
ГЕНЕТИКА, БИОТЕХНОЛОГИЯ, СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО

Влияние термической обработки на качество семян люцерны

Герасим Викторович Лущенко[✉], Вадим Ирбекович Гасиев

Северо-Кавказский научно-исследовательский институт
горного и предгорного сельского хозяйства –
филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Федерального научного центра «Владикавказский научный центр
Российской академии наук», Михайловское, Россия

[✉] **Автор, ответственный за переписку:** geri4@list.ru

Аннотация

Приведены результаты исследований по влиянию прогревания семян на посевах люцерны синей двух сортов – Верко и Релакс. Учитывали всхожесть и энергию прорастания. Термический фактор одинаково благоприятно воздействовал на оба сорта. Наилучший эффект от прогревания показали семена желтой окраски на варианте при температуре 40°C в течение 3 суток, превысив контрольный вариант по энергии всхожести на 44%. В опыте, где прогревали семена в термостате и солнечными лучами, у последнего варианта был худший эффект, всхожесть увеличилась незначительно в связи с недостаточной продолжительностью прогревания. Наибольший эффект на всхожесть семян при прогревании их в термостате оказал вариант, в котором воздействовали на семена температурой 40°C в течение 5 суток, в результате чего всхожесть увеличилась на 30%. Исследуя действие термической обработки на семена, собранные с растений люцерны разных лет жизни, выявили, что семена с растений первого года жизни имели лучший эффект от термической обработки, увеличив всхожесть семян на 47%. Изучая вопрос о длительности эффекта от прогревания семян для последующего их хранения, взяли семена разных сроков посева и уборки. После термической обработки и определения их всхожести семена оставляли на хранение в амбаре на 2 года, предварительно проверив их всхожесть на следующий год, и далее – на второй год хранения. В результате у желтых семян всхожесть увеличилась до 98%, а у коричневых – наоборот, снизилась на 54% по сравнению с контролем.

Ключевые слова

люцерна, термический фактор, качество семян, прогревание, термостат, проращивание

Для цитирования

Лущенко Г.В., Гасиев В.И. Влияние термической обработки на качество семян люцерны // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2026. № 2. С. 57–66.

Effect of thermal treatment on alfalfa seed quality

Gerasim V. Lushchenko✉, Vadim I. Gasiev

North Caucasian Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture –
Branch of Vladikavkaz Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences,
Mikhaylovskoe Vlg., Russia

✉Corresponding author: geri4@list.ru

Abstract

The study presents the results of investigating the effect of seed warming on two alfalfa varieties – Verko and Relax. Germination rate and germination energy were evaluated. The thermal factor had an equally beneficial effect on both varieties. The best results were observed for yellow-coloured seeds treated at 40°C for three days. This variant exceeded the control in germination energy by 44%. In the experiment comparing seed warming in a thermostat versus warming using solar radiation, the latter variant showed a poorer effect. The germination rate increased only slightly due to insufficient warming duration. The highest effect on seed germination was achieved with thermostat warming at 40°C for five days. As a result, germination increased by 30%. When studying the effect of thermal treatment on seeds collected from alfalfa plants of different ages, it was found that seeds from first-year plants responded best to thermal treatment, showing a 47% increase in germination rate. To investigate the duration of the warming effect for subsequent seed storage, seeds from different sowing and harvesting periods were used. After thermal treatment and initial germination testing, the seeds were stored in a barn for two years. Their germination was checked one year after storage and then again after the second year. The results showed that yellow seeds demonstrated an increase in germination up to 98%, while brown seeds, in contrast, showed a 54% decrease in germination compared to the control.

Keywords

alfalfa, thermal factor, seed quality, warming, thermostat, germination

For citation

Lushchenko G.V., Gasiev V.I. Effect of thermal treatment on alfalfa seed quality. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2026;(2):57–66.

Введение Introduction

По ряду причин семенной материал многолетних бобовых трав после уборки имеет различный показатель жизнеспособности. Для получения хорошего урожая нужно уменьшить количество семян с пониженным потенциалом, для чего семена следует подвергать стимулирующему воздействию [1, 2].

