



## Качество семян клевера паннонского (*Trifolium pannonicum* Jacq.) сорта Снежок

© 2022. Е. В. Попова✉, Е. Г. Арзамасова, И. В. Шихова

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация

В статье представлены результаты многолетних исследований (2011-2021 гг.) по определению качества семян клевера паннонского сорта Снежок, получаемых в условиях Кировской области (Северо-Восток европейской части России). Масса 1000 семян составляла в среднем 4,16 г с изменениями по годам от 3,83 до 4,60 г и зависела от количества выпавших осадков ( $r = 0,71$ ), гидротермического коэффициента в период цветения травостоев ( $r = 0,69$ ), среднесуточных и дневных температур воздуха в период «цветение-начало созревания» ( $r = -0,70$ ). В среднем длина семян составляла 2,45, ширина – 1,93; толщина – 1,40 мм. По соотношению данных параметров семена имели яйцевидную и эллипсовидную (удлиненную) формы. Крупность семенного материала (интегральный показатель) не превышала 2,0 мм. В годы с большей влагообеспеченностью (98-189 % от нормы) были сформированы крупные семена (от 1,92 до 2,00 мм), с недостаточной (64-81 %) – мелкие (1,78 мм). По исходным показателям всхожести весь семенной материал соответствовал требованиям ГОСТа Р 52325-2005 и отнесён к категории «оригинальные семена». Всхожесть и энергия прорастания составили соответственно 86,7-99,5 и 80,0-97,0 %, зависели от среднесуточной температуры воздуха в период «бутионизация-созревание семян» ( $r = 0,66$  и  $0,68$ ) и сохранялись на высоком уровне первые три-четыре года хранения. Семенной материал имел преимущественно невысокое содержание твёрдых семян (1,5-7,0 %). В отдельные годы «твёрдосемянность» свежесобраных семян достигала 20,0-36,0 %, однако после прохождения периода послеуборочного дозревания она значительно снижалась. Свежесобраные семена имели жёлтую окраску, которая в процессе хранения постепенно менялась на бежево-коричневую или коричнево-бежевую. Регрессионный анализ показал сильную взаимосвязь между окраской семян различных сроков хранения и показателями всхожести. Наличие в партии большого количества жёлтых семян указывало на их высокую энергию прорастания ( $r = 0,98$ ) и всхожесть ( $r = 0,95$ ), преимущественное содержание семян коричневого цвета свидетельствовало о потере семенами посевных качеств ( $r = -0,94$  и  $r = -0,91$  соответственно).

**Ключевые слова:** семенной материал, масса 1000 семян, линейные размеры, крупность, посевные качества, цвет, хранение

**Благодарности:** работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (тема № 0528-2019-0098).

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

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

**Для цитирования:** Попова Е. В., Арзамасова Е. Г., Шихова И. В. Качество семян клевера паннонского (*Trifolium pannonicum* Jacq.) сорта Снежок. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022;23(5):675-684.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.5.675-684>

Поступила: 05.06.2022

Принята к публикации: 10.10.2022

Опубликована онлайн: 26.10.2022

## Quality of Hungarian clover (*Trifolium pannonicum* Jacq.) seeds of Snezhok variety

© 2022. Eugenia V. Popova✉, Ekaterina G. Arzamasova, Irina V. Shihova

Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

The article presents the results of many years of research (2011-2021) on determining the quality of Hungarian clover (*Trifolium pannonicum* Jacq.) seeds of Snezhok variety obtained in the conditions of Kirov region (North-East of the European part of Russia). The weight of 1000 seeds averaged 4.16 g with changes over the years from 3.83 to 4.60 g and depended on the amount of precipitation ( $r = 0.71$ ), the hydrothermal coefficient during the flowering period of grass stands ( $r = 0.69$ ), average daily and daytime air temperatures during the "flowering-the beginning of maturation" period ( $r = -0.70$ ). On average, the length of the seeds was 2.45 mm, width – 1.93 mm; thickness – 1.40 mm. According to the ratio of these parameters, the seeds had an ovoid and ellipsoid (elongated) shape. The size of the seed material (integral indicator) did not exceed 2.0 mm. In years with greater moisture availability (98-189 % to the norm) large seeds were formed (from 1.92 to 2.00 mm), with insufficient moisture (64-81 %) – small seeds (1.78 mm). According to the initial germination indicators, all seed material met the requirements of GOST R 52325-2005 and was classified as "original seeds". Germination and germinating energy were 86.7-99.5 and 80.0-97.0 %, respectively, they depended on the average daily air temperature during the "budding-seed ripening" period ( $r = 0.66$  and  $0.68$ ) and remained at a high level for the first three to four years of storage. The seed material had mainly a low content of hard seeds (1.5-7.0 %). In some years, the "hard-seeding" of freshly harvested seeds reached 20.0-36.0%, however, after the post-harvest ripening period, it significantly decreased. The freshly harvested seeds had a yellow color, which gradually changed to beige-brown or brown-beige during storage. Regression analysis showed a strong relationship between the color of seeds of different storage periods and germination rates. The presence of a large number of

yellow seeds in the batch indicated to their high germinating energy ( $r = 0.98$ ) and germination ( $r = 0.95$ ). the predominant content of brown seeds indicated to the loss of seed sowing qualities ( $r = -0.94$  and  $r = -0.91$ , respectively).

**Keywords:** seed material, weight of 1000 seeds, linear dimensions, fineness, sowing qualities, color, storage

**Acknowledgements:** 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 Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky (theme No. 0528-2019-0098).

The authors thank the reviewers for their contributions to the peer review of this article.

**Conflict of interest:** the authors stated no conflict of interest.

**For citations:** Popova E. V., Arzamasova E. G., Shichova I. V. Quality of Hungarian clover (*Trifolium pannonicum* Jacq.) seeds of Snezhok variety. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2022;23(5):675-684. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.5.675-684>

Received: 05.06.2022

Accepted for publication: 10.10.2022

Published online: 26.10.2022

Современное сельскохозяйственное производство ведёт поиск и внедрение новых видов многолетних трав, способных дополнить ассортимент уже существующих и широко возделываемых видов и сортов. Одной из таких перспективных культур для земледелия Евро-Северо-Востока европейской части зоны России является клевер паннонский (*Trifolium pannonicum* Jacq.).

