

## СТРУКТУРА УРОЖАЯ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ СОРТОВ АЧА, БИОМ И ОЛЕНЕК В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА

**Р.Р. Ламажап**, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства, tuv\_niish@mail.ru;  
**Е.Е. Кузьмина**, кандидат биологических наук, директор, kuzmina\_77@mail.ru, ORCID ID 0000-0003-3209-1288,  
Тувинский научно-исследовательский институт - филиал Государственного бюджетного учреждения науки  
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук,  
667005, Республика Тыва, г. Кызыл, ул. Бухтуйева, д.4, e-mail: tuva@sfsca.ru

Целью проведения научных исследований являлось изучение влияния основных элементов структуры урожая сортов ярового ячменя на его урожайность в условиях Республики Тыва. Научная работа проведена на опытно-экспериментальном участке Тувинского НИИСХ с 2019 по 2021 г в степной зоне, в качестве объекта исследования были выбраны сорта ярового ячменя Ача, Биом и Оленек. В среднем за годы исследований урожайность сорта Ача составила 3,9 т/га, Биом – 4,2 т/га, Оленек – 3,4 т/га. Новые для Республики Тыва сорта ярового ячменя Биом и Оленек не имели существенной разницы с возделываемым в регионе сортом Ача по таким показателям структуры урожая, как масса зерна в колосе, высота стебля, число продуктивных стеблей, максимальные показатели массы 1000 зерен отмечены у сорта Биом, количества зерен в колосе – у сорта Оленек. Проведенный нами корреляционный анализ позволил определить сопряженность морфологических признаков и их значимость в формировании урожайности. В большинстве случаев была установлена прямая положительная связь между изучаемыми показателями продуктивности ячменя. В наших исследованиях установлена достоверная положительная связь урожайности с массой зерна в колосе, наиболее высокая корреляционная связь этих признаков в среднем за три года исследований отмечена у сорта Ача – 0,84, у сорта Оленек она составила 0,51, у сорта а Биом – 0,5. При возделывании в условиях Республики Тыва у ярового ячменя сорта Ача установлена средняя положительная корреляция между урожайностью и длиной стебля, длиной колоса, количеством зерен в колосе, и высокая положительная корреляционная связь урожайности и массы зерна с колоса. У сорта Биом и Оленек положительная корреляционная связь установлена между урожайностью и массой зерна с колоса, отрицательная – между урожайностью и массой тысячи зерен. Данные прямые и косвенные признаки и рассчитанные коэффициенты регрессии могут иметь важное значение при выборе сортов для возделывания ячменя в условиях резко-континентального климата.

**Ключевые слова:** ячмень, урожайность, элементы продуктивности, корреляция, сорта, зерно.

**Для цитирования:** Ламажап Р.Р., Кузьмина Е.Е. Урожайность ярового ячменя в условиях Тувы и его связь с элементами структуры // Зерновое хозяйство России. 2026. Т.18. №1. С. 15-20. DOI: 10.31367/2079-8725-2026-102-1-15-20



## YIELD STRUCTURE OF SPRING BARLEY VARIETIES ACHA, BIOM AND OLENEK IN THE REPUBLIC OF TUVA

**R.R. Lamazhap**, senior researcher of the laboratory for breeding and seed production, tuv\_niish@mail.ru;  
**E.E. Kuzmina**, Candidate of Biological Sciences, director, kuzmina\_77@mail.ru, ORCID ID 0000-0003-3209-1288,  
Tuvan Research Institute of Agriculture – Division of SFSCA RAS,  
667005, Tuva Republic, Kyzyl, Bukhtueva street, 4, e-mail: tuva@sfsca.ru

The purpose of the current work was to study the influence of key yield structure elements of the spring barley varieties on their productivity in the Republic of Tuva. The study was conducted at the experimental steppe plot of the Tuva Research Institute of Agriculture in 2019 to 2021. The objects of the study were the spring barley varieties Acha, Biom, and Olenek. On average, over the years of study, the variety Acha produced 3.9 t/ha, Biom 4.2 t/ha, and Odenek 3.4 t/ha. The spring barley varieties Biom and Olenek being new for the Republic of Tuva, have shown no significant differences from the variety Acha, which is being cultivated in the region, according to such yield structure parameters as grain weight per ear, stem height, and number of productive stems. Maximum values of the trait '1000-grain weight' was noted for the variety Biom, and high values of the trait 'number of grains per ear' were demonstrated by the variety Olenek. The conducted analysis allowed establishing the correlation between morphological traits and their significance for the yield formation. In most cases, there was a direct positive correlation between the studied barley productivity indicators. There has been established a reliable positive correlation between productivity and grain weight per ear. The strongest correlation between these traits, on average over three years of research, was 0.84 for the variety Acha, 0.51 for the variety Olenek, and 0.5 for the variety Biom. When grown in the Republic of Tuva, the spring barley variety Acha