Повышение урожайности кормовых культур с помощью современных технологий является одной из основных задач в сельском хозяйстве [3, 4]. Посевной материал играет значимую роль при продуктивности кормовых трав, в связи с чем необходимо повышать посевные качества семян [5, 6]. Эффективным способом для решения данной задачи является повышение качества семенного материала при помощи различных физических факторов, без загрязнения окружающей среды [7].

Для стимуляции семян имеется множество различных способов. Они подразделяются на 2 основные группы: химические и физические [8, 9]. Применение химического метода воздействия на семена достаточно глубоко изучено, и этот метод показывает высокую эффективность. Однако использование данного агроприема имеет свои недостатки, заключающиеся в высокой стоимости химических препаратов; также в связи с жесткими требованиями к их использованию оно становится не всегда актуальным [10, 11]. В последнее время интенсивно изучаются методы различных физических воздействий на семена с целью повышения качества посевного материала различных культур [12].

Несмотря на то, что у селекционных сортов бобовых трав твердосемянность сильно снижена, семена все же часто приходится специально обрабатывать [13]. Для скарификации созданы специальные машины, которые, к сожалению, выбраковывают значительное число семян, причем обычно ими оказываются крупные и лучшие семена [14].

Люцерна, являясь одной из ведущих кормовых культур, имеет богатый состав питательных веществ – таких, как протеин, аминокислоты и витамины. Используя люцерну на кормовые цели, можно обеспечить отрасль животноводства требуемым количеством белка [15].

Семенной материал люцерны весьма неоднороден. В каждой партии встречаются различные по цвету семена (темные, желтые), мелкие, различные по абсолютному весу 1000 семян и по другим признакам [16]. Кроме того, каждая партия имеет больший или меньший процент так называемых твердых семян, которые приходится подвергать скарификации для повышения процентной всхожести [17].

С учетом исследований ряда авторов о положительном влиянии воздушно-теплового прогревания на семена зерновых культур нами было принято решение изучить эффективность этого способа и в отношении семян люцерны [18].

Цель исследований: повышение качества семенного материала люцерны, изучение качества семян разной окраски, а также определение оптимального режима термической обработки семян.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые в экологических условиях Центрального Предкавказья проведены исследования по воздействию различных вариантов термической обработки на семена люцерны разной окраски.

Методика исследований

Research method

Место проведения исследований – Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства – относится к III агроклиматической зоне: лесостепь с достаточным увлажнением на выщелоченных черноземах.

В опыте использовались одинаковые по окраске и выполненности семена сортов люцерны синей Верко и Релакс, хранившиеся в амбаре и в лаборатории. Прогревание производилось в термостате, снабженном электрическим терморегулятором, или на солнце, для чего семена расстилались тонким слоем на полах и выносились на солнце в самое жаркое время дня на 10 ч. При проращивании прогретых и непрогретых семян учитывались всхожесть и энергия прорастания. Проращивание осуществлялось в чашках Петри в 4 повторностях по 100 семян в каждой при комнатной температуре и в термостате при температуре не выше 22°C.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

Опыт проводился с семенами люцерны сорта Верко, убранными в 2021 г., имеющими желтую и коричневую окраску. Семена люцерны на всех опытных вариантах начали прогреться одновременно – 11 апреля 2022 г. (табл. 1).

