

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОСТРЕЦА БЕЗОСТОГО В РАЗЛИЧНЫХ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ ЯКУТИИ

<sup>1</sup>Алексеева В.И., (✉) <sup>2</sup>Платонова А.З.

<sup>1</sup>Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова – обособленное подразделение Якутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук

Республика Саха (Якутия), Россия

<sup>2</sup>Арктический государственный агротехнологический университет

Республика Саха (Якутия), Россия

(✉) e-mail: agafya.platonova.2016@mail.ru

Представлены результаты биологической оценки сортообразцов костреца безостого в разных агроклиматических зонах Якутии. В исследованиях использованы 143 коллекционных сортообразца костреца безостого из генетической коллекции ВИР, других научно-исследовательских учреждений, а также местные дикорастущие образцы. Изучаемые сортообразцы обладают высокой зимостойкостью, селекционные номера в большей степени. Дана оценка засухоустойчивости сортообразцов, выращиваемых в трех зонах Якутии. Установлена тесная взаимосвязь признаков зимостойкости и засухоустойчивости (водоудерживающей способности) у костреца безостого. Коэффициент корреляции в среднем составил 0,74. Дана оценка интенсивности транспирации у сортообразцов костреца безостого. Анализ дневной динамики транспирации выявил, что в начальной фазе развития генеративных побегов (выход в трубку) минимальная интенсивность транспирации происходила в вечернее время, максимальная – в утренние и дневные часы. В фазе колошения и цветения интенсивность транспирации зависит от погодных условий. Установлено, что высокая зимостойкость костреца безостого обуславливает высокую урожайность сена; низкий процент водоудерживающей способности – зимостойкость и получение максимального урожая сена в условиях криолитозоны Якутии. Коэффициенты корреляции между параметрами зимостойкости, засухоустойчивости с урожайностью сена при разном травостое в среднем составили –0,85...–0,24. Стандартный сорт костреца безостого Камалинский 14 устойчив и высоко адаптирован к условиям Якутии, рекомендуется как родительская форма в селекционном процессе по кострецу безостому. При отборе сортообразцов костреца безостого следует обратить внимание на сортообразцы из местной селекции, а также на популяции экспедиционных сборов по Якутии, которые обладают высокой урожайностью семян.

**Ключевые слова:** кострец безостый, зимостойкость, засухоустойчивость, семена

## BIOLOGICAL EVALUATION OF AWNLESS BROMEGRASS IN DIFFERENT AGRO-CLIMATIC ZONES OF YAKUTIA

<sup>1</sup>Alexeeva V.I., (✉) <sup>2</sup>Platonova A.Z.

<sup>1</sup>M.G. Safronov Yakut Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of the Federal Research Centre “The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”

Republic of Sakha (Yakutia), Russia

<sup>2</sup>Arctic State Agrotechnological University

Republic of Sakha (Yakutia), Russia

(✉) e-mail: agafya.platonova.2016@mail.ru

The results of biological evaluation of awnless bromegrass varieties in different agroclimatic zones of Yakutia are presented. A total of 143 collection varieties of awnless bromegrass from the genetic collection of VIR, other research institutions and local wild specimen were used in the research. The varieties studied are highly winter-hardy, the breeding specimen numbers to a greater extent. The drought tolerance of the varieties grown in the three zones of Yakutia is evaluated. A close relationship between winter hardiness and drought tolerance (water retention capacity) in awnless bromegrass was established. The correlation coefficient averaged 0.74. The intensity of transpi-

ration in awnless brome grass cultivars is evaluated. Analysis of the daily dynamics of transpiration revealed that during the initial development phase of generative shoots (emergence into a tube), the minimum intensity of transpiration occurred in the evening and the maximum in the morning and afternoon hours. During the earing and flowering phase, the intensity of transpiration depends on weather conditions. It has been established that high winter hardiness of awnless brome grass accounts for high hay yield; low water-holding capacity accounts for winter hardiness and maximum hay yield in the conditions of Yakutia's cryolithozone. The correlation coefficients between winter hardiness, drought tolerance parameters and hay yield at different herbage levels averaged  $-0,85 \dots -0,24$ . The standard variety of awnless brome grass Kamalinsky 14 is stable and highly adapted to the conditions of Yakutia, and is recommended as a seed parent in the selection process for awnless brome grass. When selecting varieties of awnless brome grass, attention should be paid to varieties from local breeding, as well as populations of expeditionary collections across Yakutia, which have high seed yields.

