

Научная статья  
УДК: 631.529:633.37  
DOI: 10.30901/2227-8834-2022-4-122-131



## Сравнительный анализ кормовых бобовых культур в условиях Мурманской области

И. В. Михайлова<sup>1</sup>, А. Б. Хвостова<sup>1</sup>, Л. Л. Малышев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Федеральное исследовательское учреждение Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Полярная опытная станция – филиал ВИР, Апатиты, Россия

<sup>2</sup> Федеральное исследовательское учреждение Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Леонид Леонидович Малышев, l.malyshev@vir.nw.ru

**Актуальность.** Молочное животноводство – одно из главных направлений в аграрном секторе Мурманской области. Расширение ассортимента возделываемых бобовых кормовых культур и их сортов является одним из путей комплексного решения проблемы кормов на Кольском полуострове. Введение в практику кормопроизводства многолетних бобовых позволит снизить затраты на производство кормов и качественно их улучшить.

**Материалы и методы.** На Полярной ОС ВИР изучались козлятник восточный, люцерны изменчивая и серповидная (2005–2009 гг.), лядвенец рогатый (2006–2007 гг.), донник белый (2007–2008 гг.). Погодные условия в годы исследования различались по температурному и водному режимам. Наблюдения и учеты проводились согласно методическим указаниям ВИР. Статистическая обработка данных включала вычисление основных параметров варьирования и построение обобщенной линейной модели структуры дисперсии.

**Результаты.** В статье приведены данные по изучению коллекции четырех многолетних кормовых бобовых культур в условиях Мурманской области РФ в 2005–2009 гг. Люцерна в целом превосходит по зимостойкости, высоте и кустистости козлятник, донник и лядвенец, имеет среднюю облиственность и (за весь цикл изучения) низкую урожайность воздушно-сухой массы. Двухлетний бикарпик донник белый выделяется по урожайности воздушно-сухой массы в среднем за год, имеет среднюю высоту и облиственность и низкую зимостойкость и кустистость. Лядвенец рогатый значительно уступает остальным изученным культурам по всем хозяйственным признакам. У козлятника наблюдается наиболее высокая облиственность; по зимостойкости, кустистости и высоте растений он несколько уступает люцерне, а по урожайности – доннику белому. Семена в условиях Мурманской области возможно получить только у образцов козлятника восточного.

**Заключение.** По комплексу хозяйственных признаков наиболее перспективной культурой является козлятник восточный, в частности адаптированные натурализовавшиеся образцы, сформированные в результате отбора в 1991–1993 гг.

**Ключевые слова:** генетические ресурсы, козлятник, люцерна, донник, лядвенец, Заполярье

**Благодарности:** работа профинансирована Министерством науки и высшего образования Российской Федерации в соответствии с соглашением № 075-15-2021-1050 от 28.09.2021. Исследование проводилось на материале из коллекции генетических ресурсов многолетних бобовых культур, хранящейся в ВИР. Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

**Для цитирования:** Михайлова И.В., Хвостова А.Б., Малышев Л.Л. Сравнительный анализ кормовых бобовых культур в условиях Мурманской области. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(4):122-131. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-4-122-131

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-4-122-131

## Comparative analysis of fodder legumes in Murmansk Province

Irina V. Mikhailova<sup>1</sup>, Alexandra B. Khvostova<sup>1</sup>, Leonid L. Malyshev<sup>2</sup><sup>1</sup> N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Polar Experiment Station of VIR, Apatity, Russia<sup>2</sup> N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, Russia**Corresponding author:** Leonid L. Malyshev, l.malyshev@vir.nw.ru

**Background.** Dairy farming is one of the main segments in the agricultural sector of Murmansk Province. Expanding the range of cultivated legume fodder crops and their cultivars is one of the ways to comprehensively solve the problem of feed in the Kola Peninsula. Introduction of perennial legumes into the feed production practice will reduce the production cost of feeds and improve their quality.

**Materials and methods.** Fodder galega, variable and yellow alfalfa (2005–2009), bird's-foot trefoil (2006–2007), and sweet clover (2007–2008) were studied at the Polar Experiment Station of VIR. Weather conditions during the years of study differed in temperature and water regimes. Observations and records were made according to VIR's guidelines. Statistical data processing included the calculation of the main variation parameters and the construction of a generalized linear model of the variance structure.

**Results.** The data are presented on the study of the collection of four perennial fodder legumes in Murmansk Province, Russia, in 2005–2009. Alfalfa surpassed fodder galega, sweet clover and bird's-foot trefoil in winter hardiness, height and bushiness, showed medium leafiness, and (for the entire study cycle) had low air-dry mass yield. Biennial bicarpic sweet clover stood out for its air-dry mass yield on average per year, had medium height and foliage, but low winter hardiness and bushiness. Bird's-foot trefoil was significantly inferior to the rest of the studied crops in all agronomic characteristics. Galega had the highest leafiness; in winter hardiness, bushiness and plant height it was slightly inferior to alfalfa, and in yield to white clover. Seeds under the conditions of Murmansk Province can be obtained only from galega accessions.

**Conclusion.** According to a set of agronomic characters, the most promising crop is fodder galega, especially its adapted naturalized accessions selected in 1991–1993.