В настоящее время в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на всей территории Российской Федерации, наряду с сортами Премьер (оригинаторы: ФГБНУ СибНИИ кормов и ФГБУН ЦСБС СО РАН) и Аник (ФГБОУ ВО Пензенская ГСХА, 2012 г.), включён сорт Снежок селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (2019 г.). Он характеризуется многими ценными свойствами: высокая зимостойкость и засухоустойчивость; продуктивное долголетие (6-10 лет); отсутствие или слабое полегание травостоя; стабильность сборов кормовой массы и семян по годам; высокая питательная ценность корма; устойчивость к болезням и вредителям [1].

Определяющее условие для успешного внедрения в сельскохозяйственное производство нового для региона и России в целом сорта Снежок – получение высококачественного семенного материала и создание страховых фондов. Для этого необходимо изучение и решение ряда вопросов, связанных с семеноводством.

**Цель исследований** – определить посевные качества семян клевера паннонского сорта Снежок, полученных в условиях Кировской области (Северо-Восток европейской части России).

**Новизна исследований.** Впервые для условий Северо-Востока европейской части

России представлены обобщённые результаты многолетних исследований по определению, оценке и описанию физических, морфологических качеств и физиологических свойств семян клевера паннонского сорта Снежок.

**Материал и методы.** Семенной материал клевера паннонского сорта Снежок получен из питомников размножения посева 2010 (урожай 2011 г.) и 2011 гг. (урожаи 2012-2021 гг.), заложенных на опытном участке лаборатории селекции и первичного семеноводства многолетних трав экспериментального поля ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров). Почва участков дерново-подзолистая средне-суглинистая. Агрохимические показатели пахотного слоя: низкое содержание гумуса – 2,49 – 2,51 % (по Тюрину), высокая обеспеченность  $P_2O_5$  – 211 – 209 мг/кг и средняя  $K_2O$  – 114 – 116 мг/кг (по Кирсанову); высокая кислотность почвенного раствора  $pH_{KCl}$  = 4,11 – 4,16.

Полученные после механизированной уборки семена прошли двойную очистку с доведением до 100%-ной чистоты. Хранение осуществлялось в бумажных пакетах, в лабораторных условиях.

Определение показателей качества проводили в 2011-2021 гг. по требованиям ГОСТов<sup>1</sup>. Исходные показатели всхожести определяли через три месяца после уборки урожая и ежегодно. Характеристика и оценка семян осуществлялась по физическим (масса 1000 семян), морфологическим (размеры, крупность, форма, окраска и гладкость поверхности) параметрам и физиологическим свойствам (всхожесть, энергия прорастания и содержание твёрдых семян). Линейные размеры (длина, ширина, толщина) определяли с помощью микрометра с точностью до 0,01 мм. Оценку окраски и гладкости поверхности проводили визуально.

<sup>1</sup>ГОСТ Р 52325-2005 Семена сельскохозяйственных культур. Сортные и посевные качества. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2009. С. 12; ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. М.: Стандартинформ, 2011. С. 36-64; ГОСТ 12042-80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян М.: Стандартинформ, 2011. С.115-118

Расчёт интегрального показателя крупности проводили по методике С. П. Мухина с применением формулы<sup>2</sup>:

$$l = \sqrt[3]{abc},$$

где  $l$  – интегральный показатель крупности семян, мм;  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – соответственно средняя длина, ширина, толщина семян, мм.

Классификация крупности по величине интегрального показателя: мелкие семена ( $l \leq 2,5$  мм); средние ( $l = 2,5-4,0$  мм); крупные ( $l > 4,0$  мм).

Результаты экспериментальных исследований обработаны методами дисперсионного, корреляционного, регрессионного и вариационного анализов<sup>3</sup> с использованием пакета селекционно-ориентированных программ AGROS v. 2.07 и программы Microsoft Office Excel 2010. В таблицах 1 и 2 представлены средние арифметические значения величин с указанием стандартной ошибки среднего и объёма выборки ( $n$ ). Все рассчитанные коэффициенты корреляции ( $r$ ) имеют значимость на уровне 0,05.

Метеорологические условия вегетационных периодов 2011-2021 гг. различались по тепло- и влагообеспеченности, что повлияло на физические, морфологические и физиологические качества семян клевера паннонского различных лет урожая.

**Результаты и их обсуждение.** Важнейшим фактором увеличения урожайности любой культуры является качество семян. Согласно статье 21 Федерального Закона «О семеноводстве», запрещается использовать для посева (посадки) семена, сортовые и посевные качества которых не соответствуют требованиям нормативных документов в области семеноводства, утверждаемых в порядке, установленном Правительством Российской Федерации<sup>4</sup>.

Большое значение для сельхозтоваропроизводителей имеют показатели «масса 1000 семян» и «всхожесть семян», которые используются для расчёта нормы высева. Семена высоких кондиций обеспечивают равномерность посева, оптимальное количество растений на

единице площади и, как следствие, повышение продуктивности травостоев и урожаев.

По массе 1000 семян клевер паннонский относится к группе крупносемянных<sup>5</sup> [2]. Исследования, проведённые в условиях Западной Сибири, показали, что масса 1000 семян изменялась под влиянием осадков, выпавших в июле: при нормальном и избыточном их количестве показатель менялся от 4,0 до 4,6 г, недостаточном снижался до 3,7 г. В одном (недостаточно увлажнённом) агроклиматическом подрайоне из двух разных найдена тесная положительная зависимость массы 1000 семян от количества выпавших осадков июля ( $r = 0,96$ ) [3].