**Keywords:** awnless brome grass, winter hardiness, drought resistance, seeds.

**Для цитирования:** Алексеева В.И., Платонова А.З. Биологическая оценка костреца безостого в различных агроклиматических зонах Якутии // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 6. С. 22–30. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-3>

**For citation:** Alexeeva V.I., Platonova A.Z. Biological evaluation of awnless brome grass in different agro-climatic zones of Yakutia. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 51, no. 6, pp. 22–30. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-3>

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

#### Благодарность

Статья опубликована в соответствии с планом НИР Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова – Якутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук в рамках государственного задания НИР FWRS-2021-0006.

#### Acknowledgements

The article was published in accordance with the research plan of the Yakut Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov - The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences under the state research assignment FWRS-2021-0006.

## ВВЕДЕНИЕ

Кострец безостый (*Bromopsis inermis* Leyss) – один из самых распространенных многолетних злаковых трав. Благодаря своим биологическим особенностям он произрастает в различных почвенно-климатических условиях, включая Крайний Север [1, 2].

Кострец безостый отличается высокой урожайностью, засухоустойчивостью и зимостойкостью. Охотно поедается на пастбищах и в виде сена всеми видами скота. Хорошо отрастает после скашивания или стравливания. Весной начинает рост рано и дает большое количество зеленого корма, поэтому может быть использован для

ранней зеленой подкормки вместо озимых. В условиях Якутии на огороженных участках в травостое держится до 8–9 лет. Широко используется в травосмесях при создании культурных сенокосов и пастбищ, а также для посева на осушенных болотах, землях, подверженных водной и ветровой эрозии<sup>1</sup> [1–9].

Во многих литературных источниках указано о значимости зимостойкости в подготовке растений в зависимости от их принадлежности к типовым группам (по отношению к отрицательным температурам воздуха). Различают следующие типы культур: устойчивые к низким температурам атмосферного воздуха, почвенного слоя и подснежной тем-

<sup>1</sup>Ефимова А.З. Агроэкологическое обоснование возделывания костреца безостого (*Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub) на семена в Якутии: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Якутск, 2004. 24 с.

пературе [10–16]. Кострец безостый образует много форм, которые по биологическим, экологическим и хозяйственным признакам объединяются в два типа: северный и южный (см. сноску 1) [6, 16].

В Якутии основными лимитирующими факторами являются суровые условия перезимовки и засушливые условия во время вегетации растений. Подбор исходного материала, адаптированного к суровым условиям Якутии, должен стать основой при создании сортов со стабильным урожаем надземной массы.

Цель исследования – оценить биологические особенности сортообразцов костреца безостого в разных агроклиматических зонах Якутии.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Экспериментальные исследования проведены в трех научно-полевых стационарах Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова, которые расположены в разных по агроклиматическим показателям зонах возделывания сельскохозяйственных культур: Пригородной (Хангаласский улус), Заречной (Усть-Алданский улус) и Северной (Оймяконский улус).

В Хангаласском улусе исследования проведены в 1989–1993 гг. на пойменном участке, расположенном на среднем течении р. Лены. Почва мерзлотно-пойменная, дерновая, светло-серая супесчаная с нейтральной и слабощелочной реакцией почвенной среды. Тип засоления сульфатно-хлоридный. Содержание гумуса в пахотном слое 2,14–2,95%, обменного калия – 3,5–19,7 мг/100 г почвы, рН солевой 7,2–7,4.

В Усть-Алданском улусе исследования проходили на термокарстовом аласе Бэди в 2006–2008 гг. Алас ровный, относится к котловинно-долинному типу. Участок расположен на аласных ксероморфных солонцах, которые широко распространены на аласных лугах изучаемого региона. Этот тип почвы занимает 47,4% площади основного днища аласа Бэди, что составляет 672,7 га [17]. Микрорельеф опытного участка ров-

ный, имеет небольшой склон с севера на юг, с периферии аласа к центру. Содержание гумуса на глубине 0–20 см очень высокое (8,9%) с убыванием вниз по профилю до 1,9%. Обеспеченность нитратным азотом очень высокая – 46–48 мг/кг почвы, содержание фосфора очень низкое – 58 мг/кг, калия на глубине 0–20 см очень высокое – 305 мг/кг, 20–40 см – высокое – 159 мг/кг. Засоленность слабая, на горизонте 0–20 см сульфатно-хлоридная, 20–40 см – гидрокарбонатная. По наблюдениям Р. Десяткина [17], вечная мерзлота в течение вегетационного периода опускается до 2,0–2,5 м.