**Keywords:** genetic resources, galega, alfalfa, sweet clover, bird's-foot trefoil, the Arctic

**Acknowledgments:** the work was funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation under Agreement No. 075-15-2021-1050 dated Sept. 28, 2021. The research was performed on the material from the collection of perennial legume genetic resources held by VIR.

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

**For citation:** Mikhailova I.V., Khvostova A.B., Malyshev L.L. Comparative analysis of fodder legumes in Murmansk Province. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(4):122-131. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-4-122-131

## Введение

Мурманская область представляет собой северную границу возделывания культурных растений в европейской части России. Почвенно-климатические условия на ее территории имеют экстремальный характер и предъявляют жесткие требования к биологическим особенностям выращиваемых здесь культур. Культуры должны обладать широким диапазоном онтогенетической адаптивности и надежности, обеспечивающим формирование стабильных урожаев на фоне сильных вариаций основных метеорологических факторов окружающей среды – света, температуры и атмосферных осадков (Kosyuk et al., 2013)

Климат области арктически умеренный и имеет яркую особенность – полярный день, продолжительность которого по области с юга на север колеблется от 17 до 72 суток, и полярную ночь длительностью от 22 до 40 суток. Северное лето с температурой выше +10°C длится около двух месяцев. Заморозки возможны в любой период летнего времени (Karavaeva, 2018).

Основными генетическими типами почв на Кольском полуострове является подзолистый, болотный и дерновый. Большое хозяйственное значение в Мурманской области имеют почвы болотного типа, особенно почвы низинных и переходных болот. Для таких почв характерны малая зольность органического вещества, низкое содержание подвижных форм азота и фосфора, высокая теплоемкость, малая теплопроводность и большая влагоемкость (Fedorova, 1982).

Во флоре Мурманской области сем. Fabaceae представлено ограниченным числом таксонов, особенно из числа введенных в культуру родов: шесть видов клевера, из которых только один – *Trifolium repens* L. – имеет естественный ареал; как заносные: *Medicago falcate* L., *Medicago lupulina* L., *Lotus corniculatus* L., *Melilotus albus* Medik. и *Melilotus officinalis* (L.) Pall. (Poyarkov, 1959).

Одной из главных отраслей в аграрном секторе Мурманской области является молочное животноводство, а корма являются основой успешной работы этой отрасли. Развитие ее во многом зависит от создания местной кормовой базы (Fedorova, 1976). Расширение набора видов и сортов кормовых культур является одним из путей комплексного решения проблемы кормов на Кольском полуострове. В настоящее время на территории Мурманской области на кормовые цели возделывают в основном однолетние (овес, ячмень) и многолетние (кострец безостый, тимофеевка луговая, овсяница луговая) злаки (Kirillov, 2017). Повышение продуктивности злаковых кормовых трав достигается внесением высоких доз азотных удобрений, однако они приводят к загрязнению почвы и грунтовых вод и снижению качества корма (Khaitbaev, 2003).

Подбор многолетних кормовых культур и выведение сортов для местного использования проводились с образования Полярной опытной станции ВИР (Problems..., 1934). В течение многолетних отборов созданы местные популяции тимофеевки луговой, лисохвоста лугового, овсяницы луговой и красной, костреца безостого, характеризующиеся долголетностью, холодостойкостью, устойчивостью к болезням, высокой урожайностью. Широкое внедрение этих ценных культур сдерживалось недостаточностью площадей для развития семеноводства

В результате многолетней селекции (селекционеры И. В. Душечкин, П. К. Калинин, Г. М. Стрекопытов) были выведены сорта многолетних кормовых злаков: тимофе-

евка 'Хибинская 673', мятлик луговой 'Хибинский 2014' и 'Хибинский 2036', овсяница луговая 'Хибинская 806', овсяница красная 'Хибинская', лисохвост луговой 'Хибинский 437' и др. (Akhtulova, 2004). Проводилась работа по селекции клевера красного и клевера гибридного.

Расширение ассортимента возделываемых культур и их сортов является одним из путей комплексного решения проблемы кормов на Кольском полуострове. В настоящее время в Мурманской области возделывается ограниченный набор кормовых трав. Для расширения ассортимента кормовых культур, используемых на Кольском полуострове, с 1991 г. на станции было начато изучение коллекции новой для того времени многолетней кормовой бобовой культуры – козлятника восточного (Mikhailova, Akhtulova, 2013). Введение в кормопроизводство многолетних бобовых культур, накапливающих азот в почве за счет жизнедеятельности клубеньковых бактерий, позволит максимально снизить затраты на изготовление кормов местного производства, а также качественно их улучшить (Laskin, Khaitbaev, 2002; Laskin, 2006). Потенциальные размеры симбиотической азотфиксации для многолетних бобовых культур составляют 270–550 кг/га (Kozhemyakov, Tikhonovich, 1998).

Практика показывает, что посевы многолетних злаковых и бобовых культур дают положительный экономический эффект, а многолетние бобовые культуры не только отличаются высоким содержанием белка, но и способны произрастать на слабокультуренных почвах, обогащать и улучшать плодородие почв, очищать почвы от загрязнения (Evdokimova et al., 2020).