В условиях Кировской области масса 1000 семян клевера паннонского сорта Снежок изменялась в зависимости от года получения от 3,83 (2016, 2020 гг.) до 4,60 г (2015 г.), среднее значение составило 4,16 г. Самые тяжёлые семена были получены в 2015 и 2017 гг. (4,53 и 4,60 г), лёгкие – в 2016, 2020 и 2018 гг. (3,83 и 3,87 г) (табл. 1).

Вариабельность ( $C_v$ ) значений показателя «масса 1000 семян» по годам исследований была незначительной и составила 6,5 %. Найдена положительная зависимость массы 1000 семян от количества выпавших осадков ( $r = 0,71$ ) и гидротермического коэффициента (ГТК) в период цветения травостоев ( $r = 0,69$ ) (рис. 1, а), отрицательная – от среднесуточных и дневных температур воздуха в период «цветение-начало созревания» ( $r = -0,70$ ) (рис. 1, б).

Наряду с массой 1000 семян, их крупность и выполненность может быть выражена в линейных размерах: длине, ширине и толщине – основных признаках, по которым проводят очистку и сортирование.

По соотношению длины, ширины и толщины определяется форма семян, по их совокупности (интегральный показатель) – крупность, по толщине – выполненность. Измерения показали, что длина семян составляла в среднем 2,45 мм, ширина – 1,93, толщина – 1,40 мм. Изменения размеров по годам исследований были незначительными, коэффициент вариации ( $C_v$ ) составил соответственно 2,9; 3,8; 5,3 % (табл. 2).

<sup>2</sup>Мухин С. П. Оценка крупности семян для создания машин сельскохозяйственного комплекса. Зерновые культуры. 1996;(4):8-9.

<sup>3</sup>Методические указания по селекции и первичному семеноводству клевера. М.: ВНИИК, 2002. 72 с.; Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

<sup>4</sup>Федеральный закон «О семеноводстве» от 17.12.1997, № 149-ФЗ, Глава V, ст. 21.

URL: <https://base.garant.ru/12106441/>

<sup>5</sup>Ильина Е. Я. Посевные качества семян видов рода *Trifolium*, интродуцированных на Среднем Урале. Онтогенез травянистых поликарпических растений: сб. научн. тр. Свердловск, 1978. С.126-137.

*Таблица 1 – Масса 1000 семян клевера паннонского сорта Снежок /*  
*Table 1 – Weight of 1000 seeds of the Hungarian clover of Snezhok variety*

<i>Год урожая /</i> <i>Year of harvest</i>	<i>Год жизни /</i> <i>Year of life</i>	<i>Масса 1000 семян, г /</i> <i>Weight of 1000 seeds, g</i>
2011	Второй / Second	4,23±0,03
2012	Второй / Second	4,13±0,03
2013	Третий / Third	4,00±0,05
2014	Четвёртый / Fourth	4,37±0,03
2015	Пятый / Fifth	4,60±0,00
2016	Шестой / Sixth	3,83±0,03
2017	Седьмой / Seventh	4,53±0,02
2018	Восьмой / Eighth	3,87±0,03
2019	Девятый / Ninth	4,07±0,03
2020	Десятый / Tenth	3,83±0,07
2021	Одиннадцатый / Eleventh	4,27±0,03
Среднее / Average		4,16±0,01
HCP <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>		0,18

*Таблица 2 – Морфологические свойства семян клевера паннонского сорта Снежок /*  
*Table 2 – Morphological properties of seeds of the Hungarian Snezhok variety*

<i>Год урожая /</i> <i>Year of harvest</i>	<i>Год жизни /</i> <i>Year of life</i>	<i>Размеры семян, мм / Seed sizes, mm</i> <i>x±Sx̄ (n = 100)</i>			<i>Интегральный показатель крупности, мм / Integral index of size, mm</i>
		<i>длина /</i> <i>length</i>	<i>ширина /</i> <i>width</i>	<i>толщина /</i> <i>thickness</i>	
2011	Второй / Second	2,50±0,16	2,04±0,14	1,40±0,05	1,93
2012	Второй / Second	2,40±0,20	1,86±0,10	1,48±0,04	1,88
2013	Третий / Third	2,32±0,07	1,80±0,05	1,34±0,04	1,78
2014	Четвёртый / Fourth	2,46±0,04	1,88±0,04	1,36±0,04	1,85
2015	Пятый / Fifth	2,42±0,08	1,92±0,07	1,52±0,02	1,92
2016	Шестой / Sixth	2,40±0,05	1,86±0,04	1,36±0,06	1,82
2017	Седьмой / Seventh	2,56±0,03	2,02±0,04	1,54±0,03	2,00
2018	Восьмой / Eighth	2,42±0,02	1,92±0,02	1,40±0,00	1,87
2019	Девятый / Ninth	2,48±0,05	1,96±0,04	1,37±0,04	1,88
2020	Десятый / Tenth	2,54±0,05	1,98±0,02	1,34±0,02	1,89
2021	Одиннадцатый / Eleventh	2,49±0,07	1,94±0,04	1,34±0,03	1,86
Среднее / Average		2,45±0,02	1,93±0,02	1,40±0,02	1,88
C <sub>v</sub> , %		2,9	3,8	5,3	3,1
HCP <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>		0,07	0,10	0,06	-

Семенной материал, полученный при уборке травостоев второго года жизни (2011, 2012 гг.), был не однороден по длине (2,34...2,66 и 2,20...2,60 мм) и ширине (1,90...2,18 и 1,76...1,96 мм соответственно). В следующие годы отклонения от среднего значения были выражены слабее.

Максимальные значения длины и ширины семени получены в семенном материале

2011, 2020, 2017 гг., минимальные – в 2013 г. Самые длинные семена были и самыми широкими, а короткие – узкими ( $r = 0,89$ ). При этом длина семени превышала ширину в среднем в 1,27 раза, по годам сборов семенного материала – в 1,23-1,31 раза. Полученные результаты позволили описать форму семян как яйцевидную и эллипсовидную (удлиненную).