В Оймяконском улусе исследования проведены в 1998–2001 гг. Участок расположен на пойме р. Ючюгэй. Почва мерзлотная северо-таежная оподзоленная. Профиль почвы подвержен мерзлотным криотурбациям, оглеен, на почвах тяжелого механического состава обладает тиксотропностью. По механическому составу почвы легко-, средне- и тяжелосуглинистые на древнеаллювиальных отложениях, снизу подстилаемые песком и галечником. Содержание гумуса 2,11–2,47%, реакция водного раствора почвенной среды нейтральная, рН 6,4–7,7. Содержание фосфора и калия высокое. В верхних слоях (0–20 см) содержание фосфора составляет 29,9–31,78 мг/100 г почвы, обменного калия – 25,6–26,4 мг/100 г.

Метеорологические условия за годы исследований характеризовались очень суровыми зимами (температура опускалась до –57 °С в Хангаласском и Усть-Алданском улусах и ниже до –62 °С в Оймяконье) и более благоприятными условиями в период вегетации.

Гидротермический коэффициент (ГТК) составил в первом участке за 1989–1993 гг. от 1,2 до 2,7. Засушливыми отмечены 1989 г. (ГТК 1,20), 1993 г. (ГТК 1,53), увлажненными – 1990, 1991 гг. (ГТК 2,07 и 1,62 соответственно). Влажным был 1992 г. (ГТК 2,7).

На втором участке в 2006–2008 гг. метеорологические условия вегетационного периода по гидротермическому коэффициенту можно разделить на засушливые (2007 г.) и влажные (2006, 2008 гг.). Погодные условия

вегетационного периода 2007 г. характеризовались относительно низкой температурой воздуха и дефицитом атмосферных осадков. В I и II декадах июля установилась сухая и жаркая погода, дожди начались только с III декады. ГТК равнялся 0,55. Сумма активных температур выше 10 °С составляла 1295°, сумма осадков за данный период – 71,4 мм.

На третьем участке испытаний в 2000 г. ГТК равнялся 1,65, в 2001 г. – 1,23.

Закладку полевых опытов, биометрические учеты и наблюдения проводили по методическим указаниям ВИР (1985 г.), ВНИИК (1985, 1993 гг.). Дневной ход транспирации определяли по методике Н. Гусева «Некоторые методы исследования водного режима растений» (1966 г.). Математическую обработку результатов исследований осуществляли по Б.А. Доспехову (1985 г.) с использованием пакета программ Snedecor (2009 г.) и Microsoft Office Excel 2007.

В исследованиях использованы 143 коллекционных сортообразца костреца безостого из генетической коллекции ВИР, других научно-исследовательских учреждений, а также местные дикорастущие образцы: в Хангаласском улусе – 40 сортообразцов, Оймяконском – 90, Усть-Аланском – 13. Стандарт – районированный сорт Камалинский 14.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При определении особенностей селекции костреца безостого учитывали важные биологические признаки: зимостойкость, засухоустойчивость и водоудерживающую способность. По разработанной агротехнике возделывания данной культуры в условиях Якутии посев проведен широкорядным способом в летний срок [2, 12]. При таком посеве наблюдается хорошая адаптивность костреца безостого в условиях Якутии.

В Хангаласском и Оймяконском улусах в зимний период опытные участки использовали для тебеневки лошадей. В результате выделены зимостойкие и засухоустойчивые сортообразцы.

В Хангаласском улусе у стандартного сорта Камалинский 14 зимостойкость в пер-

вые 2 года жизни растений в целом хорошая, которая с возрастом становится отличной.

При оценке сортообразцов костреца безостого на засухоустойчивость определено, что водоудерживающая способность хорошо проявляется у вегетативных побегов. Генеративные побеги в засушливый год по водоудерживающей способности менее устойчивы, чем вегетативные. В связи с этим сортообразцы исследовали во время фазы кущения.