В 2005–2009 гг. на Полярной опытной станции – филиале ВИР проводилось изучение четырех многолетних бобовых культур: донника белого, козлятника восточного, люцерны посевной и изменчивой, лядвенца рогатого. Цель данной работы – сравнительная оценка данных культур как исходного материала для селекции в условиях Заполярья.

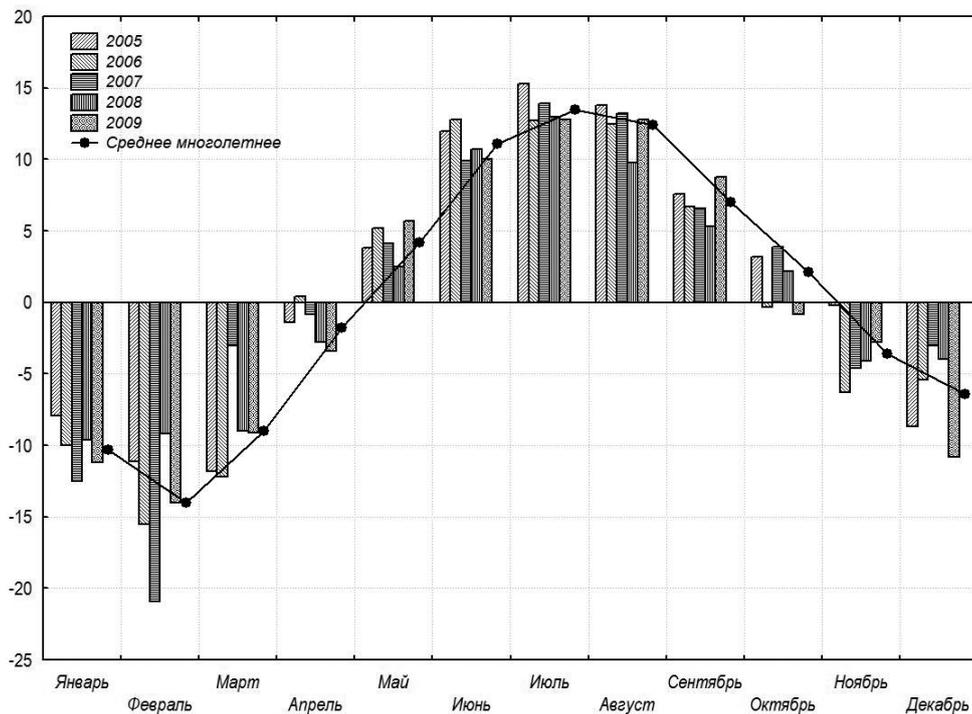
## Материал и методика

Материалом для исследований служили образцы кормовых бобовых культур, полученные из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР). Изучали четыре многолетние бобовые культуры: многолетние козлятник восточный (*Galega orientalis* Lam.) – 36 образцов, люцерна – 2 образца: сорт 'Якутская желтая' – *Medicago falcate* L. и сорт 'Сюлинская' – *Medicago varia* Martyn (2005–2009 гг.), лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.) – 15 образцов (2006–2007 гг., затем выпали из посевов) и двулетний монокарпик донник белый (*Melilotus albus* Medik.) – 15 образцов (2007–2008 гг.).

Погодные условия в годы исследования различались по температурному и водному режимам. Наиболее теплыми по сравнению со среднемноголетней температурой в вегетационный период были 2006 и 2009 г. В эти годы наиболее теплой была первая половина лета. В 2005 и 2007 г. отмечены более высокие температуры во второй половине вегетационного периода и продолжительный безморозный период в октябре. Среднесуточные температуры воздуха в 2008 г. были наименьшими по сравнению со среднемноголетними данными. В зимний период наиболее низкие среднесуточные температуры наблюдались в феврале 2006 и 2007 г. (до –15,5°C и –20,9°C соответственно), при среднемноголетней температуре февраля –14°C. Резкие перепады темпе-