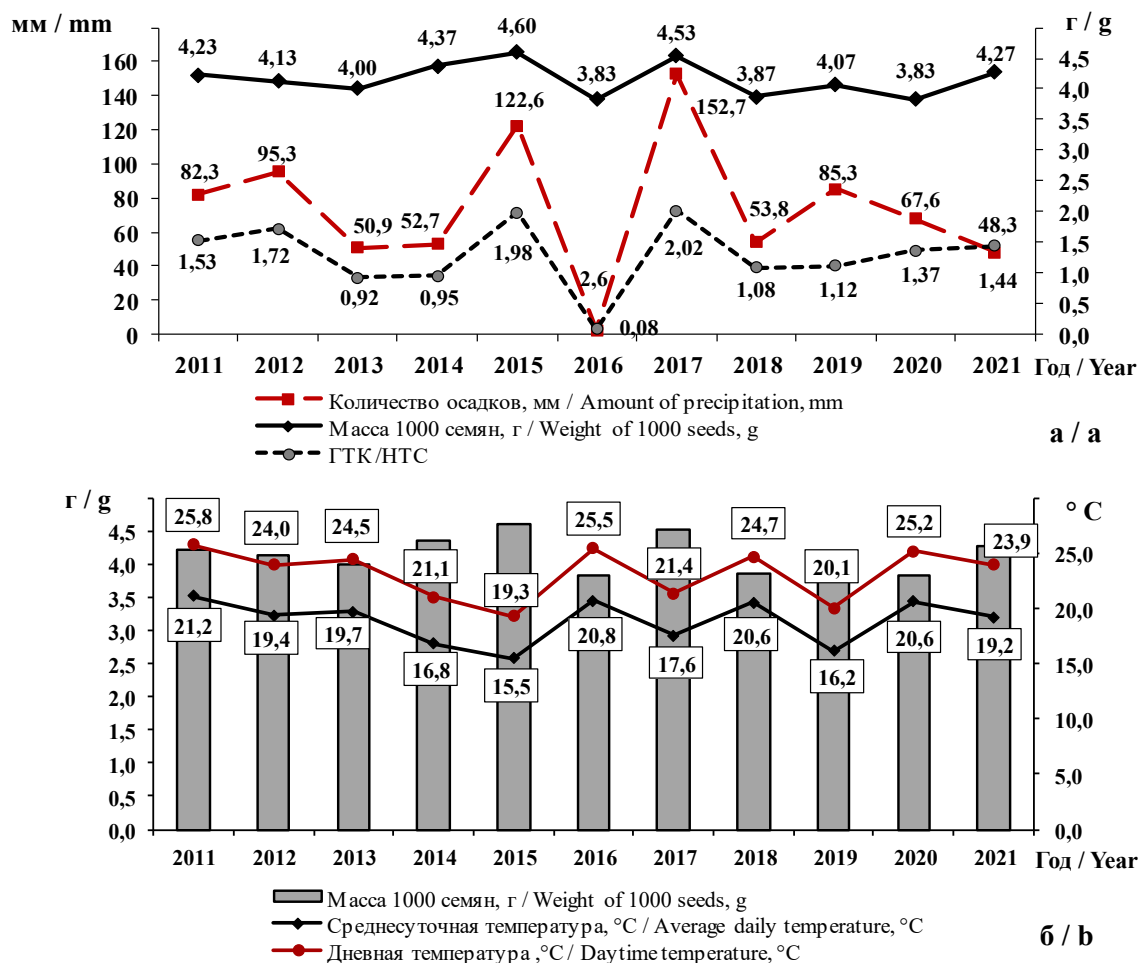


Рис. 1. Масса 1000 семян клевера паннонского сорта Снежок в зависимости от количества выпавших осадков и ГТК в период цветения (а), среднесуточной и дневной температур воздуха в период цветения-начала созревания семян (б) /

Fig. 1. Weight of 1000 seeds of the Hungarian clover of Snezhok variety depending on the amount of precipitation and HTC during the flowering period (a), average daily and daytime air temperatures during the flowering-the beginning of seed ripening period (b)

Толщина семян, характеризующая выполненность и наиболее полно отражающая биологические свойства, была подвержена большей изменчивости, чем длина и ширина. Выполненными могут быть как мелкие, так и крупные семена<sup>6</sup>. Самые толстые семена сформированы в 2015 и 2017 гг. (1,52 и 1,54 мм). В первом случае – при средних значениях длины и ширины (2,42×1,92 мм), во втором – при максимальных (2,56×2,02 мм). Слабо выполненные семена (1,34 мм) при минимальных значениях длины и ширины (2,32×1,80 мм) получены в 2013 г., средних (2,49×1,94 мм) – в 2021 г., максимальных (2,54×1,98 мм) – в 2020 г. Обнаружена взаимосвязь толщины семян с массой 1000 семян ( $r = 0,66$ ) и интегральным показателем крупности ( $r = 0,59$ ).

Согласно нашим исследованиям, клевер паннонский сорта Снежок по крупности семян,

не превышающей 2,0 мм, относится к мелко-семянным сельскохозяйственным культурам, но по массе 1000 семян, составляющей в среднем 4,16 г (3,83-4,60 г) – к крупносемянным видам многолетних бобовых трав. Крупные и очень крупные семена (1,92-2,00 мм) были получены в 2011, 2015 и 2017 гг., средние (1,82-1,89 мм) – в 2012, 2014, 2016, 2018-2021 гг., мелкие (1,78 мм) – в 2013 г.

По исходным показателям всхожести семенной материал соответствовал требованиям ГОСТ Р 52325-2005 и был отнесен к категории «оригинальные семена».

В большинстве лет изучения энергия прорастания была высокой и изменялась от 80,0 (2015 г.) до 97,0 % (2012 г.). Средние значения её величин (71,3 и 73,0 %) были получены в 2017 и 2020 гг., самые низкие (50,7 %) – в 2014 г. (рис. 2).