demonstrated a moderate positive correlation between productivity and stem length, ear length, and number of grains per ear, as well as a high positive correlation between productivity and ear weight. The varieties Biom and Olenek have demonstrated a positive correlation between productivity and grain weight per ear, and a negative correlation between productivity and 1000-grain weight. These direct and indirect indicators and the calculated regression coefficients may be important when selecting barley varieties for cultivation in extreme continental climate.

**Keywords:** *barley, productivity, yield elements, correlation, varieties, grain.*

**Введение.** Ячмень широко применяется повсеместно как универсальная ценная кормовая и техническая культура. Комплексность ее использования заключается в применении его сырья для производства круп, в пивоварении, для кормовых целей в животноводстве (Мусалитин и др., 2012).

Урожайность сельскохозяйственных культур зависит от целого ряда факторов, основными из которых являются агрометеорологические условия вегетации растений, питательный режим почвы, температурно-влажностный режим. Одним из главных факторов является сорт, так как именно реализация генотипа в конкретных условиях определяет величину урожайности (Ламажап, Липшин, 2016). Разные сорта ячменя, как и других сельскохозяйственных культур, имеют свои особенности использования питательных веществ почвы, а также характеризуются индивидуальной реакцией на изменения условий произрастания (Шаболкина и др. 2023). Элементы структуры урожая также играют значительную роль в формировании урожая зерна. При этом сила и направление их взаимосвязи во многом зависит от условий их выращивания в каждый конкретный период. Отмечается, что при достаточном обеспечении теплом и влагой в начале вегетации большое значение в формировании урожая имеет полнота всходов, во второй половине вегетации – число сохранившихся к уборке растений. Установлена взаимосвязь урожайности ячменя с продуктивным стеблестоем и продуктивной кустистостью (Фомина, 2016). В засушливых условиях вегетационного периода продуктивность ячменя положительно коррелирует с количеством продуктивных стеблей, массой зерна колоса, числом зерен в колосе (Анисимова и Ионова, 2016). Взаимосвязь урожайности и элементов продуктивности зависит от гидротермических условий вегетационного периода: в условиях жесткой засухи выявляется положительная корреляция между урожайностью и длиной колоса, количеством зерен в колосе; в засушливых условиях с количеством растений перед уборкой, количеством продуктивных стеблей; в увлажненный год – с высотой растений, весом зерна с колоса, количеством зерен в колосе, длиной колоса, массой 1000 зерен (Левакова, 2022). Проведенными исследованиями в условиях Крайнего Севера определено, что на урожайность ячменя оказывает влияние продуктивная кустистость и масса тысячи зерен, прямая корреляционная зависимость характерна для числа зерен в колосе и массы зерна с главного колоса, массы тысячи зерен и длины колоса, обратная корреляционная зависимость – для массы тысячи зерен и числа зерен в колосе (Батакова, Корелина, 2017). В условиях Кемеровской области наиболее высокая положительная корреляция установлена между урожайностью ярового ячменя и количеством продуктивных стеблей, средняя – между урожайностью и биомассой

корневой системы, массой 1000 зерен, продуктивностью колоса (Мартынова и др., 2019).

Цель работы – изучение влияния основных элементов структуры урожая сортов ярового ячменя на его урожайность в условиях Республики Тыва.

Для достижения цели были поставлены задачи:

1. Провести сравнительный анализ урожайности и элементов структуры урожая сортов ярового ячменя, рекомендуемых к возделыванию в условиях Республики Тыва;

2. На основании результатов корреляционного анализа установить связь урожайности и элементов продуктивности изучаемых сортов ярового ячменя;

3. Определить зависимость урожайности от элементов структуры урожая ярового ячменя при его выращивании в степной зоне Республики Тыва.

