



## Влияние способа посева и нормы высева на формирование агроценоза и урожайность семян костреца безостого

© 2023. О. А. Тимошкин<sup>1</sup>✉, В. А. Тришина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», г. Тверь, Российская Федерация

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», г. Пенза, Российская Федерация

Раскрыть продуктивный потенциал новых сортов многолетних трав позволяет разработка научно обоснованных технологий их возделывания. В 2021-2022 гг. в условиях Пензенской области изучали нормы высева и способы посева нового сорта костреца безостого Удалец при возделывании на семена. По гидротермическому коэффициенту вегетационный период 2021 г. характеризовался как засушливый (ГТК = 0,8), 2022 г. – нормальный по влагообеспеченности (ГТК = 1,0). Лучшие показатели развития растений костреца (масса растений и корней) к концу первого года жизни получены при широкорядном способе посева с междурядьем 30 см и норме высева 5,0 млн всхожих семян на 1 га. По урожаю зеленой массы и сбору сухого вещества с 1 м<sup>2</sup> в первый год жизни преимущество имел широко-рядный способ посева с междурядьем 30 см. В год пользования травостоем костреца безостого высокие показатели структуры урожая семян сформировались при широкорядном способе посева с междурядьем 30 см и норме высева 5,0 млн всхожих семян на 1 га. Количество продуктивных стеблей составило – 106 шт/м<sup>2</sup>, длина соцветия – 19,0 см, количество колосков в соцветии – 182 шт., масса семян с продуктивного побега – 0,78 г, масса 1000 семян – 4,26 г, что на 8,2; 8,0; 11,0; 13,0; 0,9 % соответственно превысило контрольный вариант с рядовым способом посева с междурядьем 15 см и нормой высева 6,0 млн всхожих семян на 1 га. Высокая урожайность семян костреца безостого в первый год пользования сформировалась при широкорядном способе посева с междурядьем 30 см и норме высева 5,0 млн всхожих семян на 1 га (824 кг/га), превышение над контролем составило 146 кг/га, или 21,5 %. При рядовом способе посева с междурядьем 15 см наибольшую урожайность получили в контрольном варианте (6 млн всх. семян/га) – 678 кг/га. При норме высева 5,0 млн всхожих семян на 1 га урожайность семян снизилась на 7,6 %.

**Ключевые слова:** многолетние травы, *Bromopsis inermis* Leyss., технология возделывания, биометрические показатели, структура урожая

**Благодарность:** работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (№ FGSS-2022-0008)

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

**Конфликт интересов:** авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Тимошкин О. А., Тришина В. А. Влияние способа посева и нормы высева на формирование агроценоза и урожайность семян костреца безостого. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023;24(4):656-663. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.4.656-663>

Поступила: 23.01.2023

Принята к публикации: 02.08. 2023

Опубликована онлайн: 30.08.2023

## Influence of the sowing method and seeding rate on the formation of agroecosystem and seed yield of awnless brome

© 2023. Oleg A. Timoshkin<sup>1</sup>✉, Varvara A. Trishina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal Scientific Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russian Federation

<sup>2</sup>Penza State Agrarian University, Penza, Russian Federation

The development of science-based technologies of cultivation makes it possible to reveal the productive potential of new varieties of perennial grasses. In 2021-2022 in the conditions of the Penza region, there were studied the seeding rates and methods of sowing of a new variety of awnless brome Udalets when cultivated for seed. According to the hydrothermal coefficient, the growing season of 2021 was characterized as dry (HTC = 0.8), 2022 – as normal in terms of moisture supply (HTC = 1.0). The best indicators of the development of brome plants (mass of plants and roots) by the end of the first year of life were obtained using a wide-row sowing method with row spacing of 30 cm at a seeding rate of 5.0 million viable seeds per 1 ha. In terms of the yield of green mass and the collection of dry matter from 1 m<sup>2</sup> in the first year of life, the wide-row sowing method with a row spacing of 30 cm had an advantage. During the year of awnless brome grass use the best indicators of seed yield were obtained by wide-row sowing method with row spacing of 30 cm at a seeding rate of 5.0 million viable seeds per 1 ha. At the same time, the number of productive stems was 106 pcs/m<sup>2</sup>, the length of the inflorescence was 19.0 cm, the number of spikelets in the inflorescence was 182 pcs., the weight of seeds from a productive shoot was 0.78 g, the weight of 1000 seeds was 4.26 g, which was 8.2; 8.0; 11.0; 13.0; 0.9 %, respectively, higher than the control variant with a row sowing method with row spacing of 15 cm at a seeding rate of 6.0 million viable seeds per 1 ha. The highest seed yield of awnless

