siddique (eds). *Neglected and Underutilized Crops: Future Smart Food*. Cambridge, MA: Academic Press; 2023. p.115-135. DOI: 10.1016/B978-0-323-90537-4.00017-X
- Chebatarev A.P., Volodin A.B., Deines N.V., Zharkova S.V., Chebatareva M.V., Screening of varietal samples of sorghum and millet crops of various ecological and geographical origin in the conditions of the south of Western Siberia. In: *Multifunctional Adaptive Fodder Production: the Collection of Scientific Papers. Issue 31 (79). Proceedings of the International Feed Congress (Lobnya, Moscow Region, June 20–23, 2023)*. Moscow: FGBOU DPO RAKO APK; 2023. p.87-95. [in Russian] (Чебатарев А.П., Володин Н.В., Дейнес Н.В., Жаркова С.В., Чебатарева М.В. Скрининг сортообразцов сорговых и просовидных культур различного эколого-географического происхождения в условиях Юга Западной Сибири. В кн.: *Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сборник научных трудов. Выпуск 31 (79). Материалы Международного конгресса по кормам (Лобня, Россия, 20–23 июня 2023 г.)*. Москва: ФГБОУ ДПО РАКО АПК; 2023. С.87-95). DOI: 10.33814/МАК-2023-31-79-87-96
- Chebotarev A.P. Agrobiological evaluation of sorghum and millet crop varieties under the conditions of the forest-steppe of the Altai region's Ob river area. *Bulletin of Youth Science of Altai State Agricultural University*. 2023;(1):33-36. [in Russian] (Чебатарев А.П. Агробиологическая оценка сортов сорговых и просовидных культур в условиях лесостепи Приобья Алтайского края. *Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета*. 2023;(1):33-36).
- Cheng Y., Xie X., Wang X., Zhu L., Qiu Q.S., Xu X. Effects of the salt-tolerant gramineous forage *Echinochloa frumentacea* on biological improvement and crop productivity in saline-alkali land on the Hetao Ningxia Plain in China. *Sustainability*. 2023;15(6):5319. DOI: 10.3390/su15065319
- Dospikhov B.A. Methodology of field trial with fundamentals of statistical processing of research results (Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy). Moscow: Kniga po trebovaniyu;