<sup>6</sup>Кулешов Н. Н. Агрономическое семеноведение. М.: Сельхозиздат, 1963. 304 с.

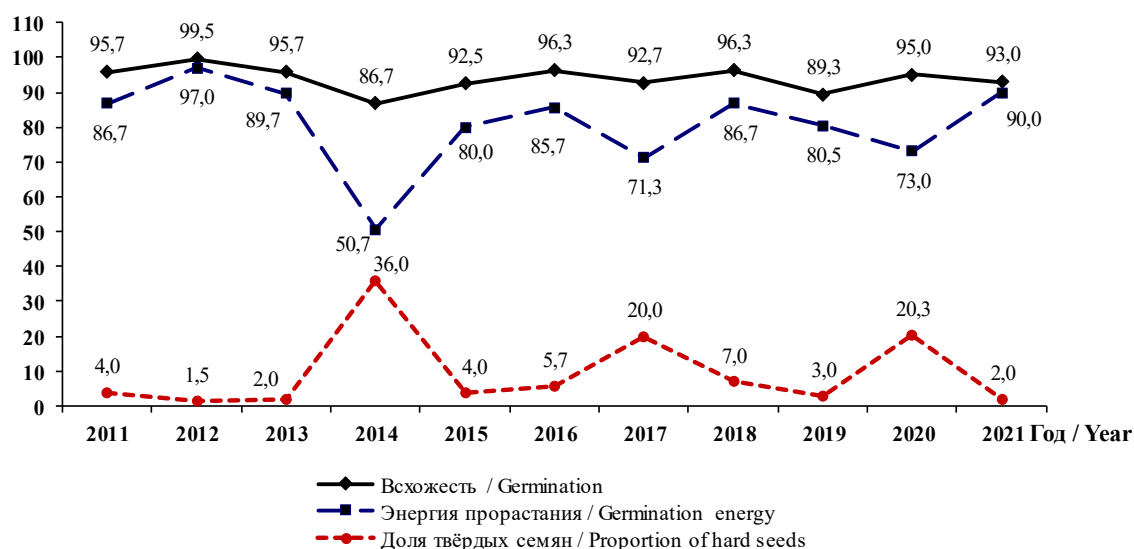


Рис. 2. Показатели всхожести свежесобраных семян клевера паннонского сорта Снежок, % /  
Fig. 2. Germination indicators of freshly harvested seeds of the Hungarian Snezhok variety, %

Энергия прорастания была подвержена изменениям ( $C_v = 15,5\%$ ) под влиянием среднесуточной температуры воздуха в период «бутионизация-созревание семян» ( $r = 0,66$ ). Самый низкий показатель (50,7 %) отмечен в 2014 г. при среднесуточных температурах воздуха 14,7 °C, высокий (97,0 %) – в 2012 г. при 18,4 °C.

Все семена имели высокую 86,7 и 89,3 % (2014 и 2019 гг.) и очень высокую 92,5-99,5 % (2011-2013, 2015-2019 и 2021 гг.) всхожесть. Вариабельность показателя была незначительной ( $C_v = 3,81\%$ ), что говорит о его стабильности по годам исследований.

Как и все многолетние бобовые травы, клевер паннонский обладает особым свойством – «твёрдосемянностью». Условия её образования у вида пока не изучены [3]. Эта особенность имеет как положительную, так и отрицательную сторону: с одной стороны, предохраняет семена от загнивания при хранении, обеспечивает высокий уровень всхожести посевного материала при длительных сроках хранения (до 20 лет) [4], с другой – высокое содержание твёрдых семян затрудняет расчёт нормы высева и создание травостоев с оптимальной густотой стояния растений, усложняет дальнейшую эксплуатацию земель, т. к. семена с отсроченным прорастанием засоряют посевы других культур. Содержание твёрдых семян у клевера паннонского, по разным данным, может составлять 65-90 % [3, 5, 6].

Для семенного материала сорта Снежок характерно содержание преимущественно невысокого количества твёрдых семян: лишь в три года (2014, 2017 и 2020 г.) из одиннадцати

«твёрдосемянность» после уборки достигала 20,0-36,0 %. Варьирование по годам исследований было самое сильное ( $C_v = 115,6\%$ ), размах составил 34,5 %. Найдена положительная зависимость данного показателя от среднесуточных температур воздуха в период окончания цветения и начала созревания семян ( $r = 0,73$ ).

Семена многих бобовых культур способны сохранять высокую всхожесть в течение длительного времени: клевер гибридный – 4 года, клевер луговой и ползучий – 5 лет; люцерна – 9 лет<sup>7</sup>; лядвенец рогатый – 4-10 лет [7, 8]. По данным исследований, проведённых в условиях Западной Сибири, всхожесть семян клевера паннонского сорта Премьер сохранялась в течение 4 лет [3]. Определение возможных сроков хранения семян клевера паннонского сорта Снежок в условиях Северо-Востока европейской части России было проведено впервые.

В настоящее время старение семян считается основной причиной снижения их качества. При этом происходит последовательный и прогрессирующий процесс детериорации – накопления дегенеративных изменений до полной потери способности к прорастанию. Он может начинаться на стадии физиологической зрелости и продолжаться при уборке урожая, обработке и хранении семян со скоростью, определяемой их генетическими особенностями и интенсивностью воздействия неблагоприятных экзогенных факторов. Семена различных партий с одинаковой лабораторной всхожестью часто могут различаться по степени детериорации [9].

<sup>7</sup>Там же.

Результаты наших исследований показали, что всхожесть семян в годы получения и первый год хранения была очень высокой

и составила соответственно 86,7 (2014 г.) – 99,5 % (2012 г.) и 89,1 (2014 г.) – 98,0 % (2018 г.) (табл. 3).