*brome in the first year of use was formed with a wide-row sowing method with row spacing of 30 cm at a seeding rate of 5.0 million viable seeds per 1 ha (824 kg/ha), the increase over the control was 146 kg/ha, or 21.5 %. By a row method of sowing with row spacing of 15 cm, a high yield was obtained in the control variant (6 million viable seeds/ha) – 678 kg/ha. With a seeding rate of 5.0 million germinating seeds per 1 ha, the seed yield decreased by 7.6 %.*

**Key words:** *perennial grasses, Bromopsis inermis* Leyss., *cultivation technology, biometric indicators, structure of yield*

**Acknowledgment:** the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Federal Scientific Center for Bast Fiber Crops (theme No. FGSS-2022-0008).

The authors thank the reviewers for their contributions to the expert evaluation of this work.

**Conflicts of interest:** the authors stated that there was no conflict of interest.

**For citation:** Timoshkin O. A., Trishina V. A. Influence of the sowing method and seeding rate on the formation of agrocenosis and seed yield of awnless brome. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2023;24(4):656-663. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.4.656-663>

Received: 23.01.2023

Accepted for publication: 02.08.2023

Published online: 30.08.2023

В современных условиях социально-экономического развития страны сельскохозяйственное производство должно ориентироваться на обеспечение адаптивности, устойчивости, ресурсосберегающей и средообразующей роли, базироваться на максимальном использовании местных агроклиматических ресурсов, биологических и экологических факторов [1, 2]. Адаптивность сельского хозяйства прежде всего связана с многолетними травами, благодаря которым обеспечивается разнообразие кормов для животных, повышается плодородие почвы, улучшается ее структура, предотвращается эрозия, нормализуется водный режим агроэкосистем, улучшается фитосанитарная обстановка и в целом повышается устойчивость и рентабельность сельского хозяйства [3, 4, 5].

Среди многолетних мятликовых трав в полевом травосеянии лесостепной зоны Среднего Поволжья наибольшее распространение имеет костреца безостый, который отличается высокой продуктивностью, хорошими кормовыми достоинствами, засухоустойчивостью, зимостойкостью, пластичностью при возделывании [6, 7, 8]. Предназначен для многолетнего сенокосного и пастбищного использования в прифермских севооборотах, в выводных полях на склоновых землях, подверженных водной эрозии почвах как в чистом виде, так и в смеси с бобовыми травами [9, 10, 11].

Доказано, что за счет внедрения в производство сортовых посевов трав при соблюдении научно обоснованных технологий их выращивания, позволяющих раскрыть продуктивный потенциал сортов, можно увеличить урожай кормовой массы на 25-30 % и более, урожайность семян – в 2-3 раза [12, 13, 14].

В 2021 г. в Государственный реестр сортов, допущенных к использованию, внесен сорт костреца безостого Удалец (патент № 9668). Регионы допуска – Средневолжский и Нижневолжский. Сорт относится к лесостепной экологической группе. Средняя за годы использования урожайность зеленой массы составила 27-33 т/га, сбор сена – 7-8 т/га, семян – 0,5-0,6 т/га, содержание сырого протеина в сухом веществе корма при азотной подкормке – 16-18 %, клетчатки не превышало 25-27 %.

Разработка сортовой технологии возделывания костреца безостого Удалец на семенные цели позволит обеспечить потребности сельхозпроизводителей в посевном материале этого нового перспективного сорта. Среди комплекса агротехнических факторов, влияющих на урожайность семян, конструирование агроценозов на основе подбора норм высева и способов посева является основополагающим [15, 16, 17].

**Цель исследований** – экспериментальное обоснование способов посева и норм высева костреца безостого сорта Удалец для оптимизации производственного процесса и формирования высокой урожайности в условиях Пензенской области.

**Научная новизна** – разработаны основы формирования высокопродуктивных агроценозов нового сорта костреца безостого Удалец в условиях лесостепи Среднего Поволжья, установлены оптимальные нормы высева и способы посева при возделывании на семенные цели.

**Материал и методы.** Экспериментальную работу по определению оптимальных норм высева и способов посева костреца безостого проводили в 2021-2022 гг. на опытном поле лаборатории агротехнологий Пензенского НИИСХ – обособленного подразделения ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур».