Потеря воды от общей массы растений зафиксирована в первый год вегетации растений у сорта Камалинский 14 на уровне 4,5%, у местных образцов – от 2 до 3%. В последующие годы использования травостоя отмечено, что водоудерживающая способность достигала 5% у сорта Камалинский 14 и до 4% у местных популяций, кроме гибридного номера Г-18. Он проявил эффект гомеостаза и не менял своих водоудерживающих способностей с третьего по четвертый год жизни растений (на уровне 2%).

Урожайность сена составила по годам у сорта Камалинский 14 на богаре от 14,4 до 33,3 ц/га в зависимости от ГТК года и первой точки исследований. Первый год жизни костреца безостого совпал с умеренно увлажненным годом (ГТК 0,81). Урожайность сена достигала 33,3 ц/га. Во второй год жизни костреца (ГТК 1,03) урожайность сена составила 21,1 ц/га. В третий год жизни данный показатель равнялся 14,4 ц/га, что связано с возрастом травостоя и очень засушливым летом (ГТК 0,59). На четвертый год жизни в более благоприятный год (ГТК 1,09) урожайность сена составила 21,98 ц/га.

Благодаря агротехнологическим приемам сорт Камалинский 14 хорошо адаптировался в криолитозоне. Отмечена отрицательная взаимосвязь как между урожайностью с зимостойкостью (до -0,6), так и между урожайностью сена и водоудерживающей способностью (-0,8) (см. табл. 1).

Аналогичный агротехнический прием с широкорядным способом посева заложен во второй точке исследований при изучении коллекции ВИР костреца безостого в жестких условиях Полюса холода Оймяконья.

**Табл. 1.** Хозяйственно ценные признаки и определение взаимосвязи с урожайностью сена у сортообразцов костреца безостого в условиях Хангаласского улуса (посев 1989 г., учет 1990–1993 гг.)**Table 1.** Economically valuable traits and determination of correlation with hay yield in awnless brome grass cultivars in Khangalass ulus conditions (seeding 1989, records 1990–1993)

| Год жизни                                                              | Зимостойкость, балл | ГТК  | Засухоустойчивость (водоудерживающая способность), % | Урожайность сена, ц/га |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------|------|------------------------------------------------------|------------------------|
| Первый (1990)                                                          | 4,5                 | 0,81 | 4                                                    | 33,3                   |
| Второй (1991)                                                          | 4,5                 | 1,03 | 4,5                                                  | 21,1                   |
| Третий (1992)                                                          | 5                   | 0,59 | 5                                                    | 14,4                   |
| Четвертый (1993)                                                       | 5                   | 1,09 | 5                                                    | 21,98                  |
| Коэффициент корреляции свойства с урожайностью сена костреца безостого | –0,66               | 0,24 | –0,87                                                | 1,00                   |

Отмечено, что Камалинский 14 хорошо адаптировался в криолитозоне. У данного сорта подтвердилась отрицательная взаимосвязь как между урожайностью с зимостойкостью (до –0,5), так и между урожайностью сена и водоудерживающей способностью (–0,5).

Местные сортообразцы проявили себя иначе: отмечена положительная взаимосвязь между зимостойкостью и урожайностью сена и водоудерживающей способностью и урожайностью сена. Коэффициенты корреляции 0,6–1,0 и 0,6 соответственно. У гибридных образцов явно выражена отрицательная взаимосвязь с зимостойкостью и урожайностью сена, что свидетельствует о гомеостазе и наследовании родительской формы сорта Камалинский 14 (см. табл. 2).

Особенности зимостойкости костреца безостого и засухоустойчивости выразились в определенной взаимосвязи с заготовкой кормов во второй полевой точке. Коэффициент

корреляции между зимостойкостью и водоудерживающей способностью у сорта Камалинский 14 равнялся 1,00, костреца Караваева Э№07-1/37 – 0,82, сортообразца Г-18 – 0,58, костреца Э№07-1/51 – 0,58. В среднем по образцам коэффициент корреляции составил 0,74.