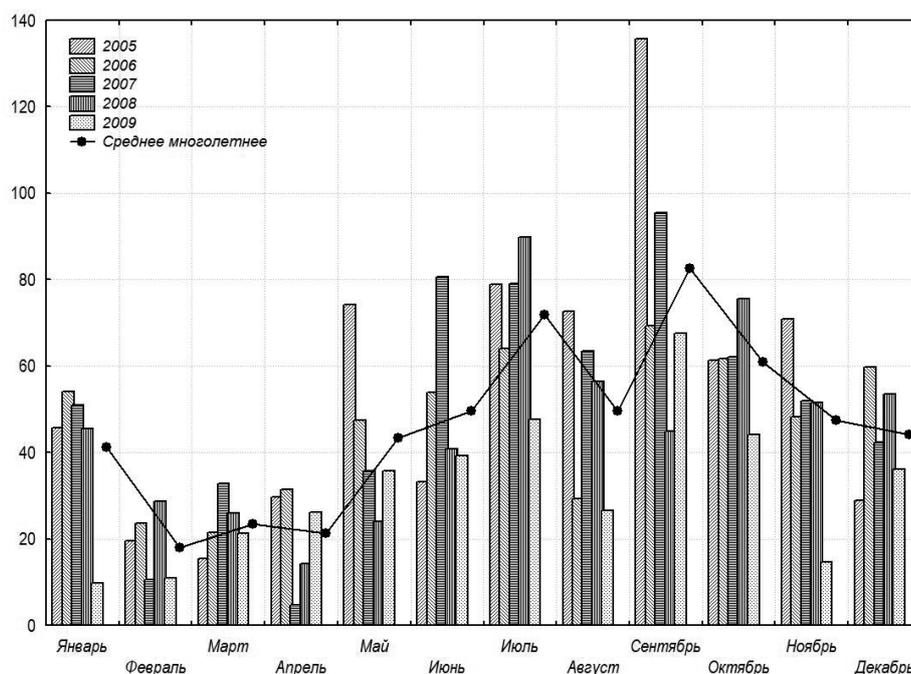
ратур в течение зимних месяцев отрицательно сказываются на перезимовке растений. Частые оттепели наблюдались в январе, феврале, марте 2006 и 2007 г. и в ноябре 2006 г. (рис. 1, 2). В целом наиболее благоприятные для

развития растений метеорологические условия сложились в 2009 г. (наименьшие колебания среднесуточных температур, большая высота снежного покрова и умеренное количество осадков).



**Рис. 1.** Среднесуточная температура воздуха, Полярная опытная станция – филиал ВИР, 2005–2009 гг. (по данным ФГБУ «Мурманское УГМС»)

**Fig 1.** Mean daily air temperatures, Polar Experiment Station of VIR, 2005–2009 (Murmansk Hydrometeorological Service Department)



**Рис. 2.** Сумма осадков за месяц, Полярная опытная станция – филиал ВИР, 2005–2009 гг. (по данным ФГБУ «Мурманское УГМС»)

**Fig. 2.** Monthly precipitation amounts, Polar Experiment Station of VIR, 2005–2009 (Murmansk Hydrometeorological Service Department)

Наблюдения и учеты проводили согласно методическим указаниям ВИР (Ivanov et al., 1985) по признакам: «зимостойкость», «высота растений», «число побегов», «облиственность», «урожайность воздушно-сухой массы» и «урожайность семян».

Статистическая обработка данных производилась с использованием пакета прикладных программ Statistica 12.0 и включала в себя вычисление основных параметров варьирования и построение общей линейной модели структуры дисперсии (иерархическая схема дисперсионного анализа).

## Результаты

### Козлятник восточный

Наиболее высокую зимостойкость имеют образцы, адаптированные к условиям произрастания – к-55537 и к-55537, прошедшие естественный отбор в условиях Мурманской области ( $98,9 \pm 0,78\%$  и  $99,2 \pm 0,45\%$  соответственно). У сорта-стандарта 'Надежда' (к-48166) из Ленинградской области зимостойкость составила  $78,2 \pm 4,15\%$ . Зимостойкость сорта 'Надежда' с годами падает, а у образцов из Мурманской области увеличивается. Средняя высота коллекционных образцов козлятника восточного за период исследования варьировала от  $47,5 \pm 1,23$  см в 2006 г. до  $95,5 \pm 2,01$  см в 2009 г. Максимальная высота травостоя наблюдалась в 2009 г. У образца к-55536 (Мурманская обл.) –  $140,7 \pm 8,3$  см. Число побегов в среднем по коллекции колебалась от  $38,0 \pm 1,48$  шт. в 2007 г. до  $49,9 \pm 1,94$  шт. в 2006 г. Выделился по кустистости натурализовавшийся образец к-55536 из Мурманской обл., число побегов у которого в 2006 г. достигало  $98,3 \pm 1,67$  шт. Облиственность образцов коллекции козлятника восточного высокая (от  $55,3 \pm 1,17\%$  в 2007 г. до  $64,0 \pm 1,21\%$  на первый год жизни в 2006 г.). Натурализовавшиеся образцы из Мурманской области в целом по годам изучения имеют облиственность выше (65–75%).

За годы изучения облиственности козлятника восточного наиболее высокую урожайность воздушно-сухой массы имел натурализовавшийся образец из Мурманской области (к-55537): в среднем за пять лет  $1,98 \pm 0,194$  кг/м<sup>2</sup>, а максимальное значение показателя –  $2,93 \pm 0,267$  кг/м<sup>2</sup> в 2009 г. Урожайность сухой массы у остальных образцов коллекции значительно ниже –  $0,79 \pm 0,022$  кг/м<sup>2</sup> в среднем и до  $1,09 \pm 0,038$  кг/м<sup>2</sup> в 2009 г. Образование семян отмечено у всех образцов. По урожайности семян выделился натурализовавшийся образец к-55537 из Мурманской области (в среднем за годы изучения  $68,5 \pm 2,82$  и максимальная –  $74,7 \pm 2,10$  г/м<sup>2</sup> в 2007 г.). В среднем же по коллекции этот показатель был существенно ниже и составил  $18,9 \pm 0,71$  г/м<sup>2</sup> за годы изучения и  $32,3 \pm 1,79$  г/м<sup>2</sup> в 2009 г.