**Материалы и методы исследований.** Проведены трехлетние исследования на опытном поле Тувинского НИИСХ в степной зоне на темно-каштановой легкосуглинистой почве с нейтральной реакцией. В качестве предшественника использовался чистый пар. Опыт был заложен в четырехкратной повторности. Подготовка опытного участка, посев опытных делянок, учеты и наблюдения проводились согласно общепринятым методикам с учетом природно-климатических условий Республики Тыва (Доспехов, 2014; зональная система земледелия Республики Тыва, 2019). Проводилась обработка чистого пара ранневесенним боронованием БИГ – 3 на глубину 8-10 см., предпосевная обработка проводилась культиватором. Посев осуществлялся сеялкой стерневой СЗС – 2,8. В качестве объекта исследования были выбраны новые для Республики Тыва сорта ярового ячменя Биом и Оленек. Несмотря на то, что сорт Биом районирован по Восточно-Сибирскому региону еще в 2007 г., в условиях Тувы он возделывается только последние несколько лет и на очень небольших площадях, а сорт Оленек, районированный в 2014 г., в Туве вообще не выращивается. Стандартом служил созданный в СИБНИИРС сорт Ача. Норма высева ярового ячменя составляла в весовом выражении 140 кг/га, в численном – 4,5 млн. всхожих зерен/га. Срок посева культуры 20 мая. Расположение вариантов опыта рендомизированное, площадь делянки 28,0 м<sup>2</sup>. Коэффициент линейной корреляции Пирсона рассчитан с помощью программы Snedecor.

Климатические условия периода вегетации всех трех лет исследований были достаточно удовлетворительными для роста и развития растений. В первый год количество осадков было примерно на уровне среднемноголетних значений (по данным метеостанции Сосновка этот показатель составляет 218 мм), превысив его лишь на 18 мм (см. рисунок 1).

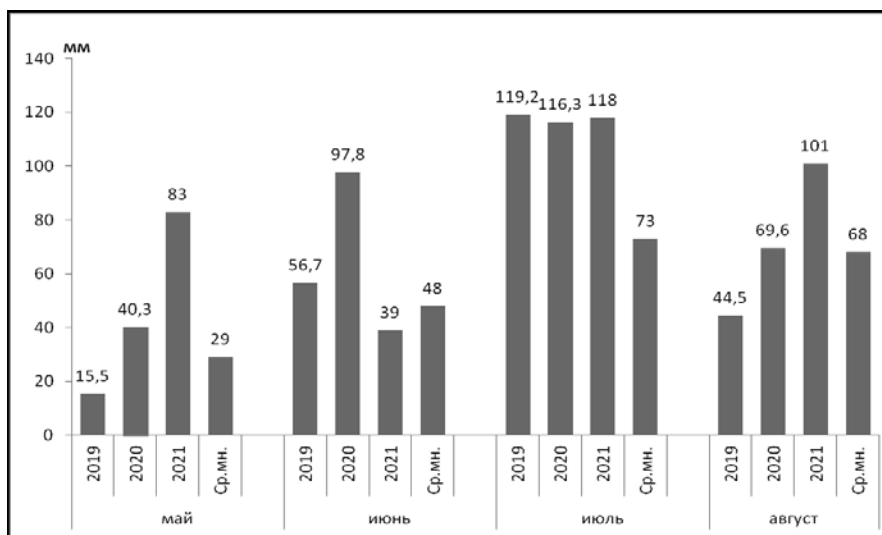


Рис.1. Количество осадков, мм

Fig. 1. Precipitation, mm

Температурный режим вегетационного периода ячменя в годы исследований не отличался резкими колебаниями. Анализ среднемесячных температур показал, что лишь в мае 2020 года, июле 2020 и 2021 годов, а также в августе 2019 года температура воздуха значительно превышала многолетние средние зна-

чения (см. рисунок 2). Однако, за исключением августа 2019 года, эти периоды с аномально высокой температурой характеризовались также обильными осадками. Благодаря этому избытку влаги, повышенная температура не оказала отрицательного влияния на развитие растений ячменя.