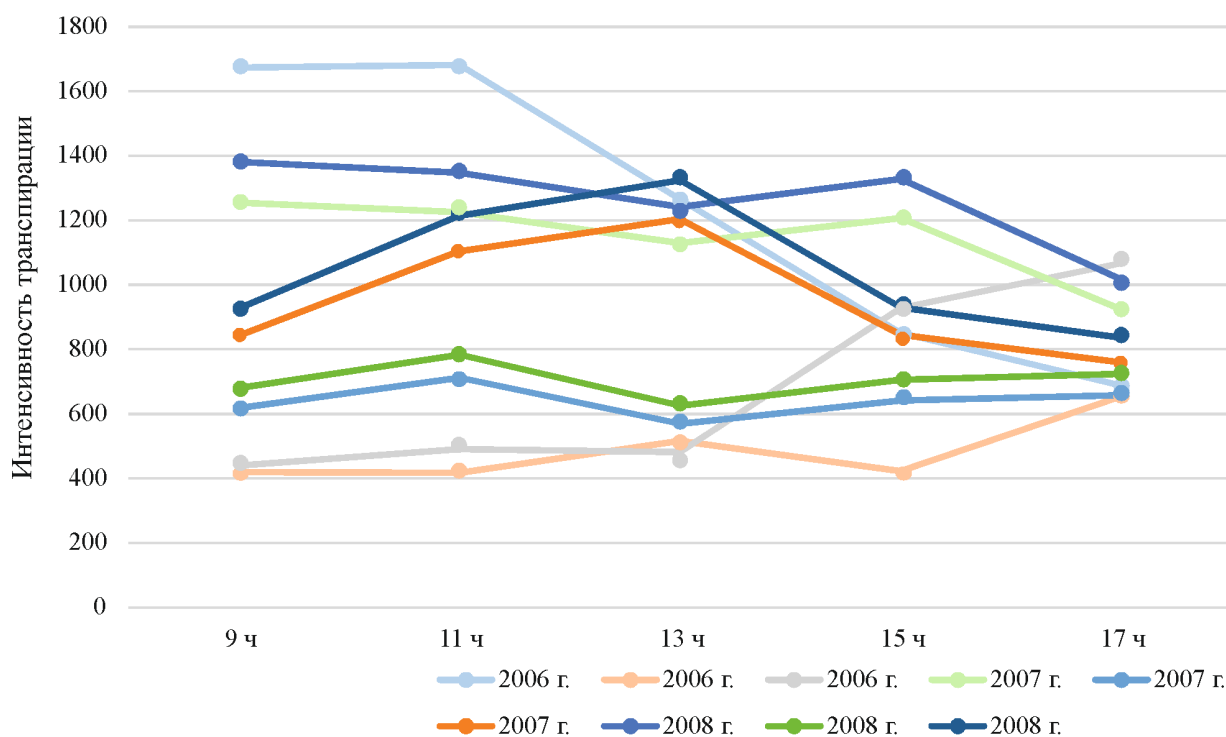
В Усть-Алданском улусе посев произведен в осенний срок. Наблюдения за интенсивностью транспирации у сортообразцов костреца безостого проведены на втором, третьем и четвертом годах жизни по фазам развития растений (выход в трубку, колошение и цветение).

За годы исследований дневной ход транспирации у сортообразцов костреца безостого выражен одно- и двухвершинными кривыми, изображенными на рисунке.

Анализ дневной динамики транспирации выявил, что в начальной фазе развития генеративных побегов (выход в трубку) минимальная интенсивность транспирации

**Табл. 2.** Коэффициент корреляции у местных образцов костреца безостого и адаптированного сорта Камалинский 14 (Оймяконский улус, посев 1998 г., учет 1999–2001 гг.)**Table 2.** Correlation coefficient in local samples and adapted cultivar Kamalinsky 14 (Oymyakonsky ulus, seeding 1998, records 1999–2001).

| Факторная связь                                 | Камалинский 14 | Кострец Караваева Э№07-1/37 | Г-18 | Кострец Э№07-1/51 | Среднее |
|-------------------------------------------------|----------------|-----------------------------|------|-------------------|---------|
| Зимостойкость и урожайность сена                | –0,5           | 1,0                         | –0,4 | 0,6               | 0,2     |
| Водоудерживающая способность и урожайность сена | –0,5           | 0,6                         | 0,7  | 0,6               | 0,4     |



Среднесуточная интенсивность транспирации сортобразцов костреца безостого (учет 2006–2008 гг.), мг/ч

Average daily transpiration rate of awnless brome grass cultivars (records 2006–2008), mg/h