*Таблица 3 – Всхожесть семян клевера паннонского сорта Снежок по годам хранения (2011-2021 гг.), % /*  
*Table 3 – Seed germination of the Hungarian Snezhok variety by years of storage (2011-2021), %*

Год урожая / Year of harvest	Год хранения / Year of storage										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2011	<b>95,7*</b>	<b>96,0</b>	<b>93,4</b>	<b>87,6</b>	<b>72,3**</b>	<b>55,7***</b>	42,0	40,7	37,0	37,0	19,3
2012	<b>99,5</b>	<b>95,0</b>	<b>95,1</b>	<b>94,9</b>	<b>86,3</b>	<b>84,7</b>	<b>79,7</b>	<b>71,0</b>	<b>78,7</b>	63,3	-
2013	<b>95,7</b>	<b>94,6</b>	<b>94,5</b>	<b>94,3</b>	<b>88,7</b>	<b>89,7</b>	<b>78,8</b>	<b>75,7</b>	<b>73,0</b>	-	-
2014	<b>86,7</b>	<b>89,1</b>	<b>88,3</b>	<b>78,0</b>	<b>75,3</b>	68,3	62,0	44,0	-	-	-
2015	<b>94,5</b>	<b>91,0</b>	<b>92,7</b>	<b>92,0</b>	<b>82,0</b>	70,0	64,7	-	-	-	-
2016	<b>96,3</b>	<b>97,3</b>	<b>97,3</b>	<b>92,5</b>	<b>86,3</b>	<b>73,7</b>	-	-	-	-	-
2017	<b>92,7</b>	<b>97,7</b>	<b>87,0</b>	<b>76,9</b>	66,7	-	-	-	-	-	-
2018	<b>96,3</b>	<b>98,0</b>	<b>94,0</b>	<b>94,0</b>	-	-	-	-	-	-	-
2019	<b>89,3</b>	<b>96,0</b>	<b>85,7</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
2020	<b>95,0</b>	<b>93,3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021	<b>93,0</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\* отмеченные полужирным шрифтом значения всхожести относятся к категории «оригинальные и элитные семена» /

\*germination values marked in bold type refer to the category "original and elite seeds";

\*\* полужирным шрифтом и курсивом – к категории «репродукционные семена» / \*\* in bold and italics – to the category "reproductive seeds"; \*\*\* к категории «некондиционные семена» / \*\*\* to the category "substandard seeds".

Весь семенной материал первые три года хранения сохранял высокую всхожесть на уровне требований для категории «оригинальные и элитные» (не ниже 75 %).

На четвёртый год хранения наблюдалось незначительное снижение показателя у семян большинства лет урожаев с сохранением категории. Семенной материал 2011 г. с всхожестью 72,3 % был переведён в «репродукционные», 2017 г. (66,7 %) – в «некондиционные».

Значительное снижение всхожести семян наблюдалось с пятого года хранения. При этом показатель сохранялся на уровне категорий «оригинальные и элитные» и «репродукционные» у семян урожаев трёх лет из шести: 2012, 2013 и 2016 гг. У семян 2012 и 2013 гг. такой уровень сохранялся до девятого года хранения.

Семена большинства лет урожаев, кроме 2014 г. (50,7 %), имели высокую энергию прорастания (80,0-97,0 %). У семян урожаев 2011, 2014-2017, 2019, 2020 гг. она повышалась с исходных значений 50,7-86,7 % (год уборки) до 70,8-94,7 % (первый год хранения) за счёт снижения содержания твёрдых семян (табл. 4).

Для энергии прорастания семян характерны те же закономерности изменения, что и

для всхожести: высокий уровень показателя сохранялся у семян урожаев 2014-2016 гг. до четвёртого года хранения, у семян урожаев 2012 и 2013 гг. – до восьмого года хранения.

Содержание твёрдых семян через год после уборки снижалось с 1,5-36,0 % до 1,0-16,4 % (табл. 5). К третьему-четвёртому годам хранения количество твёрдых семян снижалось максимально. Дальнейшие изменения твёрдосемянности (пятый-седьмой годы хранения) были незначительны.

По результатам визуальной оценки, свежесобранные семена имели жёлтую (от бледно-жёлтой до насыщенно жёлтой, иногда с лёгким оранжевым оттенком) окраску, и преимущественно матовую поверхность. Такой семенной материал получили в 2011-2016, 2018, 2019 гг. Матовые и бледно-жёлтые семена были собраны в 2020 г., с зеленоватым оттенком – в 2021 г., глянцево-жёлтые и жёлтые с бежевым оттенком – в 2017 г. В процессе хранения (до 2021 г.) наблюдался постепенный переход исходной окраски сначала в лёгкие бежевые оттенки (3-5 лет хранения), затем в бежево-коричневую или коричнево-бежевую.

Таблица 4 – Энергия прорастания семян клевера паннонского сорта Снежок по годам хранения (2011-2021 гг.), % /

Table 4 – Seed germinating energy of the Hungarian Snezhok variety by years of storage (2011-2021), %

Год урожая / Year of harvest	Год хранения / Year of storage										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2011	86,7	88,4	84,5	81,6	68,4	48,7	41,3	40,0	36,5	35,3	18,3
2012	97,0	90,0	90,1	89,9	75,3	83,3	78,3	69,5	77,0	62,3	-
2013	89,7	88,3	88,2	89,3	86,7	89,7	76,0	71,3	71,7	-	-
2014	50,7	70,8	68,3	77,3	75,0	66,3	60,3	43,3	-	-	-
2015	80,0	85,3	91,3	90,7	80,8	69,3	64,0	-	-	-	-
2016	85,7	94,7	93,3	88,0	83,0	69,7	-	-	-	-	-
2017	71,3	89,0	75,0	66,0	55,0	-	-	-	-	-	-
2018	86,7	85,7	90,3	87,0	-	-	-	-	-	-	-
2019	80,5	90,7	83,0	-	-	-	-	-	-	-	-
2020	73,0	85,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021	90,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 5 – Содержание твёрдых семян клевера паннонского сорта Снежок по годам хранения (2011-2021 гг.), % /