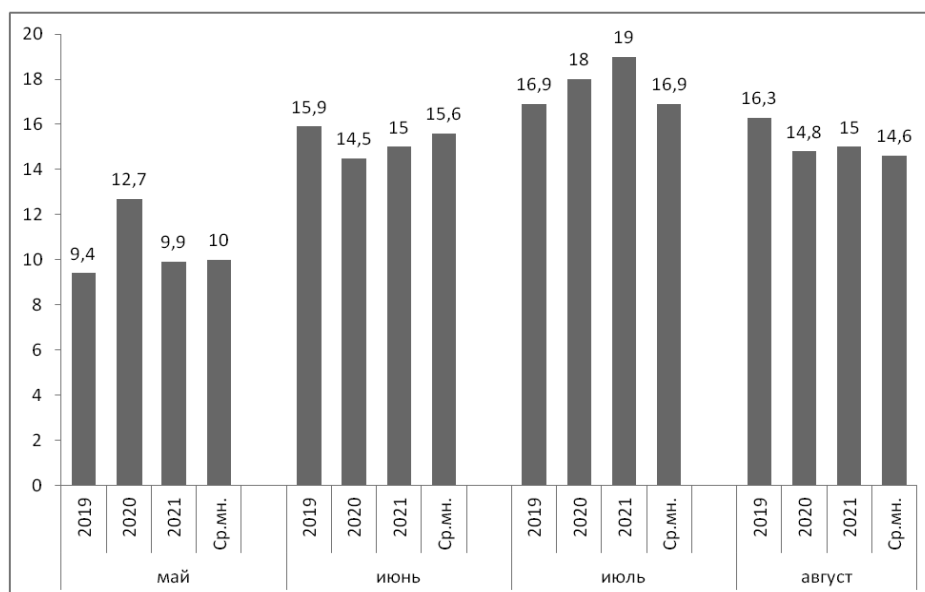


Рис.2. Среднемесячная температура воздуха, °C

Fig. 2. Average monthly air temperature, °C

**Результаты и их обсуждение.** В период проведения исследований проведен анализ структуры

урожаа изучаемых сортов ячменя, средние данные за 2019-2021 гг. представлены в таблице 1.

Таблица 1. Структура урожая ярового ячменя в среднем за 2019-2021 гг.  
Table 1. Yield structure of spring barley on average in 2019-2021

Показатели	Сорта						НСР (5%)
	Ача (st)		Биом		Оленек		
	X±m	Cv,%	X±m	Cv,%	X±m	Cv,%	
Урожайность, т/га	3,9±0,12	20,4	4,2±0,19	31,1	3,4±0,17*	33,8	0,45
Масса 1000 зерен, г	47,7±0,52	7,5	52,9±0,62***	8,1	48,4±0,34	4,9	1,41
Вес зерна в колосе	2,56±0,03	9,9	2,50±0,04	9,9	2,44±0,03	7,7	0,09
Высота стебля, см.	71±2,1	20,6	67±1,39	14,4	76±1,9	17,7	5,13
Длина колоса, см.	8,2±0,10	9,2	7,6±0,12	11,4	9,3±0,14***	10,2	0,35
Продуктивных стеблей, шт. на 1м <sup>2</sup>	236±17,41	51,1	250±13,79	38,2	202±11,7	40,0	40,5
Количество зерен в колосе, шт.	23±0,19	5,7	20±0,32***	10,8	25±0,33***	9,3	0,71

\* $p > 0,95$ ; \*\*\* $p > 0,999$

Новые для Республики Тыва сорта ярового ячменя Биом и Оленек в среднем за три года исследований не имели существенной разницы с возделываемым в регионе сортом Ача по таким показателям структуры урожая, как масса зерна в колосе, высота стебля, число продуктивных стеблей.

Урожайность сорта Биом была на уровне контрольного сорта, а урожайность сорта Оленек достоверно ниже сорта Ача на 0,5 т/га. Сорт Биом в условиях проведения исследований достоверно превысил контрольный вариант по массе тысячи зерен на 2,5 г, при этом уступив контролю по числу зерен в колосе. Наибольшее число зерен в колосе и длина колоса в опыте отмечены у ячменя сорта Оленек, достоверно превышающие контрольный сорт Ача. Наиболее высоким значением коэффициента вариации в опыте характеризовались такие элементы структуры урожая изучаемых сортов ярового ячменя как число продук-

тивных стеблей и урожайность, а наименее изменчивыми были масса тысячи зерен и число зерен в колосе. Как видно из таблицы, у сорта Ача количество продуктивных стеблей характеризовалось самой высокой изменчивостью, а сорт Оленек имел наименьшую вариативность по массе 1000 зерен и весу зерна в колосе.