2012. [in Russian] (Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. Москва: Книга по требованию; 2012).
- Fedin M.A. (ed.). Methodology for state crop variety trials (Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya selskokhozyaystvennykh kultur). Moscow; 1985. [in Russian] (Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под ред. М.А. Федина. Москва; 1985).
- Ialovik L.I., Bavrovskii S.V., Skoptsova T.I. Feed value and the specifics of the paiza cultivation. *Proceedings of the State Agricultural Academy of Velikiye Luki*. 2021;4(37):47-52. [in Russian] (Яловик Л.И., Бавровский С.В., Скопцова Т.И. Кормовое значение и особенности возделывания пайзы. *Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021;4(37):47-52).
- Idrisov R.M. Impact of global warming on the agro-industrial complex. *Food Policy and Security*. 2023;10(3):423-436. [in Russian] (Идрисов Р.М. Влияние глобального потепления на агропромышленный комплекс. *Продовольственная политика и безопасность*. 2023;10(3):423-436). DOI: 10.18334/ppib.10.3.118467
- Kalyada V.V., Shubskaya Yu.A. Structural-functional changes of Belarus agrocoenoses in climate warming conditions. *Nature Management*. 2009;(16):122-131. [in Russian] (Коляда В.В., Шубская Ю.А. Структурно-функциональные изменения агроценозов Беларуси в условиях потепления климата. *Природопользование*. 2009;(16):122-131).
- Kaur H., Sharma S. An overview of Barnyard millet (*Echinochloa frumentacea*). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2020;9(4):819-822.
- Khazov M.V. Cultivation of non-traditional fodder crops for feed in the forest-steppe of Western Siberia (Vozdelyvaniye netraditsionnykh kormovykh kultur na kormovye tseli v lesostepi Zapadnoy Sibiri). In: *The Latest Trends in the Development of Agricultural Science in the Works of Young Scientists: Proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference (October 15–17, 2019, Novosibirsk)*. Novosibirsk; 2019. p.64-67. [in Russian] (Хазов М.В. Возделывание нетрадиционных кормовых культур на кормовые цели в лесостепи Западной Сибири. В кн.: *Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых: сборник материалов VII международной научно-практической конференции (15–17 октября 2019 года, г. Новосибирск)*. Новосибирск; 2019. С.64-67).
- Khusainov A.T. Ecological problems of natural forage land of Kazakhstan as global ecosystem of biosphere. *Tambov University Reports. Series: Natural and Technical Sciences*. 2013;18(2):547-551. [in Russian] (Хусаинов А.Т. Экологические проблемы природных кормовых угодий Казахстана как глобальной экосистемы биосферы. *Вестник Тамбовского университета. Серия: естественные и технические науки*. 2013;18(2):547-551).
- Lebedev A.N., Khazov M.V. Cultivation *Aechinochloe frumentacea* Link in the conditions of the northern forest-steppe of Western Siberia. In: *Ecological and Biological Problems of Using Natural Resources in Agriculture: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference for Young Scientists and Specialists (Yekaterinburg, March 13, 2015)*. Yekaterinburg; 2015. p.302-306. [in Russian] (Лебедев А.Н., Хазов М.В. Возделывание пайзы в условиях лесостепи Западной Сибири. В кн.: *Эколого-биологические проблемы использования природных ресурсов в сельском хозяйстве: сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов (Екатеринбург, 13 марта 2015 г.)*. Екатеринбург; 2015. С.302-306).
- Maksimova N.B., Arnaut D.V., Morkovkin G.G. The evaluation of heat supply change in the agro-climatic areas of the Altai region. *Bulletin of the Altai State Agricultural University*. 2016;4(138):53-58. [in Russian] (Максимова Н.Б., Арнаут Д.В., Морковкин Г.Г. Оценка измерения теплообеспеченности территории по агроклиматическим районам Алтайского края. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2016;4(138):53-58).
- Nduku L., Kalumba A.M., Munghemzulu C., Mashaba-Munghemzulu Z., Chirima G.J., Afuye G.A. et al. Earth observation systems and pasture modeling: a bibliometric trend analysis. *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 2021;10(11):793. DOI: 10.3390/ijgi10110793
- Nicolaychenko N.V., Zhuzhukin V.I. Modern approaches and new methods in breeding at introduction of less common forage species in the arid conditions of the Lower Volga region. *The Agrarian Scientific Journal*. 2016;(9):39-42. [in Russian] (Николайченко Н.В., Жужукин В.И. Современные подходы и новые методы селекции при интродукции малораспространенных видов кормовых культур в засушливых условиях Нижне-Волжского региона. *Аграрный научный журнал*. 2016;(9):39-42).
- Petruk V. A. State and problems of Siberia forage production. *Innovations and Food Safety*. 2014;3(5):16-21. [in Russian] (Петрук В.А. Состояние и задачи кормопроизводства Сибири. *Инновации и продовольственная безопасность*. 2014;3(5):16-21).
- Popkov A.A. Reserves of maintains of forage base for cattle-breeding. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian Series*. 2006;(1):77-81. [in Russian] (Попков А.А. Резервы укрепления кормовой базы для скотоводства. *Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук*. 2006;(1):77-81).
- Reheul D., Cougnon M., Kayser M., Pannecoucq J., Swankaert J., De Cauwer B. et al. Sustainable intensification in the production of grass and forage crops in the Low Countries of north-west Europe. *Grass and Forage Science*. 2017;72(3):369-381. DOI: 10.1111/gfs.12285
- Rotanova I.N., Kharlamova N.F., Baryshnikov S.G. Hydrological risk maps in the atlas of natural hazards in Altai krai. In: *Third Vinogradov Conference. Facets of Hydrology: Proceedings of the International Scientific Conference in Memory of Outstanding Russian Hydrologist Yury Vinogradov (Saint Petersburg, March 28–30, 2018)*. St. Petersburg: St. Petersburg State University; 2018. p.922-927. [in Russian] (Ротанова И.Н., Харламова Н.Ф., Барышников С.Г. Карты гидрологического риска в атласе опасных природных явлений Алтайского края. В кн.: *Третьи виноградовские чтения. Грани гидрологии: сборник докладов международной научно-практической конференции памяти выдающегося русского гидролога Юрия Борисовича Виноградова (Санкт-Петербург, 28–30 марта 2018 года)*. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет; 2018. С.922-927). URL: <https://publishing.intelgr.com/archive/hydrology-facets.pdf> [дата обращения: 26.02.2025].
- Serekraev N.A., Stybaev G.Zh., Baitelenova A.A., Mukhanov N.K., Votchal L.I. Studying some agricultural practices during the introduction of barnyard millet into the environments of Central Kazakhstan (Izucheniyе neko-

torykh agrotekhnicheskikh priyemov pri introduktsii payzy v usloviyakh tsentralnogo Kazakhstana). *Science News of Kazakhstan*. 2016;1(127):166-179. [in Russian] (Серекпаев Н.А., Стыбаев Г.Ж., Байтеленова А.А., Муханов Н.К., Вотчал Л.И. Изучение некоторых агротехнических приемов при интродукции пайзы в условиях центрального Казахстана. *Новости науки Казахстана*. 2016;1(127):166-179).