Таблица 1

Результаты исследования оптимальных температур и длительности прогревания семян люцерны

Table 1

Results of studying optimal temperatures and durations of alfalfa seed warming

Количество, сутки	Желтые семена		Коричневые семена	
	проросших, %	эффективность действия, % к контролю	проросших, %	эффективность действия, % к контролю
Температура 20°C				
3	57	130	74	83
6	56	150	66	74
9	66	150	73	82
12	67	152	67	75
Температура 30°C				
3	59	134	80	90
6	67	152	77	87
9	69	157	70	79
12	69	157	64	72
Температура 40°C				
3	88	200	74	82
6	87	118	49	55
9	82	168	49	55
12	68	155	20	22
Контроль	44	100	89	100

НСР₀₅ 0,38

НСР₀₅ 0,23

Характеризуя данные таблицы, 1 необходимо отметить, что для повышения всхожести семян продолжительность прогревания нужно увеличивать. Наиболее эффективно прогревание воздействовало на желтые семена при температуре 40°C в течение 3 суток. Увеличение всхожести на этом варианте в 2 раза превысило контроль, составив 88%. Коричневые семена имели более низкую всхожесть – ниже стандарта на всех вариантах. Наиболее низкими показателями всхожести характеризовался вариант при температуре 40°C в течение 12 суток, когда всхожесть составила 20% при контроле 89%.

Семена с желтой и коричневой окраской неодинаково реагируют на прогревание. При постепенном повышении температуры и продолжительности прогревания коричневые семена постепенно снижают всхожесть. Невсхожие семена среди коричневой фракции являются нежизнеспособными, так как быстро загнивают, вследствие чего не произрастают при посеве в почву. Желтые семена активно реагируют на повышение температуры, и их всхожесть при оптимальных вариантах повышается до 200% по отношению к контролю. Только среди семян с желтой окраской имеются различия в процентном соотношении твердости их оболочки.

Второй опыт был заложен 29 апреля 2022 г. и является продолжением первого с несколько измененными вариантами. В опыте исследовались желтые семена люцерны синей сорта Релакс урожая 2021 г. (табл. 2).

Независимо от сорта действие термического фактора на всхожесть семян оказалось ощутимым во всех вариантах. Наибольший эффект от прогревания получился при 40°C в течение 5 суток, когда всхожесть семян увеличилась на 30%.

При прогревании семян на солнце в течение 5 дней всхожесть их повысилась незначительно, и в дальнейшем продолжительность их прогревания здесь была недостаточной.

Установлено, что наиболее эффективным является прогревание семян в течение 5 суток при температуре 40°C.

Данные о прогревании желтой фракции семян люцерны синей сорта Верко, собранных от растений разных лет жизни, приведены в таблице 3.

Таблица 2

Результаты прогревания семян

Table 2

Results of seed warming experiments

Время прогревания сухих семян	Всхожесть семян, %	Эффективность действия, % к контролю
На солнце 5 суток	74	109
В термостате 3 суток	80	118
В термостате 5 суток	89	130
Контроль (сухие семена)	68	100

НСР₀₅ 0,32

Результаты прогревания семян люцерны желтой фракции

Table 3

Results of warming yellow fraction alfalfa seeds

Год			Всхожесть семян, %		Увеличение всхожести от прогревания, %
посева	уборки	жизни	без прогревания	прогревание в течение 5 суток при 40°C	
2021	2021	1	41,1	88,6	47,5
2020	2021	2	56,5	90,0	33,5
2019	2021	3	57,1	90,3	33,2

НСР₀₅0,42НСР₀₅0,16

Как следует из данных таблицы 3, действие термического фактора сказывается в наибольшей степени на семенах от растений первого года жизни. Увеличение всхожести семян на этом варианте составило 47,5%.

Для изучения вопроса о том, как долго сохраняется стимулирующее действие прогревания на всхожесть, были взяты семена от разных сроков посева и уборки. После прогревания и установления показателей всхожести семена оставлялись на определенное время в амбаре, после чего их всхожесть вновь определялась. В этом опыте семена урожая 2021 г. с посевов 2020 г. были прогреты 30 апреля 2022 г., затем была проверена их всхожесть (отдельно желтых и коричневых семян). После этого их оставили на хранение в амбаре до весны 2023 г. Результаты опыта представлены в таблице 4.