Все элементы структуры урожая в той или иной степени связаны между собой, имеют разные связи, как по силе, так и по направлению. Были рассчитаны коэффициенты корреляции урожайности с элементами продуктивности и коэффициенты регрессии между урожайностью (значимая переменная) и структурными элементами продуктивности (факториальные переменные) изучаемых сортов ярового ячменя, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2. Коэффициенты корреляции и регрессии между урожайностью и элементами продуктивности сортов ярового ячменя  
Table 2. Correlation and regression coefficients between productivity and yield elements of spring barley varieties

Признаки	Коэффициент корреляции (r)			Коэффициент регрессии (R <sub>x/y</sub> )		
	Ача	Биом	Оленек	Ача	Биом	Оленек
У – КПС	-0,19	-0,45*	-0,05	-0,001	-0,006*	-0,001
У – ДС	0,44*	-0,07	-0,15	0,024*	-0,010	-0,013
У – ДК	0,41*	0,26	0,12	0,431*	0,393	0,148
У – КЗ	0,33*	0,15	-0,22	0,201*	0,089	-0,111
У – МЗК	0,84*	0,50*	0,51*	2,581*	2,651*	3,361*
У – М1000З	0,24	-0,41*	-0,39*	0,053	-0,126*	-0,191*

\*- существенные значения, уровень значимости  $p < 0,05$

Примечание: КПС – количество продуктивных стеблей на 1м<sup>2</sup>. ДС – высота стебля. ДК – длина колоса. КЗ – количество зерен. МЗК – вес зерна в колосе. М1000З – масса 1000 зерен. У – урожайность.

При возделывании в условиях Республики Тыва у ярового ячменя сорта Ача установлена средняя положительная корреляция между урожайностью и длиной стебля, длиной колоса, количеством зерен в колосе, и высокая положительная корреляционная связь урожайности и массы зерна в колосе. Определено, что при увеличении длины стебля на 1 см урожайность увеличивается на 0,024 т/га, длины колоса на 1 см – на

0,43 т/га, при увеличении числа зерен в колосе – на 0,201 т/га, массы зерна с колоса на 1 г – на 2,58 т/га. У сорта Биом и Оленек положительная корреляционная связь установлена между урожайностью и массой зерна с колоса, отрицательная – между урожайностью и массой тысячи зерен. При увеличении массы зерна с колоса на 1 г урожайность ячменя сорта Биом увеличивается на 2,65 т/га, сорта Оленек – на 3,36 т/га.

**Выводы.**

В среднем за три года исследований, проведенных в 2019-2021 гг. в условиях Республики Тыва, новый для региона сорт Биом не имел существенной разницы по урожайности с сортом Ача, районированным в республике с 1997 г. Урожайность ярового ячменя сорта Оленек была ниже контрольного значения на 0,5 т/га.

У всех изучаемых сортов ячменя установлена положительная корреляция между урожайностью и мас-

сой зерна с колоса: высокая корреляция (0,84) у сорта Ача, средняя – у сорта Оленек (0,51) и Биом (0,50).

Регрессионным анализом установлено, что при возделывании ярового ячменя в условиях Республики Тыва при увеличении массы зерна с колоса на 1 г урожайность сорта Оленек повышается на 3,36 т/га, сорта Биом – на 2,65 т/га, сорта Ача – на 2,58 т/га.

**Финансирование.** Исследования выполнены в рамках государственного задания № 075-00548-21--01 – ФГБНУ «Тувинский НИИСХ».