### Люцерна изменчивая и серповидная

Различия между двумя изученными образцами, относящимися к двум разным видам, недостоверны по всем признакам. Зимостойкость образцов люцерны в условиях Кольского Заполярья высокая. В 2005, 2006 и 2009 г. сорт люцерны изменчивой 'Сюлинская' (к-51115) несколько превосходил по зимостойкости сорт люцерны серповидной 'Якутская желтая' (к-44033). В 2009 г. зимостойкость образцов достигла максимума ('Якутская желтая' –  $98,3 \pm 1,20\%$  и 'Сюлинская' –  $99,3 \pm 0,67\%$ ). Высота травостоя люцерны росла от  $13,7 \pm 1,33$  см в 2005 г. до  $156,3 \pm 7,23$  см в 2009 г. Увеличивалась и кустистость (количество побегов на растении):  $6,8 \pm 0,60$  шт. в 2005 г. –

$112,8 \pm 4,21$  шт. в 2009 г. Максимальная облиственность у образцов люцерны наблюдалась на первый год жизни ( $48,8 \pm 1,22\%$ ), затем снижалась и в 2009 г. составляла  $39,7 \pm 1,61\%$ . Урожайность воздушно-сухой массы в условиях Мурманской области возрастает по годам исследования от  $0,04 \pm 0,005$  кг/м<sup>2</sup> в 2005 г. до  $0,41 \pm 0,017$  кг/м<sup>2</sup>. В экстремальных условиях Кольского Севера сорта люцерны могут давать полноценные семена, но в очень малых количествах (в пределах  $0,01–0,02$  г/м<sup>2</sup>). Созревание семян происходит в третьей декаде августа – первой декаде сентября.

### Лядвенец рогатый

Влияние фактора «год изучения» на величину хозяйственно ценных признаков было недостоверно, влияние фактора «образец» – достоверно на уровне  $p = 0,05$ . Зимостойкость коллекционных образцов лядвенца рогатого в условиях Кольского Севера в среднем за два года варьировала от  $16,5 \pm 2,95\%$  (сорт 'Mansfield', Канада, к-34459) до  $66,3 \pm 2,60\%$  (сорт 'Солнышко', НИИСХ Северо-Востока, к-49009). Высота травостоя коллекционных образцов составила  $30,0 \pm 1,16$  см. Наибольшая высота травостоя наблюдалась у сортов 'MLM-01004' к-45920 ( $47,0 \pm 1,84$  см) и 'Солнышко' ( $51,0 \pm 0,86$  см). Число побегов на одно растение в среднем по коллекции составило  $18,4 \pm 0,79$  шт. Выделились по кустистости образцы 'MLM-01004' ( $27,3 \pm 0,95$  шт.) и 'Солнышко' ( $32,3 \pm 1,89$  шт.). Облиственность коллекционных образцов лядвенца рогатого равнялась  $44,8 \pm 1,09\%$ . Выделились по данному признаку сорта 'Солнышко' ( $63,0 \pm 0,82\%$ ) и 'MLM-01004' ( $58,0 \pm 2,07\%$ ). Растения в течение двух лет давали невысокую урожайность воздушно-сухой массы –  $0,283 \pm 0,023$  кг/м<sup>2</sup>. По данному признаку выделились сорта 'Солнышко' ( $0,563 \pm 0,027$  кг/м<sup>2</sup>) и 'MLM-01004' ( $0,707 \pm 0,041$  кг/м<sup>2</sup>). На отдельных растениях дикорастущего образца из Архангельской обл. (к-33776) отмечено плодообразование, однако созревание семян у лядвенца рогатого за оба года изучения не наблюдалось.

### Донник белый

Зимостойкость образцов донника белого за годы изучения в целом невысока –  $31,1 \pm 1,94\%$ . Выделялся по этому признаку сорт 'Люцерновидный местный' (к-34643, Алтайский край, зимостойкость  $87,8 \pm 3,06\%$ ). Средняя высота травостоя коллекционных образцов варьировала от  $38,8 \pm 3,26$  см (к-38926, дикорастущий образец из Тюменской области) до  $78,8 \pm 1,87$  см (сорт 'Рыбинский', к-39363). Число побегов также варьировало в широких пределах – от  $8,7 \pm 1,82$  шт. (к-9249, коллекционный образец из США) до  $21,0 \pm 1,98$  шт. (дикорастущий образец из Кировской обл., к-32335). Облиственность образцов в среднем составляла от  $24,5 \pm 6,17\%$  у сорта 'Обский Гигант' (к-40150) до  $50,2 \pm 1,22\%$  у сорта 'Arctic' (к-38863) из Канады. Урожайность воздушно-сухой массы колебалась от  $0,432 \pm 0,137$  кг/м<sup>2</sup> у дикорастущего образца к-48543 из Казахстана до  $2,057 \pm 0,122$  кг/м<sup>2</sup> у сорта 'Рыбинский'. Большинство образцов достигли фазы цветения, созревание семян не наблюдалось.

Основные результаты сравнения многолетних бобовых кормовых культур отражены в таблицах 1 и 2 и на рисунке 3.