Таблица 4

Влияние прогревания семян на их всхожесть

Table 4

Effect of seed warming on germination rate

Вариант опыта	Семена (различных фракции)	Всхожесть в 2022 г.		Всхожесть в 2023 г.	
		по фракциям	среднее	по фракциям	среднее
Контроль	Желтые	52	65	91	58
	Коричневые	78		24	
Прогревание в термостате в течение 5 суток при температуре 40°C	Желтые	90	89	93	80
	Коричневые	88		66	
Обработка семян кипятком в течение 3 мин	Желтые	87	83	98	80
	Коричневые	79		62	

НСР₀₅0,44НСР₀₅0,36

Из данных таблицы 4 следует, что сильный эффект термическая обработка оказывает на семена с желтой окраской, которые повысили процент всхожести по всем вариантам, очевидно, ввиду снижения процента твердых семян. Данные результаты исследований подтверждают, что при хранении уменьшается процент твердосемянности, в связи с чем повышается всхожесть желтых семян. Прогревание семян и двухлетнее хранение их в амбаре увеличили всхожесть желтых семян до 98%. Всхожесть же семян с коричневой окраской за 2 года хранения снизилась на 54% (контроль).

Выводы Conclusions

По результатам проведенного опыта можно сделать хозяйственный вывод: семена люцерны можно прогревать в любое время года, причем стимулирующее действие от термического фактора не исчезает.

Прогревание семян люцерны повышает их всхожесть. Наилучший эффект от прогревания семян в термостате получается при температуре 40°C в течение 5 суток.

Семена с желтой и коричневой окраской по-разному реагируют на прогревание, и у желтых семян твердосемянность выше, чем у коричневых. Повышение температуры прогревания более эффективно воздействует на желтые семена: их всхожесть увеличивается в 2 раза по отношению к контрольному варианту.

Список источников

1. Мокеева С.А., Коконов С.И., Рябова Т.Н. Развитие и продуктивность козлятника восточного при предпосевной обработке семян // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020. № 2 (50). С. 47–53. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2020-2-47-53>
2. Климов С.М., Горохов К.К., Дондоков Ю.Ж., Дринча В.М. Предпосевная обработка семян в небольших хозяйствах // *Кормопроизводство*. 2020. № 1. С. 31–35. EDN: IMTARI
3. Козырский В.В., Савченко В.В., Синявский А.Ю. Предпосевная обработка семян зернобобовых культур в магнитном поле // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2019. Т. 13, № 1. С. 21–26. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2018-13-1-21-26>
4. Страхов В.Ю., Вендин С.В., Саенко Ю.В. Предпосевная УФ-обработка семян сои: проращивание на витаминный корм // *Агроинженерия*. 2023. Т. 25, № 6. С. 46–52. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2023-6-46-52>
5. Андросова Д.Н., Данилова Н.С., Афанасьева Е.А. Влияние предпосевной обработки семян на всхожесть видов рода *Iris* // *Наука и образование*. 2017. № 4 (88). С. 109–113. EDN: YUYXCG
6. Попова Т.Н. Семенная продуктивность сортов люцерны и ее составляющие // *Аграрный научный журнал*. 2020. № 12. С. 37–39. <https://doi.org/10.28983/asj.y2020i12pp37-39>
7. Миневиц И.Э., Ущаповский И.В. Влияние ИК-облучения на биологическую ценность семян льна // *Аграрная наука*. 2020. № 11-12. С. 144–146. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-134-136>
8. Подварко А.Т., Есипенко Л.П., Андросова В.М., Марченко Н.А. и др. Влияние различных дозировок и способов применения препарата Альбит, ТПС на урожайность подсолнечника в условиях 2018 года на Юге России // *Труды*

Кубанского государственного аграрного университета. 2019. № 77. С. 129–133. <https://doi.org/10.21515/1999-1703-77-129-133>

9. Пимохова Л.И., Яговенко Г.Л., Царапнева Ж.В., Мисникова Н.В. Предпосевная обработка семян люпина узколистного против антракноза и других болезней // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2021. Т. 51, № 4. С. 22–32. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-4-3>