**Библиографический список**

1. Анисимова Н. Н., Ионова Е. В. Элементы структуры урожая сортов ярового ячменя и их вклад в формирование высокой продуктивности растений // Зерновое хозяйство России. 2016. № 5. С. 40-43. EDN XRLIGT.
2. Батакова О.Б., Корелина В.А. Влияние элементов структуры урожая на продуктивность ячменя ярового (*Hordeum vulgare* L.) в условиях Крайнего Севера РФ // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2017. Т. 178, Вып. 3. С. 50-58. DOI: 10.30901/2227-8834-2017-3-50-58
3. Ламажап Р.Р., Липшин А.Г. Влияние климатических условий на урожайность ярового ячменя в Республике Тыва // Вестник КрасГАУ. 2016. № 12(123). С. 13-19. EDN XSHJCF.
4. Левакова О.В. Вариабельность элементов структуры урожая ярового ячменя в зависимости от гидротермических условий вегетации. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022. №23(3). С. 327-333. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.3.327-333>
5. Мартынова С.В., Пакуль В.Н., Андросов Д.Е. Взаимосвязь морфометрических параметров ярового ячменя с урожайностью // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49, № 5. С. 11–20. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-5-2
6. Мусалитин Г.М., Борадулина В.А., Кузикеев Ж.В. Результаты изучения мировой коллекции ячменя в условиях Алтайского края // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 4. С. 17-21. EDN OYADBR.
7. Фомина М.Н. Особенности формирования зерновой продуктивности перспективных сортов ячменя в зоне Северного Зауралья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2016. № 2 (249). С. 28-34. EDN VXVYIH.
8. 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.

**References**

1. Anisimova N. N., Ionova E. V. Elementy struktury urozhaya sortov yarovogo yachmenya i ikh vklad v formirovanie vysokoi produktivnosti rastenii [Yield structure elements of spring barley varieties and their contribution to large plant productivity formation] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2016. № 5. S. 40-43. EDN XRLIGT.
2. Batakova O.B., Korelina V.A. Vliyanie elementov struktury urozhaya na produktivnost' yachmenya yarovogo (*Hordeum vulgare* L.) v usloviyakh Krainego Severa RF [The effect of yield structure elements on spring barley productivity (*Hordeum vulgare* L.) in the Far North of the Russian Federation] // Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii. 2017. Vol. 178, Vyp. 3. S. 50-58. DOI: 10.30901/2227-8834-2017-3-50-58
3. Lamazhap R.R., Lipshin A.G. Vliyanie klimaticheskikh uslovii na urozhainost' yarovogo yachmenya v Respublike Tyva [The effect of climatic conditions on spring barley productivity in the Republic of Tyva] // Vestnik KrasGAU. 2016. № 12(123). S. 13-19. EDN XSHJCF.
4. Levakova O.V. Variabel'nost' elementov struktury urozhaya yarovogo yachmenya v zavisimosti ot gidrotermicheskikh uslovii vegetatsii [Variability of spring barley yield structure elements depending on hydrothermal growing conditions] // Agramaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2022. №23(3). S. 327-333. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.3.327-333>
5. Martynova S.V., Pakul' V.N., Androsov D.E. Vzaimosvyaz' morfometricheskikh parametrov yarovogo yachmenya s urozhainost'yu [The correlation between morphometric parameters of spring barley and productivity] // Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki. 2019. Vol. 49, № 5. S. 11–20. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-5-2
6. Musalitin G.M., Boradulina V.A., Kuzikeev Zh.V. Rezul'taty izucheniya miro-voi kollektcii yachmenya v usloviyakh Altaiskogo kraia [The results of the global barley collection study in the Altai Territory] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2012. № 4. S. 17-21. EDN OYADBR.
7. Fomina M.N. Osobennosti formirovaniya zernovoi produktivnosti perspektivnykh sortov yachmenya v zone Severnogo Zaural'ya [Features of grain productivity development of promising barley varieties in the Northern Trans-Urals] // Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki. 2016. № 2 (249). S. 28-34. EDN VXVYIH.

8. 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, protein percentage in grain, and hull content of spring barley in the Middle Volga region ] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2023. Vol. 15, № 4. S. 72–77. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-87-4-72-77.

Поступила: 23.04.25; доработана после рецензирования: 09.09.25; принята к публикации: 09.09.25.

**Критерии авторства.** Авторы статьи Ламажап Р. Р. и Кузьмина Е. Е. подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы статьи Ламажап Р. Р. и Кузьмина Е. Е. заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Авторский вклад.** Ламажап Р.Р., Кузьмина Е.Е. – концептуализация исследования; Ламажап Р.Р. – подготовка опыта; Ламажап Р.Р. – выполнение полевых/лабораторных опытов и сбор данных; Кузьмина Е.Е. – анализ данных и их интерпретация; Кузьмина Е.Е. – подготовка рукописи.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**