Shkodina E.P., Balun O.V. Agro-ecological tests of annual fodder crops unconventional for the Novgorod region to strengthen the forage base in the Non-Chernozem zone. *Agrarian Science*. 2023;366(1):56-60. [in Russian] (Шкодина Е.П., Балун О.В. Агроэкологические испытания нетрадиционных для Новгородского региона однолетних кормовых культур для укрепления кормовой базы в Нечерноземной зоне. *Аграрная наука*. 2023;366(1):56-60). DOI: 10.32634/0869-8155-2023-366-1-56-60

State Register of varieties and hybrids of agricultural plants admitted for usage (national list): official publication. Moscow; Rosinformagrotech; 2024. [in Russian] (Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию: официальное издание. Москва: Росинформгротех; 2024).

Tolmashova O.G. Paiza reliable protection against illnesses is the basis to receive high-quality forage in Siberia conditions. *The Bulletin of KrasGAU*. 2009;6(33):59-62. [in Russian] (Толмашова О.Г. Надежная защита пайзы от болезней – основа получения высококачественного корма в условиях Сибири. *Вестник КрасГАУ*. 2009;6(33):59-62).

Zotikov V.I., Serekpaev N.A., Stybaev G.Zh., Bajtelenova A.A., Nogaev A.A., Mukanov N.K. Results of introduction of new annual forage crops in the steppe zone of Northern Kazakhstan. *Legumes and Groat Crops*. 2018;4(28):60-67. [in Russian] (Зотиков В.И., Серекпаев Н.А., Стыбаев Г.Ж., Байтеленова А.А., Ногаев А.А., Муханов Н.К. Результаты интродукции новых однолетних кормовых культур в степной зоне Северного Казахстана. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2018;4(28):60-67). DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11051

Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Gryadunova N.V., Vilyunov S.D. Millet potential in new market conditions. *Legumes and Groat Crops*. 2023;1(45):5-11. [in Russian] (Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Грядунова Н.В., Вилунов С.Д. Потенциал проса в новых рыночных условиях. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023;1(45):5-11). DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-5-11

Информация об авторах

Анатолий Павлович Чебатарев, младший научный сотрудник, Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, 656910 Россия, Барнаул, Научный городок, 35, магистрант, Алтайский государственный аграрный университет, 656049 Россия, Барнаул, Красноармейский пр., 98, admiral160697@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-3380-8616>

Мария Васильевна Чебатарева, младший научный сотрудник, Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, 656910 Россия, Барнаул, Научный городок, 35, аспирант, Алтайский государственный университет, 656049 Россия, Барнаул, пр. Ленина, 61, masha.vorotintseva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8799-0681>

Сталина Владимировна Жаркова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Алтайский государственный аграрный университет, 656049 Россия, Барнаул, Красноармейский пр., 98, stalina_zharkova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8410-6715>

Александр Борисович Володин, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, доцент, Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, 356212 Россия, Михайловск, ул. Никонова, 49, tola160697@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2944-4241>

Information about the authors

Anatoly P. Chebatarev, Associate Researcher, Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies, 35 Nauchny Gorodok, Barnaul 656910, Russia, MSc Student, Altai State Agricultural University, 98 Krasnoarmeysky Ave., Barnaul 656049, Russia, admiral160697@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-3380-8616>

Maria V. Chebatareva, Associate Researcher, Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies, 35 Nauchny Gorodok, Barnaul 656910, Russia, Postgraduate Student, Altai State University, 61 Lenina Ave., Barnaul 656049, Russia, masha.vorotintseva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8799-0681>

Stalina V. Zharkova, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Altai State Agricultural University, 98 Krasnoarmeysky Ave., Barnaul 656049, Russia, stalina_zharkova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8410-6715>

Aleksandr B. Volodin, Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, Associate Professor, North-Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, 49 Nikonova St., Mikhailovsk 356212, Russia, tola160697@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2944-4241>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 06.04.2025; одобрена после рецензирования 07.07.2025; принята к публикации 18.08.2025. The article was submitted on 06.04.2025; approved after reviewing on 07.07.2025; accepted for publication on 18.08.2025.