Научные исследования выполняли при закладке двухфакторного полевого опыта:

*Фактор А.* Способ посева: рядовой (15 см); широкорядный (30 см)

*Фактор В.* Норма высева на 1 га: 5,0; 6,0 млн всхожих семян.

Площадь учётной делянки 1-го порядка – 20 м<sup>2</sup>, 2-го порядка – 5 м<sup>2</sup>, повторность 4-кратная. За контрольный вариант принята норма высева 6 млн всхожих семян и рядовой способ посева с междурядьем 15 см.

Закладку полевых опытов, сопутствующие наблюдения, учеты проводили в соответствии с общепринятыми методиками<sup>1</sup>. Статистическая обработка данных проведена методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову<sup>2</sup>.

По гидротермическим условиям вегетационный период 2021 г. характеризовался как засушливый (ГТК = 0,8), 2022 г. – нормальный по влагообеспеченности (ГТК = 1,0) при значительных различиях по месяцам и декадам (табл. 1).

*Таблица 1 – Гидротермический коэффициент (ГТК) и количество осадков по месяцам в период вегетации коостреца безостого (2021-2022 гг.) /*

*Table 1 – Hydrothermal coefficient (HTC) and amount of precipitation by month during the growing season of awnless brome (2021-2022)*

| <i>Год / Year</i>                                   | <i>Май / May</i> | <i>Июнь / June</i> | <i>Июль / July</i> | <i>Август / August</i> | <i>Сентябрь / September</i> | <i>Май-Август / May-August</i> |
|---|------------------|--------------------|--------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| ГТК (по Селянинову) / HTC (according to Selyaninov) |                  |                    |                    |                        |                             |                                |
| 2021  | 0,4              | 1,0                | 0,8                | 1,0                    | 1,2                         | 0,8                            |
| 2022  | 1,4              | 1,1                | 1,5                | 0                      | 2,7                         | 1,0                            |
| Среднегодовое / Long term average annual            | 1,0              | 1,0                | 1,1                | 0,9                    | 1,3                         | 1,0                            |
| Количество осадков, мм / Precipitation, mm          |                  |                    |                    |                        |                             |                                |
| 2021  | 19               | 72                 | 54                 | 67                     | 42                          | 212                            |
| 2022  | 46               | 56                 | 93                 | 0                      | 97                          | 195                            |
| Среднегодовое / Long term average annual            | 44               | 53                 | 63                 | 49                     | 46                          | 209                            |

Количество осадков за период «май-август» в 2021 г. составило 212 мм, в 2022 г. – 195 мм, при среднегодовом показателе – 209 мм.

**Результаты и их обсуждение.** Одной из составляющих элементов продуктивности многолетних трав, в первую очередь, является густота стояния побегов. Наличие оптимальной плотности травостоя – залог получения высокого урожая. Формирование заданной густоты стояния начинается, прежде всего, с прорастания семян, которое оценивается показателем полевой всхожести. В сложившихся погодных условиях начала мая полевая всхожесть по вариантам в среднем за 2021-2022 гг. составила 43,0-59,0 % (табл. 2).

Благодаря ранневесеннему сроку посева и наличию достаточного количества влаги в пахотном слое почвы в этот период, различия в показателях всхожести зависели больше от способа посева и норм высева. Установлено, что при норме высева 6,0 млн всхожих семян на 1 га получены и более высокие показатели полевой всхожести. Это связано с тем, что после посева на поверхности почвы образовалась корка (после выпавших осадков в 2021 г. и 2022 г.), что затрудняло процесс выхода coleoptилей зародыша на поверхность. Поэтому при повышенных нормах высева на каждые 10 см рядка приходилось больше проростков, что позволяло им легче пробиваться через почвенную корку.

<sup>1</sup>Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. М., 1989. 194 с.; Методика проведения исследований с кормовыми культурами. Под ред. Новоселова Ю. К. и др. М.: ВИК, 1987. 198 с.

<sup>2</sup>Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

**Таблица 2 – Формирование агроценоза костреца безостого сорта Удалец в 1-й год жизни в зависимости от способа посева и нормы высева (в среднем за 2021-2022 гг.)**