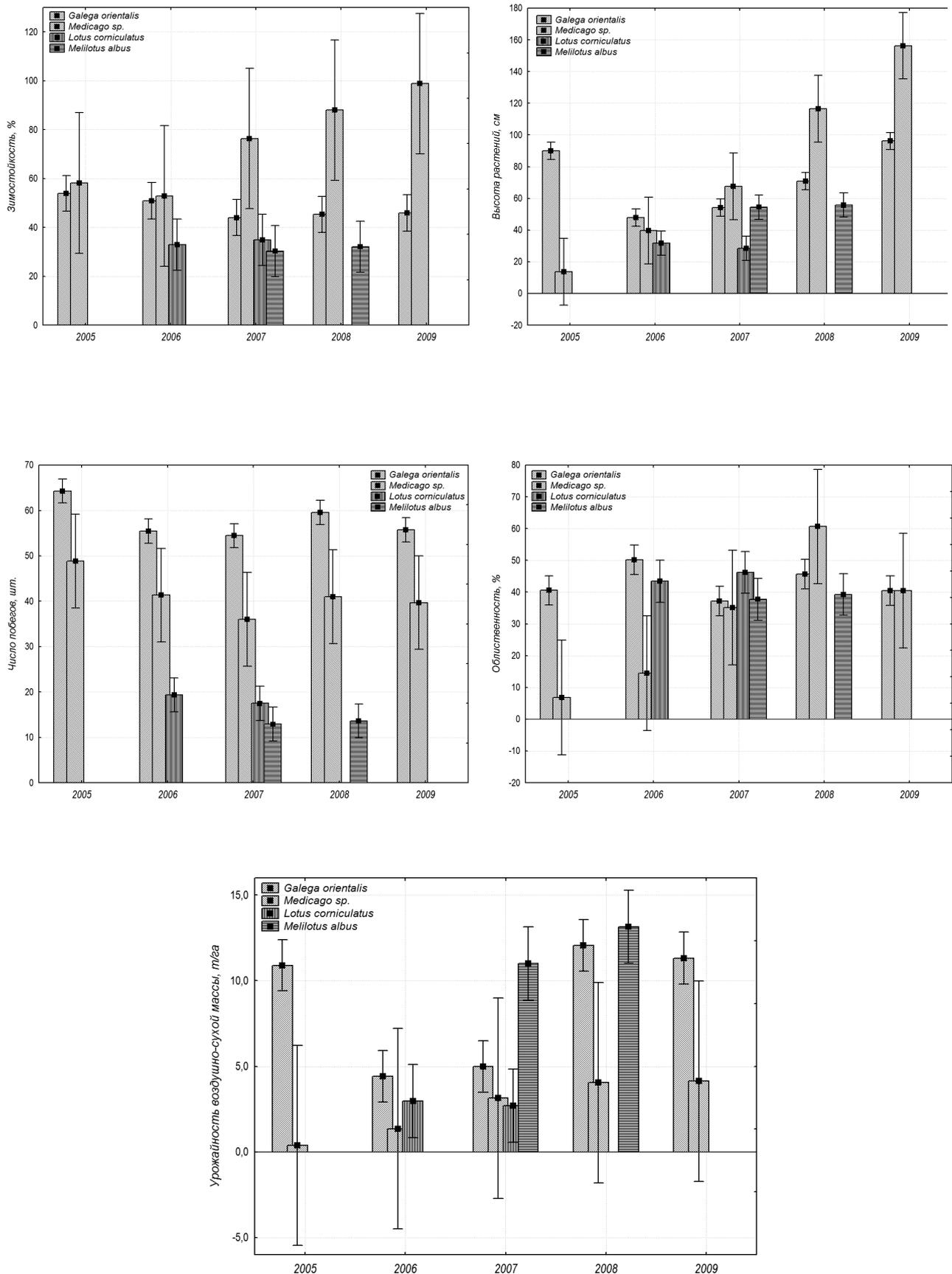
Анализ структуры изменчивости показал высокое влияние факторов видовой принадлежности образца, года изучения и чистого влияния факторов «культура» по годам изучения и «год изучения» по культурам на величину всех изученных признаков ( $p = 0,001$ ), за исклю-

**Таблица 1. Основные хозяйственно ценные признака у бобовых культур**  
(Полярная опытная станция – филиал ВИР, 2005–2009 гг.)**Table 1. Main useful agronomic characters in legumes**  
(Polar Experiment Station of VIR, 2005–2009)