происходила в вечернее время, максимальная – в утренние и дневные часы. В фазе колошения и цветения интенсивность транспирации зависит от погодных условий. В благоприятные по влагообеспеченности 2007 и 2008 гг. в фазе колошения в дневное время отмечено максимальное (11 ч) и минимальное (13 ч) испарение влаги. Во время цветения пик интенсивности транспирации приходился на дневное время (13 ч), минимальное значение – в вечернее (17 ч). В неблагоприятном по влагообеспеченности 2006 г. минимальная интенсивность транспирации наблюдалась в 9 и 11 ч, максимальная – в вечернее время (17 ч). Анализ интенсивности транспирации по фазам развития у костреца безостого показал, что максимальное испарение влаги из листьев происходит в фазе выхода в трубку. По годам данный показатель колебался от 1149 до 1263 мг/ч, значительно меньше в фазе колошения – от 486 до 704 мг/ч, цветения – от 681 до 951 мг/ч. В неблагоприятный по теплообеспеченности с дефицитом влаги вегетационный период 2006 г. у растений отмечен низкий коэффициент транспирации (486–1231 мг/ч).

Среди сортобразцов костреца безостого наименьшей интенсивностью транспирации характеризуются сорта Антей и Аметист. В фазе трубкования на третий и четвертый годы жизни у них отмечено максимально высокое значение коэффициента транспирации – 1599 и 1614 мг/ч соответственно.

На третьем году жизни сортобразцов костреца безостого в фазе выхода в трубку выявлены высокие показатели интенсивности транспирации. У стандарта Камалинский 14 она составила 3718 мг/ч. Обладая оптимальными признаками зимостойкости и засухоустойчивости, в этот период растения костреца сформировали хорошую урожайность семян (см. табл. 3).

Благодаря биологическим особенностям костреца безостого максимальной урожайности семян он достигает в третий и четвертый годы жизни растений. Достоверно высокую урожайность семян обеспечивают шесть сортобразцов: Хаптагайский, Местный Якутский, Аммачаан, К-02-8, Э-118, К-02-6, у которых превышение над стандартом варьирует от 22 до 49% (см. табл. 3).

**Табл. 3.** Урожайность семян костреца безостого на третьем участке (условия аласа Бэди), посев 2005 г., г/м<sup>2</sup>

**Table 3.** Seed yields of awnless brome grass in plot 3 (Bedi Alas conditions), seeding 2005, g / m<sup>2</sup>

| Сортообразец              | Год жизни |        |           | Среднее | % к стандарту |
|---------------------------|-----------|--------|-----------|---------|---------------|
|                           | второй    | третий | четвертый |         |               |
| Камалинский 14 (стандарт) | 5,3       | 7,8    | 15,9      | 9,7     | 100           |
| Лангепас                  | 4,7       | 7,5    | 17,5      | 9,9     | 102           |
| Аметист                   | 4,5       | 8,5    | 16,6      | 9,9     | 102           |
| Антей                     | 6,4       | 8,9    | 17,6      | 11      | 113           |
| Местный Якутский          | 7,3       | 8,5    | 20,1      | 12      | 124           |
| Аммачаан                  | 6,8       | 10,1   | 21,2      | 12,7    | 131           |
| Хаптагайский              | 4,8       | 8,9    | 21,6      | 11,8    | 122           |
| Э-118                     | 6,1       | 11,8   | 23,7      | 13,9    | 143           |
| К-02-5                    | 4,9       | 8,7    | 17,2      | 10,3    | 106           |
| К-02-6                    | 7,7       | 12,2   | 23,4      | 14,4    | 149           |
| К-02-8                    | 6         | 8,4    | 23,3      | 12,6    | 130           |
| НСР <sub>0,5</sub>        | 1,7       | 2,9    | 3,1       | 2,1     |               |

## ВЫВОДЫ

1. Стандартный сорт костреца безостого Камалинский 14 устойчив и высоко адаптирован к условиям Якутии, рекомендуется как родительская форма в селекционном процессе по кострецу безостому.
2. Вододерживающая способность растений костреца безостого в фазе кущения с возрастом снижается до 5%.
3. Коэффициенты корреляции между параметрами зимостойкости, засухоустойчивости с урожайностью сена при разном травостое в среднем находятся на уровне -0,85... -0,24.
4. Высокая зимостойкость костреца безостого обуславливает высокую урожайность сена; низкий процент вододерживающей способности – зимостойкость и получение максимального урожая сена в условиях криолитозоны Якутии.
5. Установлены тесные взаимосвязи признаков зимостойкости и засухоустойчивости (вододерживающей способности) у костреца безостого. Коэффициент корреляции в среднем составляет 0,74.
6. Анализ дневной динамики транспирации выявил, что в начальной фазе развития

генеративных побегов (выход в трубку) минимальная интенсивность транспирации происходила в вечернее время, максимальная – в утренние и дневные часы. В фазе колошения и цветения интенсивность транспирации зависит от погодных условий.