**Table 2 – Formation of agrocenosis of awnless brome Udalets in the first year of life, depending on the sowing method and seeding rate (average for 2021-2022)**

| Способ посева /<br>Way of sowing                | Норма высева,<br>млн всх. семян<br>на 1 га / Seeding<br>rate, mln germ.<br>seeds per 1 ha | Взошло семян,<br>шт/м <sup>2</sup> /<br>Germinated<br>seeds, pcs/m <sup>2</sup> | Всхожесть, % /<br>Germination, % | Сохранилось,<br>шт/м <sup>2</sup> /<br>Survived,<br>pcs /m <sup>2</sup> | Сохран-<br>ность, % /<br>Safety, % |
|---|---|---|----------------------------------|---|------------------------------------|
| Рядовой (15 см) /<br>Row (15 cm)                | 5,0   | 277   | 55,4                             | 179   | 64,6                               |
|   | 6,0   | 345   | 57,5                             | 215   | 62,3                               |
| Ширококорядный<br>(30 см) / Wide row<br>(30 cm) | 5,0   | 269   | 53,8                             | 185   | 68,6                               |
|   | 6,0   | 331   | 55,2                             | 218   | 65,9                               |

В зависимости от способа посева всхожесть составила 55,4-57,5 % (при рядовом способе), 53,8-55,2 % (при ширококорядном).

В процессе роста и развития на проростки и молодые растения действуют многочисленные биотические и абиотические факторы, в результате чего часть растений погибает. Так, сохранность растений к концу вегетации первого года жизни составила по вариантам 62,3-68,6 %. Максимальные показатели гибели растений (т. е. минимальная сохранность растений) получили при рядовом способе посева и норме высева 6,0 млн всхожих семян на 1 га, что объясняется меньшей площадью питания растений костреца безостого, внутривидовой и межвидовой конкуренцией за питательные

вещества с сорными растениями. При ширококорядном способе посева с междурядьем 30 см сохранность составила от 68,6 % при норме высева 5,0 млн до 65,9 % при норме 6,0 млн всхожих семян на 1 га.

От мощности развития растений в первый год жизни во многом зависит количество заложившихся почек возобновления, зимостойкость растений, интенсивность весеннего отрастания, количество побегов и, как итог, урожайность зеленой массы и семян в год пользования. Поэтому важно проанализировать изучаемые факторы по их влиянию на формирование подземной массы растений, высоту растений и зеленую массу с единицы площади (табл. 3).

**Таблица 3 – Биометрические и урожайные показатели растений костреца безостого сорта Удалец в 1-й год жизни в зависимости от способа посева и нормы высева (в среднем за 2021-2022 гг.)**

**Table 3 – Biometric and yield indicators of awnless brome Udalets plants in the first year of life, depending on the sowing method and seeding rate (average for 2021-2022)**

| Способ посева (А) /<br>Way of sowing (A)                                | Норма высева,<br>млн всх. семян<br>на 1 га (В) /<br>Seeding rate,<br>mln germ. Seeds<br>per 1 ha (B) | Высота<br>растений,<br>см / Plant<br>height, cm | Масса<br>10 растений, г /<br>Weight<br>of 10 plants, g | Масса корней<br>10 растений, г /<br>Weight of roots<br>of 10 plants, g | Зеленая<br>масса, кг/м <sup>2</sup> /<br>Green mass,<br>kg/m <sup>2</sup> | Сухое<br>вещество,<br>кг/м <sup>2</sup> /<br>Dry matter,<br>kg/m <sup>2</sup> |
|---|--|---|--|--|---|---|
| Рядовой (15 см) /<br>Row (15 cm)  | 5,0  | 34,1  | 21,0   | 2,7  | 0,38  | 0,08  |
|   | 6,0  | 35,4  | 18,6   | 2,4  | 0,40  | 0,09  |
| Ширококорядный<br>(30 см) /<br>Wide row (30 cm)                         | 5,0  | 35,8  | 24,2   | 3,0  | 0,45  | 0,10  |
|   | 6,0  | 37,1  | 21,5   | 2,7  | 0,47  | 0,10  |
| НСР <sub>05</sub> А / LSD <sub>05</sub> А                               |  | 0,07  | 0,15   | 0,12   | 0,004   | 0,004   |
| НСР <sub>05</sub> В / LSD <sub>05</sub> В                               |  | 0,07  | 0,15   | 0,12   | 0,004   | 0,004   |
| НСР <sub>05</sub> частных средних /<br>LSD <sub>05</sub> private medium |  | 0,10  | 0,21   | 0,16   | 0,006   | 0,006   |

Высота многолетних трав в год посева во многом характеризует успешность изучаемых агромероприятий – чем более развито растение к концу вегетации, тем лучше прошел продукционный процесс. В исследованиях установлено, что в среднем за 2021-2022 гг. при рядовом способе посева высота растений составила 34,75 см (в среднем по нормам высева), в ширококрядных посевах с междурядьем 30 см она была выше на 1,7 см (НСР<sub>05</sub> по фактору А – 0,07 см).