Table 5 – The content of hard seeds of the Hungarian Snezhok variety by years of storage (2011-2021), %

Год урожая / Year of harvest	Год хранения / Year of storage										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2011	4,0	1,4	1,1	0,9	1,0	0,7	0,7	0,7	0,5	1,7	0,3
2012	1,5	1,5	1,3	1,4	3,0	1,3	1,0	0,3	1,0	1,0	-
2013	2,0	3,0	1,7	1,0	1,3	0,0	0,5	2,7	1,3	-	-
2014	36,0	16,4	16,0	0,0	0,3	0,3	1,0	0,7	-	-	-
2015	4,0	1,0	1,3	1,3	0,3	0,3	0,7	-	-	-	-
2016	5,7	2,7	4,0	2,5	3,0	4,0	-	-	-	-	-
2017	20,0	8,7	10,0	10,0	10,0	-	-	-	-	-	-
2018	7,0	6,7	2,7	6,7	-	-	-	-	-	-	-
2019	3,0	4,3	2,7	-	-	-	-	-	-	-	-
2020	20,3	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Опыты по проращиванию семян с различной окраской, проведённые в условиях Западной Сибири, показали, что высокую всхожесть имели только жёлтые семена. Коричневые, начиная от светлого оттенка, не всходили в полевых и лабораторных условиях<sup>8</sup>.

В 2021 г. из семенного материала урожая 2011-2021 г. были отобраны пробы по 100 семян в четырёх повторениях с последующим разбором на три фракции по цвету:

жёлтые, бежевые, коричневые. Полученные результаты позволили охарактеризовать семенной материал в зависимости от преобладания в нём семян разной окраски, как коричнево-жёлто-бежевый в 2011 г., жёлто-коричнево-бежевый в 2013 и 2014 гг., жёлто-бежево-коричневый – в 2012, 2015, 2017 гг., жёлто-бежевый – в 2016 и 2020 гг., жёлтый с оттенками – в 2018, 2019 и 2021 гг. (табл. 6).

<sup>8</sup>Жмудь Е. В. Интродукция *Trifolium pannonicum* Jacq. В лесостепь Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 1997. С. 15. URL: <https://viewer.rsl.ru/ru/rsl01000024995?page=1&rotate=0&theme=white>



Таблица 6 – Цвет и посевные качества семян клевера паннонского сорта Снежок, % (2021 г.) /  
 Table 6 – Color and sowing qualities of seeds of the Hungarian Snezhok variety, % (2021)

Год урожая / Year of harvest	Окраска семян / Seed coloration			Посевные качества / Sowing qualities		
	жёлтые / yellow	бежевые / beige	коричневые / brown	энергия прорас- тания / energy of germination	всхожесть / germination	количество твёрдых семян / number of hard seeds
2011	31,7	16,3	52,0	31,0	32,0	0,3
2012	69,3	19,3	11,4	65,3	67,0	1,0
2013	70,7	13,0	16,3	71,7	71,7	0,0
2014	50,3	22,0	27,7	48,7	49,3	0,0
2015	61,3	20,0	18,7	60,7	61,7	1,0
2016	68,3	26,7	5,0	66,3	68,3	2,0
2017	64,3	20,3	15,4	69,3	80,0	5,3
2018	93,0	4,7	2,3	88,0	92,7	4,7
2019	87,3	7,3	5,4	83,3	89,0	4,7
2020	80,7	19,3	0,0	84,7	95,3	10,3
2021	93,0	4,7	2,3	93,3	96,7	3,0

Проведённый парный регрессионный анализ показал, что цвет семян связан с показателями всхожести. Так, наличие в материале большого количества жёлтых семян указывало на их высокую энергию прорастания ( $r = 0,98$ ) и всхожесть ( $r = 0,95$ ) и, наоборот, преимущественное содержание коричневых – свидетельствовало о потере семенами этих посевных качеств ( $r = -0,94$  и  $r = -0,94$ ). Сила связи жёлтого и коричневого цвета с содержанием твёрдых семян была средней ( $r = 0,59$  и  $r = -0,60$  соответственно). Каких-либо связей показателей всхожести с бежевой окраской найдено не было.

**Выводы.** 1. Сорт клевера паннонского Снежок относится к крупносемянным видам многолетних бобовых трав, в условиях Кировской области (Северо-Восток европейской части России) данный признак стабилен. Масса 1000 семян составляет в среднем 4,16 г, показатель зависит от количества выпавших осадков ( $r = 0,71$ ) и ГТК в период цветения травостоев ( $r = 0,69$ ), среднесуточных и дневных температур воздуха в период цветения-начала созревания ( $r = -0,70$ ).

2. По соотношению длины, ширины и толщины ( $2,45 \times 1,93 \times 1,40$  мм) семена имеют яйцевидную и эллипсовидную (удлинённую) формы. Длина и ширина семени находятся в сильной взаимосвязи ( $r = 0,89$ ): чем длиннее семя, тем оно шире.

3. По исходным показателям всхожести весь семенной материал соответствует требованиям ГОСТа Р 52325-2005 и отнесён к категории «оригинальные семена»: всхожесть и энергия прорастания составляют соответственно 86,7-99,5; 80,0-97,0 % и сохраняются на высоком уровне первые три-четыре года хранения.

4. Свежеубранные семена имеют жёлтую окраску и преимущественно матовую поверхность. В процессе хранения происходит постепенный переход в бежево-коричневую или коричнево-бежевую окраски. Наличие в партии большого количества жёлтых семян указывает на высокую энергию прорастания ( $r = 0,98$ ) и всхожесть ( $r = 0,95$ ), преимущественное содержание коричневых свидетельствует о потере семенами этих посевных качеств ( $r = -0,94$  и  $r = -0,91$  соответственно).