7. При отборе сортообразцов костреца безостого следует обратить внимание на сортообразцы из местной селекции, а также на популяции экспедиционных сборов по Якутии.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казарина А.В., Абраменко И.С., Марунова Л.К. Оценка сортообразцов костреца безостого по хозяйственно ценным признакам и свойствам в лесостепи Самарского Заволжья // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2019. Т. 21. № 6. С. 131–136.
2. Ефимов З.Г., Ефимова А.З., Слепцова А.И. Основы возделывания костреца безостого на семена в условиях Центральной Якутии. Якутск: Издательство СО РАСХН, 2002. 56 с.
3. Осипова В.В., Конощук Л.Я. Продуктивное долголетие многолетних злаковых трав в

- условиях мерзлотных почв Нюрбинского улуса Республики Саха (Якутия) // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2019. № 1. С. 3–8. DOI: 10.36718/1819-4036-2019-11-3-8.
4. Банданова А.В., Бутуханов А.Б. Изменение величины и качества урожая костреца безостого по фазам развития // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2019. № 9. С. 19–26.
  5. Денисов Г.В. Кормовые культуры в зоне вечной мерзлоты: монография. М.: Россельхозиздат, 1980. 176 с.
  6. Денисов Г.В., Стрельцова В.С., Нахабцева С.Ф. Реконструкция и охрана аласных лугов Якутии: монография. Якутск, 1983. 192 с.
  7. Косолапов В.М., Пилипко С.В. Состояние и перспективы селекции многолетних кормовых культур // Кормопроизводство. 2017. № 3. С. 26–29.
  8. Павлова С.А., Пестерева Е.С., Захарова Г.Е. Урожайность и качество сеяных злаковых и бобово-злаковых пастбищ аласных лугов Заречной зоны Якутии // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. Т. 63. № 4 (376). С. 46–48. DOI: 10.24411/2587-6740-2020-14070.
  9. Захарова В.И. Разнообразие сосудистых растений Центральной Якутии: монография. Новосибирск: Наука, 2014. 180 с.
  10. Гончаров Н.П., Гончаров П.Л. Методические основы селекции растений; изд. 2-е, перераб. и доп.: монография. Новосибирск: Гео, 2009. 435 с.
  11. Гончаров П.Л. Научные основы травосеяния Сибири: монография. М.: Агропромиздат, 1986. 286 с.
  12. Косолапов В.М., Пилипко С.В. Состояние и перспективы селекции многолетних кормовых культур // Кормопроизводство. 2017. № 3. (372). С. 8–12.
  13. Кашееваров Н.И., Осипова Г.М., Тюрюков А.Г., Филиппова Н.И. Исследование особенностей биологических признаков костреца безостого (*Bromopsis inermis* Leyss.) для возделывания в экстремальных условиях // Доклады РАСХН. 2014. № 6. С. 14–17.
  14. Павлов Н.Е., Томская Ф.Г., Софронова Е.П. Интродукция и селекция кормовых трав в Якутии (пырейник сибирский, кострец безостый, ломкоколосник ситниковый): монография. Новосибирск: Юпитер, 2006. 237 с.
  15. Платонова А.З. Зимостойкость костреца безостого в Центральной Якутии // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. 2016. № 4 (54). С. 37–40.
  16. Сивцева В.И., Емельянова А.Г., Платонова А.З. Оценка многолетних злаков сенокосного применения на надпойменной террасе средней Лены // Аграрная Россия. 2016. № 3. С. 16–20.
  17. Десяткин Р.В. Почвообразование в термокарстовых котловинах – аласах криолитозоны: монография. Новосибирск: Наука, 2008. 324 с.