Культура	Год изучения	Зимостойкость, %	Высота, см	Кустистость, шт.	Облиственность, %	Урожайность воздушно-сухой массы, кг/м <sup>2</sup>
Козлятник восточный	2005	53,8 ± 4,50	90,0 ± 3,23	64,3 ± 1,52	40,6 ± 2,76	1,09 ± 0,040
Козлятник восточный	2006	50,9 ± 4,56	47,8 ± 2,16	55,5 ± 0,94	50,1 ± 2,92	0,44 ± 0,055
Козлятник восточный	2007	44,0 ± 3,77	54,1 ± 3,16	54,5 ± 1,87	37,2 ± 2,16	0,50 ± 0,054
Козлятник восточный	2008	45,3 ± 3,93	70,9 ± 3,62	59,5 ± 1,58	45,7 ± 3,05	1,21 ± 0,077
Козлятник восточный	2009	45,9 ± 3,40	96,2 ± 2,54	55,7 ± 1,39	40,5 ± 2,36	1,13 ± 0,117
Люцерна	2005	58,2 ± 2,17	13,7 ± 1,33	48,8 ± 0,50	6,8 ± 0,17	0,04 ± 0,004
Люцерна	2006	52,8 ± 1,50	39,7 ± 2,33	41,3 ± 0,00	14,5 ± 0,17	0,14 ± 0,002
Люцерна	2007	76,3 ± 2,00	67,7 ± 3,67	36,0 ± 0,67	35,2 ± 1,17	0,31 ± 0,001
Люцерна	2008	88,0 ± 0,67	116,5 ± 5,17	41,0 ± 1,33	60,7 ± 5,33	0,40 ± 0,021
Люцерна	2009	98,8 ± 0,50	156,3 ± 1,33	39,7 ± 0,00	40,5 ± 0,82	0,41 ± 0,017
Лядвенец рогатый	2006	33,0 ± 4,05	31,6 ± 2,12	19,4 ± 1,59	43,4 ± 2,19	0,30 ± 0,049
Лядвенец рогатый	2007	34,9 ± 4,05	28,4 ± 2,33	17,5 ± 1,44	46,2 ± 1,68	0,27 ± 0,041
Донник белый	2007	30,2 ± 4,60	54,4 ± 4,01	12,9 ± 1,07	37,8 ± 2,19	1,10 ± 0,164
Донник белый	2008	32,0 ± 4,20	55,9 ± 3,19	13,6 ± 1,17	39,3 ± 1,46	1,31 ± 0,171

**Таблица 2. Достоверность влияния культуры, года изучения и их чистого влияния на величину основных хозяйственно ценных признаков у бобовых культур** (Полярная опытная станция – филиал ВИР, 2005–2009 гг.)**Table 2. Statistical significance of the effect of the crop and the year of study, and their net effect on the values of main useful agronomic characters in legumes** (Polar Experiment Station of VIR, 2005–2009)

Источник варьирования	Зимостойкость		Высота		Кустистость		Облиственность		Урожайность воздушно-сухой массы	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
Культура	15,48	0,001	70,82	0,001	467,37	0,001	3,58	0,015	31,53	0,001
Год изучения	2,80	0,027	52,06	0,001	21,70	0,001	19,22	0,001	5,45	0,001
Культура (по годам)	5,12	0,001	17,45	0,001	118,79	0,001	10,91	0,001	6,74	0,001
Год (по культурам)	1,23	0,274	35,84	0,001	4,08	0,001	4,10	0,001	9,77	0,001



**Рис. 3.** Величина хозяйственно ценных признаков у кормовых бобовых культур в условиях Мурманской области (Полярная опытная станция – филиал ВИР, 2005–2009 гг.)

**Fig. 3.** Values of useful agronomic characters in fodder legumes under the conditions of Murmansk Province (Polar Experiment Station of VIR, 2005–2009)

чением влияния года изучения на зимостойкость (различия достоверны, но на уровне  $p = 0,027$ ) и чистого влияния фактора «год изучения» по культурам на зимостойкость (различия недостоверны,  $p = 0,274$ ).

#### **Зимостойкость**

Наиболее высокой зимостойкостью в среднем по коллекции отличаются образцы люцерны желтой и изменчивой ( $НСР_{0,05} = 18,3$ ). Они достоверно превосходят по этому признаку образцы козлятника восточного, за исключением натурализовавшихся образцов. Образцы козлятника восточного, донника и лядвенца рогатого по зимостойкости существенно не различаются. Зимостойкость образцов козлятника восточного и люцерны в первые два года жизни достоверно не различается. Зимостойкость люцерны достоверно растет и к пятому году достигает почти 100%, зимостойкость козлятника несколько снижается ( $НСР_{0,05} = 29,8$ ). Зимостойкость лядвенца и донника на первом и втором году жизни достоверно не различалась.

#### **Высота растений**

Образцы козлятника восточного и люцерны достоверно превосходят по высоте растений перед укосом образцы донника и лядвенца ( $НСР_{0,05} = 11,9$ ). Достоверных различий в среднем за весь период изучения козлятника и люцерны, донника и лядвенца не наблюдается. По высоте растений образцы люцерны в первый год жизни значительно уступают образцам козлятника, но к пятому году существенно превосходят их ( $НСР_{0,05} = 21,9$ ). Различия по высоте растений донника белого и лядвенца рогатого недостоверны.

#### **Кустистость (число стеблей)**

По кустистости, как и по высоте растений, выделяют образцы козлятника восточного ( $НСР_{0,05} = 10,4$ ). Несколько уступают им образцы люцерны желтой и изменчивой. Кустистость донника белого и лядвенца рогатого значительно ниже. Люцерна и козлятник восточный значительно различаются по динамике формирования куста. И козлятник, и люцерна формируют максимальное число стеблей на первый год жизни, но затем у люцерны кустистость несколько снижается, а у козлятника остается более или менее стабильной за все годы изучения ( $НСР_{0,05} = 19,6$ ). У образцов донника и лядвенца кустистость на первый и второй год жизни не различаются.