Различия по высоте растений между вариантами с разными нормами высева были достоверными (НСР<sub>05</sub> по фактору В – 0,07 см), при разных способах посева высота растений увеличивалась с ростом нормы высева.

Масса 10 растений существенно зависела как от способа посева (увеличивалась на 3,05 г при ширококрядном), так и от нормы высева (уменьшалась на 2,55 г при ее увеличении). Наибольшее значение массы 10 растений отмечено при ширококрядном способе посева с междурядьем 30 см и норме высева 5,0 млн всхожих семян на 1 га (24,2 г).

От развития корневой системы многолетних трав в год посева зависит формирование урожая в год пользования. Установлено, что в условиях вегетации 2021-2022 гг. изменение массы корней 10 растений было аналогичным изменению зеленой массы 10 растений – с увеличением ширины междурядий от 15 до 30 см масса корней 10 растений возрастала, а с увеличением нормы высева – снижалась. Различия между вариантами по способам посева и нормам высева были значимыми (НСР<sub>05</sub> по факторам А и В составила 0,12 г).

К концу вегетации первого года жизни урожайность зеленой массы костреца безостого по вариантам в среднем за 2021-2022 гг. составила 0,38-0,47 кг/м<sup>2</sup>. Установлено, что более существенный прирост урожайности зеленой массы обеспечило увеличение ширины междурядий (на 0,07 кг/м<sup>2</sup>), чем нормы высева (на 0,02 кг/м<sup>2</sup>). Наиболее высокие показатели получили при ширококрядном посеве (0,46 кг/м<sup>2</sup>). Аналогичную тенденцию влияния способа посева и нормы высева семян костреца безостого выявили на показателе «сбор сухого вещества».

На элементы структуры урожайности костреца безостого в 1-й год пользования

(2022 г.) оказали влияние как изучаемые факторы, так и степень развития растений в год закладки опыта (табл. 4). Максимальное количество продуктивных стеблей с 1 м<sup>2</sup> получили в вариантах с лучшим развитием растений к концу первого года жизни – при ширококрядном способе посева (30 см) – 100 шт., при рядовом посеве (15 см) существенно ниже – 94 шт.

Отмечено значительное увеличение высоты растений костреца на 12,5 см (в среднем по нормам высева) при изменении ширины междурядья с 15 до 30 см, что вызвано большей площадью питания растений.

Длина соцветия (метелки) также зависела от изучаемых приемов возделывания. Наибольшие значения показателя получили при ширококрядном способе посева (30 см) – 18,7-19,0 см (в зависимости от нормы высева), при рядовом посеве длина метелки составила – 17,6-18,0 см.

Количество колосков в соцветии зависело в основном от способа посева – чем больше стеблей на единице площади и меньше площадь питания, тем меньше формировалось колосков в соцветии. Самые высокие значения показателя получили при ширококрядном способе посева (30 см) – 181-182 шт., минимальные – при рядовом способе (15 см) – 164 шт.

По показателю «масса семян с продуктивного побега» преимущество имел ширококрядный способ посева – 0,77-0,78 г (в зависимости от нормы высева), при рядовом способе посева продуктивность одного побега была ниже – 0,69-0,70 г (в зависимости от нормы высева).

Важным показателем, характеризующим посевные качества семян, является «масса 1000 семян». Установлено, что при рядовом посеве (15 см) масса 1000 семян была незначительно (в пределах НСР<sub>05</sub> А) ниже по сравнению с ширококрядным (30 см).

Итоговой величиной элементов структуры урожая является урожайность семян. Достаточное количество влаги в период вегетации 2022 г., ее равномерность по месяцам при близких к среднемноголетним значениям средних температур обеспечило хорошее развитие растений, завязываемость и спелость семян, что позволило получить высокую урожайность костреца безостого – 626-824 кг/га по вариантам.