10. Волощук А.П., Волощук И.С., Глива В.В., Корецка М.И. и др. Предпосевная обработка семян как способ повышения посевных качеств рапса озимого в условиях западной Лесостепи Украины // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. 2017. № 1 (42). С. 24–29. EDN: YJKCTP

11. Крылов О.Н., Киселев М.М., Решетников А.Е., Абашева О.Ю. Предпосевная оптическая обработка семян зерновых культур на примере озимой ржи «Фаленская 4» // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2023. № 2. С. 214–230. <https://doi.org/10.36107/spfp.2023.439>

12. Борычев С.Н., Каширин Д.Е., Симдянкин А.А., Лимаренко Н.В. Обработка семян в электромагнитном поле сверхвысокой частоты // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2022. № 2 (66). С. 339–347. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2022-02-42>

13. Нелюбина Ж.С., Касаткина Н.И. Влияние ультрафиолетового облучения семян многолетних трав на их посевные качества // *Аграрная наука*. 2021. № 9. С. 97–100. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-352-9-97-100>

14. Хасанов Э.Р., Мирзаматов Р.Р., Якупов А.М., Ямалетдинов М.М. Разработка и обоснование скарификатора с конусным диском для семян бобовых культур // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2023. Т. 18, № 3 (71). С. 102–110. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2023-102-110>

15. Бекузарова С.А., Гасиев В.И., Луценко Г.В. Фитоценотическая парадигма в селекции бобовых трав на Северном Кавказе // *Кормопроизводство*. 2018. № 8. С. 24–29. EDN: XVIVRB

16. Кириллова Н.И., Дегтярева И.А. Показатели тест-растения при обработке модифицированными биофунгицидами // *Аграрная наука*. 2023. № 12. С. 114–117. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-377-12-114-117>

17. Бурков А.И., Симонов М.В., Мокиев В.Ю. Исследование клеверотерки-скарификатора КС-0,2 с декой овального типа при скарификации семян // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2017. № 6 (61). С. 74–77. <https://doi.org/10.30766/2072-9081>

18. Дукси Ф. Способы обработки, позволяющие нарушить органическую стабильность семян *Ceratonia siliqua* L. в лаборатории // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Агротехника и животноводство»*. 2022. Т. 17, № 2. С. 158–165. <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2022-17-2-158-165>

References

1. Mokeeva S.A., Kokonov S.I., Ryabova T.N. Development and productivity of eastern galega during sowing seed treatment. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2020;(2(50)):47-53. (In Russ.) <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2020-2-47-53>

2. Klimov S.M., Gorokhov K.K., Dondokov Yu.Zh., Drincha V.M. Seed treatment on small farms. *Kormoproizvodstvo*. 2020;(1):31-35. (In Russ.)

3. Kozyrskiy V.V., Savchenko V.V., Sinyavskiy A.Yu. Pre-sowing treatment of leguminous crop seeds with a magnetic field. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2019;13(1):21-26. (In Russ.) <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2018-13-1-21-26>