#### Список литературы

1. Попова Е. В., Грипась М. Н., Арзамасова Е. Г. Изучение параметров семенного травостоя клевера паннонского (*Trifolium pannonicum* Jacq.) Снежок при долголетнем использовании посева в условиях Кировской области. Адаптивное кормопроизводство. 2019;(4):15-26. DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2019-4-15-26>
2. Нечаева Т. В., Якутина О. П., Боголюбова Е. В. Клевер паннонский (*Trifolium pannonicum* Jacq.) – перспективная кормовая культура и фитомелиорант (литературный обзор). Почвы и окружающая среда. 2020;3(1):1-23. DOI: <https://doi.org/10.31251/pos.v3i1.115>
3. Боголюбова Е. В., Коняева Н. М. Качество семян клевера паннонского Премьер в условиях Западной Сибири. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018;48(3):34-42. DOI: <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2018-3-5>

4. Жмудь Е. В. Изменчивость количественных признаков клевера паннонского в условиях Западной Сибири. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства им. Н. И. Вавилова. 1995;234:86-88.

5. Кшникаткина А. Н., Игнатьев А. С. Влияние покровных культур на продуктивность клевера паннонского (*Trifolium pannonicum* Jacq.) в лесостепи Среднего Поволжья. Нива Поволжья. 2012;(3(24)):2-8.

Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20145202>

6. Кшникаткина А. Н., Галиуллин А. А. Интродукция и адаптация клевера паннонского к условиям лесостепи Среднего Поволжья. Нива Поволжья. 2007;(2(3)):14-17.

7. Зекич Н., Симич А., Вукович С. Влияние сроков хранения на качество семян лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus* L.). Кормопроизводство. 2012;4:25-26.

8. Мухина Н. А. Влияние условий созревания и хранения на качество семян лядвенца рогатого. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1966;38(1):160-163.

9. Алексейчук Г. Н., Ламан Н. А. Физиологическое качество семян сельскохозяйственных культур и методы его оценки. Минск: ИООО «Право и экономика», 2005. С. 16-17.

#### References

1. Popova E. V., Gripas M. N., Arzamasova E. G. Studying parameters of seed grass stand of pannonian clover (*Trifolium pannonicum* Jacq.) variety 'Snezhok' at long-term use of sowing in the conditions of the Kirov. *Adaptivnoe kormoproizvodstvo* = Adaptive fodder production. 2019;(4):15-26. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2019-4-15-26>

2. Nechaeva T. V., Yakutina O. P., Bogolyubova E. V. Hungarian clover (*Trifolium pannonicum* Jacq.) – perspective forage crop and phytomeliorant (literary review). *Pochvy i okruzhayushchaya sreda* = The Journal of Soils and Environment. 2020;3(1):1-23. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31251/pos.v3i1.115>

3. Bogolyubova E. V., Konyaeva N. M. seed quality of premier cultivar of hungarian clover in the conditions of western siberia. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* = Siberian Herald of Agricultural Science. 2018;48(3):34-42. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2018-3-5>

4. Zhmud E. V. Variability of quantitative traits of Hungarian clover in the conditions of Western Siberia. *Nauchno-tekhnicheskiy byulleten' Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta rasteniyevodstva im. N. I. Vavilova*. 1995;234:86-88. (In Russ.).

5. Kshnikatkina A. N., Ignatev A. C. Influence of cover crops on the productivity of the pannonicum clover (*Trifolium pannonicum* Jacq.) in the forest steppe zone of the middle Volga region. *Niva Povolzh'ya* = Volga Region Farmland. 2012;(3(24)):2-8. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20145202>

6. Kshnikatkina A. N., Galiullin A. A. Introduction and adaptation of Hungarian clover to the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga. *Niva Povolzh'ya* = Volga Region Farmland. 2007;(2(3)):14-17. (In Russ.).

7. Zekić N., Simić A., Vučković S. Effect of storage time on bird's foot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) seed quality. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2012;4:25-26. (In Russ.).

8. Mukhina N. A. Influence of ripening and storage conditions on the quality of bird's foot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) seeds. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii* = Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 1966;38(1):160-163. (In Russ.).

9. Alekseychuk G. N., Laman N. A. Physiological quality of seeds of agricultural crops and methods for its evaluation. Minsk: IOOO «Pravo i ekonomika», 2005. pp. 16-17.

#### Сведения об авторах

✉ **Попова Евгения Валериевна**, кандидат с.-х. наук, научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства многолетних трав, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Ленина, д. 166а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: [priemnaya@fanc-sv.ru](mailto:priemnaya@fanc-sv.ru),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7354-4656>, e-mail: [PopovaEV8008@yandex.ru](mailto:PopovaEV8008@yandex.ru)

**Арзамасова Екатерина Геннадьевна**, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, зав. лабораторией селекции и первичного семеноводства многолетних трав, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Ленина, д. 166а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: [priemnaya@fanc-sv.ru](mailto:priemnaya@fanc-sv.ru),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0939-4400>

**Шихова Ирина Витальевна**, младший научный сотрудник лаборатории молекулярной биологии и селекции, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Ленина, д. 166а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: [priemnaya@fanc-sv.ru](mailto:priemnaya@fanc-sv.ru)

#### Information about the authors

✉ **Eugenia V. Popova**, PhD in Agricultural Science, researcher, the Laboratory of Breeding and Primary Seed Growing of Perennial Grasses, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Lenin str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: [priemnaya@fanc-sv.ru](mailto:priemnaya@fanc-sv.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7354-4656>, e-mail: [PopovaEV8008@yandex.ru](mailto:PopovaEV8008@yandex.ru)

**Ekaterina G. Arzamasova**, PhD in Agricultural Science, senior researcher, Head of the Laboratory of Breeding and Primary Seed Growing of Perennial Grasses, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Lenin str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: [priemnaya@fanc-sv.ru](mailto:priemnaya@fanc-sv.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0939-4400>

**Irina V. Shihova**, junior researcher, the Laboratory of Molecular Biology and Breeding, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Lenin str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: [priemnaya@fanc-sv.ru](mailto:priemnaya@fanc-sv.ru)

✉ – Для контактов / Corresponding author