Таблица 4 – Урожайность семян и элементы ее структуры в зависимости от способа посева и нормы высева коостреца безостого в 1-й год пользования (2022 г.)  
Table 4 – Seed yield and elements of its structure depending on the sowing method and seeding rate of awnless brome in the 1st year of use, 2022

| Способ посева (A) / Way of sowing (A)                                | Норма высева, млн всх. семян на 1 га (B) / Seeding rate, mln germ. seeds per 1 ha (B) | Кол-во продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup> / Number of productive stems, pcs/m <sup>2</sup> | Высота растений, см / Plant height, cm | Длина соцветия, см / Inflorescence length, cm | Кол-во колосков в соцветии, шт. / Number of spikelets in inflorescence, pcs. | Масса семян с продуктивного побега, г / Weight of seeds from a productive shoot, g | Масса 1000 семян, г / Weight of 1000 seeds, g | Биологическая урожайность, кг/га / Biological yield, kg/ha | Отклонение от контроля, % / Deviation from control, % |
|--|---|--|--|---|--|--|---|--|---|
| Рядовой (15 см) / Row (15 cm)  | 5,0   | 90   | 99                                     | 18,0  | 164  | 0,70   | 4,24  | 626  | -7,6  |
|  | 6,0   | 98   | 102                                    | 17,6  | 164  | 0,69   | 4,22  | 678  | -   |
| Широкорядный (30 см) / Wide row (30 cm)                              | 5,0   | 106  | 116                                    | 19,0  | 182  | 0,78   | 4,26  | 824  | 21,5  |
|  | 6,0   | 94   | 119                                    | 18,7  | 181  | 0,77   | 4,24  | 720  | 6,2   |
| HCP <sub>05</sub> A / LSD <sub>05</sub> A                            |   | 0,71   | 0,82                                   | 0,06  | 1,41   | 0,004  | 0,08  | 5,4  | -   |
| HCP <sub>05</sub> B / LSD <sub>05</sub> B                            |   | 0,71   | 0,82                                   | 0,06  | -  | 0,004  | 0,08  | 5,4  | -   |
| HCP <sub>05</sub> частных средних / LSD <sub>05</sub> private medium |   | 1,00   | 1,15                                   | 0,09  | 2,00   | 0,006  | 0,011   | 7,6  | -   |

Анализ влияния изучаемых факторов на урожайность семян коостреца позволил установить, что наиболее высокую урожайность получили при широкорядном способе посева с междурядьем 30 см – 720-824 кг/га (в зависимости от нормы высева), превышение над контролем (вариант с нормой высева 6,0 млн/га при рядовом способе посева с междурядьем 15 см составило 42-146 кг/га, или 6,2-21,5 %.

При рядовом способе посева высокую урожайность получили в контрольном варианте (6,0 млн/га) – 678 кг/га, использование нормы высева 5,0 млн/га привело к снижению урожайности семян на 7,6 %.

**Заключение.** Результаты исследований позволяют сделать вывод о влиянии способов посева и норм высева семян коостреца безостого сорта Удалец на формирование агроценоза (всхожесть семян, сохранность и высота растений, масса растений и корней) в первый год жизни, урожайность семян и ее структуру в год пользования травостоем.

Оптимальные условия для формирования элементов структуры и урожайности семян коостреца безостого сорта Удалец в 1-й год пользования сложились при широкорядном способе посева с междурядьем 30 см – собрали 720-824 кг/га семян, максимальная урожайность была получена при норме высева 5,0 млн. всхожих семян на 1 га, что на 21,5 % превысило контрольный вариант (рядовой способ посева с междурядьем 15 см и нормой высева 6,0 млн всх. семян на 1 га).