## REFERENCES

1. Kazarina A.V., Abramenko I.S., Marunova L.K. Assessment of awnless bromegrass varieties by economically valuable characters and properties in the forest-steppe of Samara Zavolzhye. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk = Izvestia of the Samara Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences*, 2019, vol. 21, no. 6, pp. 131–136. (In Russian).
2. Efimov Z.G., Efimova A.Z., Sleptsova A.I. *Fundamentals of cultivation of awnless rump for seeds in the conditions of Central Yakutia*. Yakutsk, Publishing house SB RAAS, 2002, 56 p. (In Russian).
3. Osipova V.V., Konoshchuk L.Ya. Productive longevity of perennial cereal grasses under conditions of frozen soils of Nurbinsk ulus of the Republic of Sakha (Yakutia). *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of KrasGAU*, 2019, no. 1, pp. 3–8. (In Russian). DOI: 10.36718/1819-4036-2019-11-3-8.
4. Bandanova A.V., Butukhanov A.B. Changes in size and quality of awnless bromegrass by development phase. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of KrasGAU*, 2019, no. 9, pp. 19–26. (In Russian).
5. Denisov G.V. *Forage crops in the permafrost zone*. Moscow, Rossel'khozizdat Publ., 1980, 176 p. (In Russian).
6. Denisov G.V., Strel'tsova V.S., Nakhabtseva S.F. *Reconstruction and protection of alas meadows in Yakutia*. Yakutsk, 1983, 192 p. (In Russian).
7. Kosolapov V.M., Pilipko S.V. State and prospects of breeding perennial forage crops. *Kormoproizvodstvo = Fodder Production*, 2017, no. 3, pp. 26–29. (In Russian).

8. Pavlova S.A., Pestereva E.S., Zakharova G.E. Yield and quality of seeded cereal and bean-cereal pastures of alas grasslands in the Zarechnaya zone of Yakutia. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal = International Agricultural Journal*, 2020, vol. 63, no. 4 (376), pp. 46–48. (In Russian). DOI: 10.24411/2587-6740-2020-14070.
9. Zakharova V.I. *Variety of vascular plants in Central Yakutia*. Novosibirsk, Nauka Publ., 2014, 180 p. (In Russian).
10. Goncharov N.P., Goncharov P.L. *Methodological foundations of plant breeding*. Novosibirsk, Geo Publ., 2009, 435 p. (In Russian).
11. Goncharov P.L. *Scientific foundations of Siberian grass growing*. Moscow, Agropromizdat Publ., 1986, 286 p. (In Russian).
12. Kosolapov V.M., Pilipko S.V. State and prospects of breeding perennial forage crops. *Kormoproizvodstvo = Fodder Production*, 2017. № 3. (372). pp. 8–12. (In Russian).
13. Kashevarov N.I., Osipova G.M., Tyrykov A.G., Filippova N.I. Investigation of the features of biological traits of awnless brome grass (*Bromopsis inermis* Lacc.) for cultivation in extreme conditions. *Doklady RASKhN = Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences*, 2014, no. 6, pp. 14–17. (In Russian)
14. Pavlov N.E., Tomskaya F.G., Sofronova E.P. *Introduction and selection of forage grasses in Yakutia (Siberian wheatgrass, awnless brome grass, psathyrostachys juncea)*. Novosibirsk, Yupiter Publ., 2006, 237 p. (In Russian)
15. Platonova A.Z. Winter hardiness of awnless rump in Central Yakutia. *Vestnik Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta im. M.K. Ammosova = Vestnik of North-Eastern Federal University*, 2016, no. 4 (54), pp. 37–40. (In Russian).
16. Sivtseva V.I., Emel'yanova A.G., Platonova A.Z. Evaluation of perennial grasses for hay production on the above-floodplain terrace of the middle Lena. *Agrarnaya Rossiya = Agrarian Russia*, 2016, no. 3, pp. 16–20. (In Russian).
17. Desyatkin R.V. *Soil formation in thermokarst basins – alases of the permafrost zone*. Novosibirsk, Nauka Publ., 2008, 324 p. (In Russian).

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Алексеева В.И.**, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией

✉ **Платонова А.З.**, кандидат сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 678013, Республика Саха (Якутия) с. Октемцы, пер. Моисеева, 16; e-mail: agafya.platonova.2016@mail.ru

## AUTHOR INFORMATION

**Valentina I. Alexeeva**, Candidate of Science in Agriculture, Head of Laboratory

✉ **Agafya Z. Platonova**, Candidate of Science in Agriculture, Head Researcher; **address:** 16, Moiseev Lane, Oktemtsy village, Republic of Sakha (Yakutia), 678013; e-mail: agafya.platonova.2016@mail.ru

Дата поступления статьи /Received by the editors 20.08.2021  
Дата принятия к публикации /Accepted for publication 12.11.2021  
Дата публикации /Published 27.12.2021