4. Strakhov V.Yu., Vendin S.V., Saenko Yu.V. Pre-sowing uv treatment of soybean seeds: sprouting for vitamin feed. *Agricultural Engineering*. 2023;25(6):46-52. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2023-6-46-52>
5. Androsova D.N., Danilova N.S., Afanasieva E.A. the effect of pre-sowing seed treatment on germination of species of genus *Iris*. *Nauka i obrazovanie*. 2017;(4):109-113. (In Russ.)
6. Popova T.N. Seed productivity of alfalfa varieties and its components. *The Agrarian Scientific Journal*. 2020;(12):37-39. (In Russ.) <https://doi.org/10.28983/asj.y2020i12pp37-39>
7. Minevich I.E., Uschapovsky I.V. Influence of ir radiation on the biological value of flax seeds. *Agrarian Science*. 2020;(11-12):144-146. (In Russ.) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-134-136>
8. Podvarko A.T., Esipenko L.P., Androsova V.M., Marchenko N.A. et al. Influence of different dosages and methods of the Albite, TPS preparation application on sunflower yield in the conditions of 2018 in the South of Russia. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019;(77):129-133. (In Russ.) <https://doi.org/10.21515/1999-1703-77-129-133>
9. Pimokhova L.I., Yagovenko G.L., Tsarapneva Zh.V., Misnikova N.V. Pre-sowing seed treatment of narrow-leaved lupin against anthracnose and other diseases. *Siberian Herald of Agricultural Science*. 2021;51(4):22-32. (In Russ.) <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-4-3>
10. Voloshchuk A.P., Voloshchuk I.S., Gliva V.V., Koretska M.I. et al. Pre-sowing seed treatment as a way to increase the sowing qualities of winter rapeseed in the western forest-steppe of Ukraine. *Vestnik NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2017;(1(42)):24-29. (In Russ.)
11. Krylov O.N., Kiselyov M.M., Reshetnikov A.E., Abasheva O.Yu. Pre-sowing optical treatment of seeds of grain crops on the example of winter rye “Falenskaya 4”. *Storage and Processing of Farm Products*. 2023;(2):214-230. (In Russ.) <https://doi.org/10.36107/spfp.2023.439>
12. Borychev S.N., Kashirin D.E., Simdyankin A.A., Limarenko N.V. Seed treatment in electromagnetic field of ultrahigh frequency. *Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education*. 2022;(2(66)):339-347. (In Russ.) <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2022-02-42>
13. Nelyubina Zh.S., Kasatkina N.I. Influence of ultraviolet irradiation of perennial grasses seeds on their sowing quality. *Agrarian Science*. 2021;(9):97-100. (In Russ.) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-352-9-97-100>
14. Khasanov E.R., Mirzamatov R.R., Yakupov A.M., Yamaletdinov M.M. Development and justification of a scarifier with a cone disc for bean seeds. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2023;18(3):102-110. (In Russ.) <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2023-102-110>
15. Bekuzarova S.A., Gasiev V.I., Lushchenko G.V. Phytocenotic paradigm in breeding of legume grasses in the North Caucasus. *Kormoproizvodstvo*. 2018;(8):24-29. (In Russ.)
16. Kirillova N.I., Degtyareva I.A. Test-plant characteristics using modified biofungicides treatment. *Agrarian Science*. 2023;(12):114-117. (In Russ.) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-377-12-114-117>
17. Burkov A.I., Simonov M.V., Mokiev V.Yu. Research of clover-grater-and-scarificator KS-0.2 with oval type deck at seeds scarification. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2017;(6(61)):74-77. (In Russ.) <https://doi.org/10.30766/2072-9081>

18. Duksy F. Effects of various pre-sowing treatments on invitro seed germination of *Ceratonia siliqua* L. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2022;17(2):158-165. (In Russ.) <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2022-17-2-158-165>

Сведения об авторах

Герасим Викторович Лушенко, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур, Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального научного центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук»; 363110, Российская Федерация, РСО-Алания, с. Михайловское, ул. Вильямса, 1; e-mail: geri4@list.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3935-1962>

Вадим Ирбекович Гасиев, д-р с.-х. наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур, Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального научного центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук»; 363110, Российская Федерация, РСО-Алания, с. Михайловское, ул. Вильямса, 1; e-mail: gasiev77@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2728-626X>

Information about the authors

Gerasim V. Lushchenko, CSc (Ag), Senior Research Associate at the Department of Breeding and Seed Production of Agricultural Crops, North Caucasian Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture – Branch of Vladikavkaz Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences; 1 Williams St., Mikhaylovskoe Vlg., Prigorodny District, Republic North Ossetia–Alania, 363110, Russian Federation; e-mail: geri4@list.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3935-1962>

Vadim I. Gasiev, DSc (Ag), Senior Research Associate at the Department of Breeding and Seed Production of Agricultural Crops, North Caucasian Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture – Branch of Vladikavkaz Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences; 1 Williams St., Mikhaylovskoe Vlg., Prigorodny District, Republic North Ossetia–Alania, 363110, Russian Federation; e-mail: gasiev77@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2728-626X>