*Список литературы*

1. Акименко А. С. Формирование севооборотов и структуры посевных площадей для получения заданного количества продукции с учетом природно-ресурсного потенциала. *Земледелие*. 2020;(4):19-21. DOI: <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2020-10405> EDN: HSYVVM
2. Косолапов В. М., Пилипко С. В., Костенко С. И. Новые сорта кормовых культур – залог успешного развития кормопроизводства. *Достижения науки и техники АПК*. 2015;29(4):35-37. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23374009> EDN: TRMVJL
3. Иванов И. С., Золотарев В. Н., Образцов В. Н. Продуктивность костреца безостого в степных условиях Центрального Черноземья России. *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2021;(14),4,71:58-64. DOI: [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2021\\_4\\_58](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2021_4_58) EDN: CZIRDH
4. Razgulyaeva N. V., Kostenko N. Y., Putsa N. M., Blagoveshenskaya E. Y. Breeding of perennial forage crops for disease resistance. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;901(1):012013. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/901/1/012013>
5. Vogel K. P., Moore K. J., Moser L. E. Bromegrass. In: L. E. Moser, D. Buxton, and M. D. Casler (eds.). *Cool-season forage grasses*. Agronomy Monograph. Asa, Madison, WI. 1996. P. 535-567. URL: <https://digitalcommons.unl.edu/usdaarsfacpub/2097/>
6. Беляк В. Б., Тимошкин О. А., Болахнова В. И. Новые компоненты сенокосно-пастбищных смесей для лесостепной зоны. *Кормопроизводство*. 2016;(12):7-11.
7. Еряшев А. П., Козлова А. А., Еряшев П. А. Влияние жидких комплексных удобрений и регулятора роста на фотосинтетическую деятельность и продуктивность костреца безостого. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021;(2),54:27-33. DOI: <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2021-2-27-33> EDN: UUAHGA
8. Casler M. D., Carlson I. T. Smooth bromegrass. In: R. F. Barnes et al. (ed). *Forages: An introduction to grass land agriculture* Iowa State University Press, Ames. 1995;1, 5th ed., pp. 313-324.
9. Бакшаев Д. Ю., Садохина Т. А., Листков В. Ю. Создание конкурентных галего-кострецовых ценозов. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2020;50(2):15-22. DOI: <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-2-2> EDN: ZLUXVA
10. Епифанова И. В., Тимошкин О. А., Лапина М. Ш. Селекция люцерны для возделывания в одновидовых и смешанных посевах в лесостепи Среднего Поволжья. *Кормопроизводство*. 2015;(9):25-29. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24118746> EDN: UHUOET
11. Лукашов В. Н., Исаков А. Н. Продуктивное долголетие козлятника восточного и травосмесей с его участием. *Земледелие*. 2017;(2):26-28.
12. Казарин В. Ф., Казарина А. В., Гуцалюк М. И. Оценка семенной продуктивности костреца безостого (*Bromopsis inermis* Leys.) и костреца прямого (*Bromopsis erecta* Hubs.) в лесостепи Самарского Заволжья. *Кормопроизводство*. 2018;(1):33-39. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32322297> EDN: YMPALK
13. 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;(21),6,92:131-136. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42492583> EDN: EYYPFA
14. Кашеваров Н. И., Полюдина Р. И., Казаринова И. Н., Потапов Д. А. Новый сорт костреца безостого Флагман. *Вестник Российской сельскохозяйственной науки*. 2019;(1):17-19. DOI: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2019/1/17-19> EDN: VTMQGM
15. Байкалова Л. П., Кривоногова Д. В., Машанов А. И. Влияние видового состава многолетних трав на отавность сенокосных травосмесей. *Достижения науки и техники АПК*. 2017;(31),11:22-25. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32301716> EDN: YMEMLF
16. Пономаренко А. В., Шатский И. М. Семенная продуктивность костреца безостого (*Bromopsis inermis* Leys.) в зависимости от способа посева и нормы высева. *Кормопроизводство*. 2012;(7):27-29. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17874911> EDN: PBEVTT
17. Хисматуллин М. М. Бобовые и бобово-злаковые многолетние травы – составная часть органического земледелия Республики Татарстан. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2019;14(2):64-67. DOI: [https://doi.org/10.12737/article\\_5d3e169f50a868.00369270](https://doi.org/10.12737/article_5d3e169f50a868.00369270) EDN: XXKDMK

*References*

1. Akimenko A. S. Formation of crop rotations and structure of sown areas for obtaining the given quantity of product taking into account natural resource potential. *Zemledelie*. 2020;(4):19-21. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2020-10405>
2. Kosolapov V. M., Pilipko S. V., Kostenko S. I. New varieties of fodder crops is the guarantee of successful development of fodder production. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2015;29(4):35-37. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23374009>
3. Ivanov I. S., Zolotarev V. N., Obratsov V. N. Productivity of awnless brome in steppe conditions of the Central chernozem region of Russia. *Vestnik Voronezhskogo Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh state agrarian university*. 2021;(14),4,71:58-64. (In Russ.). DOI: [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2021\\_4\\_58](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2021_4_58)

4. Razgulyaeva N. V., Kostenko N. Y., Putsa N. M., Blagoveshenskaya E. Y. Breeding of perennial forage crops for disease resistance. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021;901(1):012013. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/901/1/012013>
5. Vogel K. P., Moore K. J., Moser L. E. Bromegrass. In: L. E. Moser, D. Buxton, and M. D. Casler (eds.). Cool-season forage grasses. Agronomy Monograph. Asa, Madison, WI. 1996. P. 535-567. URL: <https://digitalcommons.unl.edu/usdaarsfacpub/2097/>
6. Belyak V. B., Timoshkin O. A., Bolakhnova V. I. Novye komponenty senokosno-pastbishchnykh smesey dlya lesostepnoy zony. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2016;(12):7-11. (In Russ.).
7. Eryashev A. P., Kozlova A. A., Eryashev P. A. Influence of liquid complex fertilizers and growth regulator on photosynthetic activity and productivity of awnless brome. *Vestnik Ulyanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2021;(2),54:27-33. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2021-2-27-33>
8. Casler M. D., Carlson I. T. Smooth bromegrass. In: R. F. Barnes et al. (ed). Forages: An introduction to grass land agriculture Iowa State University Press, Ames. 1995;1, 5th ed., pp. 313-324.
9. Bakshaev D. Yu., Sadokhina T. A., Listkov V. Yu. Creating competitive galega and bromus cenoses. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* = Siberian Herald of Agricultural Science. 2020;50(2):15-22. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-2-2>
10. Epifanova I. V., Timoshkin O. A., Lapina M. Sh. Alfalfa breeding for cultivation in single-species and mixed swards in the forest-steppe of the Middle Volga. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2015;(9):25-29. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24118746>
11. Lukashov V. N., Isakov A. N. Productive longevity of eastern galega and grass mixtures with it. *Zemledelie*. 2017;(2):26-28. (In Russ.).
12. Kazarin V. F., Kazarina A. V., Gutsalyuk M. I. Seed productivity of smooth brome (*Bromopsis inermis* Leys.) and erect brome *Bromopsis erecta* Hubs.) in the forest-steppe of the Samara Trans-Volga region. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2018;(1):33-39. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32322297>
13. Kazarina A. V., Abramenko I. S., Marunova L. K. Evaluation of variety samples of carriable caustic by economically valuable signs and properties in forest steppe of Samara Volga region. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy Akademii nauk* = Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2019;(21),6,92:131-136. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42492583>
14. Kashevarov N. I., Polyudina R. I., Kazarinova I. N., Potapov D. A. "Flagman" - new variety of bromus inermis. *Vestnik Rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki* = Vestnik of the Russian agricultural science. 2019;(1):17-19. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2019/1/17-19>
15. Baykalova L. P., Krivonogova D. V., Mashanov A. I. Influence of species composition of perennial grasses on regrow capacity of mowing mixtures. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2017;(31),11:22-25. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32301716>
16. Ponomarenko A. V., Shatskiy I. M. Seed production of smooth brome-grass (*Bromopsis inermis* Leys.) depending on the method of sowing and the seeding rate. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2012;(7):27-29. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17874911>
17. Khismatullin M. M. Legumes and legume-crop perennial grasses - a constituent part of organic farming of the Republic of Tatarstan. *Vestnik Kazanskogo Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Vestnik of the Kazan State Agrarian University. 2019;14(2):64-67. (In Russ.). DOI: [https://doi.org/10.12737/article\\_5d3e169f50a868.00369270](https://doi.org/10.12737/article_5d3e169f50a868.00369270)

#### Сведения об авторах

✉ **Тимошкин Олег Алексеевич**, доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник лаборатории агротехнологий, обособленное подразделение Пензенский НИИСХ ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», д. 1Б, ул. Мичурина, р. п. Лунино, Пензенская обл., Российская Федерация, 442731, e-mail: [info.pnz@fncl.ru](mailto:info.pnz@fncl.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6928-7343>, e-mail: [o.timoshkin.pnz@fncl.ru](mailto:o.timoshkin.pnz@fncl.ru)

**Тришина Варвара Александровна**, аспирант, ассистент кафедры «Селекция, семеноводство и биология растений», ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», ул. Ботаническая, 30, г. Пенза, Российская Федерация, 440014, e-mail: [penz\\_gau@mail.ru](mailto:penz_gau@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7668-5726>

#### Information about the authors

✉ **Oleg A. Timoshkin**, DSc in Agricultural Science, chief researcher, the Laboratory of Agricultural Technologies, Federal Scientific Center for Bast Fiber Crops, separate subdivision Penza Research Institute of Agriculture, Michurin str., 1B, Lunino settlement, Penza region, Russian Federation, 442731, e-mail: [info.pnz@fncl.ru](mailto:info.pnz@fncl.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6928-7343>, e-mail: [o.timoshkin.pnz@fncl.ru](mailto:o.timoshkin.pnz@fncl.ru)

**Varvara A. Trishina**, post-graduate student, assistant of the Department of Breeding, Seed production and Biology of Plants", Penza State Agrarian University, st. Botanicheskaya, 30, Penza, Russian Federation, 440014, e-mail: [penz\\_gau@mail.ru](mailto:penz_gau@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7668-5726>

✉ – Для контактов / Corresponding author