#### **Облиственность**

Облиственность образцов козлятника восточного значительно выше, чем облиственность образцов люцерны, донника и лядвенца ( $НСР_{0,05} = 6,6$ ). Достоверных различий по величине признака между образцами последних трех культур не наблюдается. Облиственность образцов люцерны, козлятника, донника белого и лядвенца рогатого стабильна по годам изучения за все годы исследования ( $НСР_{0,05} = 10,9$ ).

#### **Урожайность воздушно-сухой массы**

По урожайности выделяются образцы донника белого ( $НСР_{0,05} = 0,403$ ). Урожайность образцов козлятника достоверно уступает им, но превосходит урожайность образцов люцерны и лядвенца рогатого. Достоверных различий между образцами люцерны и лядвенца не наблюдается. Влияние обоих факторов (год и культура) и их взаимодействия на величину признаков высокодостоверны. Урожайность воздушно-сухой массы образцов козлятника и люцерны возрастает за годы исследования; однако у образцов козлятника она очень высока и на первый год жизни; у образцов донника она достоверно выше на второй год жизни, у лядвенца существенно не изменяется ( $НСР_{0,05} = 0,537$ ).

## **Заключение**

Лядвенец рогатый значительно уступает остальным культурам по всем изученным признакам.

Образцы двулетнего бикарпика донника выделяются по урожайности воздушно-сухой массы, имеют среднюю высоту и облиственность, низкую зимостойкость и кустистость.

Образцы люцерны превосходят по зимостойкости и по высоте прочие культуры, имеют среднюю кустистость, облиственность и (за весь цикл изучения) низкую урожайность воздушно-сухой массы.

У образцов козлятника наблюдается наиболее высокая облиственность и кустистость; зимостойкость и высота растений несколько уступает образцам люцерны, а урожайность – образцам донника белого. Семена в условиях Мурманской области возможно получить только у образцов козлятника восточного.

По комплексу хозяйственных характеристик наиболее перспективной культурой является козлятник восточный, в частности адаптированные натурализовавшиеся образцы, сформированные в результате отбора в 1991–1993 гг.

## **References / Литература**

- Akhtulova E.M. Research activity of the Polar Experiment Station in the Kola North (Nauchno-issledovatel'skaya deyatelnost "Polyarnoy opytной stantsii" na Kolskom Severe). Apatity: S.M. Kirov Kola Scientific Center of the RAS; 2004. [in Russian] (Ахтулова Е.М. Научно-исследовательская деятельность «Полярной опытной станции» на Кольском Севере. Апатиты: Кольский НЦ РАН им. С.М. Кирова; 2004).
- Evdokimova G.A., Mozgova N.P., Korneikova M.V., Akhtulova E.M., Mikhailova I.V. The impact of soil pollution by diesel fuel on plants and rhizosphere microbiota in the Kola North (Vozdeystviye zagryazneniya pochv dizelnyim toplivom na rasteniya i rizosfernyuyu mikrobiotu na Kolskom Severe). *Agricultural Chemistry*. 2007;(12):49-55. [in Russian] (Евдокимова Г.А., Мозгова Н.П., Корнейкова М.В., Ахтулова Е.М., Михайлова И.В. Воздействие загрязнения почв дизельным топливом на растения и ризосферную микробиоту на Кольском Севере. *Агробиология*. 2007;(12):49-55).
- Fedorova L.L. Chemical weed control (Khimicheskaya borba s sornyakami). Murmansk: Murmansk Book Publishers; 1982. [in Russian] (Федорова Л.Л. Химическая борьба с сорняками. Мурманск: Мурманское книжное издательство; 1982).
- Fedorova L.L. (ed.). Plant production in the Kola Peninsula (Rasteniyevodstvo na Kolskom Poluostrove). Murmansk: Murmansk Book Publishers; 1976. [in Russian] (Растениеводство на Кольском Полуострове / под ред. Л.Л. Федоровой. Мурманск: Мурманское книжное издательство; 1976).
- Ivanov A.I., Bukhteeva A.V., Shutova Z.P., Tikhomirova I.A., Soskov Yu.D., Sinyakov A.A., Bazylev E.Ya. Study of the collection of perennial forage plants (Guidelines) (Izucheniye kollektsii mnogoletnikh kormovykh rasteniy [Metodicheskiye ukazaniya]). Leningrad: VIR; 1985. [in Russian] (Иванов А.И., Бухтеева А.В., Шутова З.П., Тихомирова И.А., Сосков Ю.Д., Синяков А.А., Базылев Э.Я. Изучение коллекции многолетних кормовых растений (Методические указания). Ленинград: ВИР; 1985).

- Karavaeva E.S. The preservation of the gene pool of fodder crops in the conditions of Murmansk region (Sokhraneniye genofonda kormovykh kultur v usloviyakh Murmanskoy oblasti). *Modern Problems of Science and Education*. 2018;6(126):45-47. [in Russian] (Караваяева Е.С. Сохранение генофонда кормовых культур в условиях Мурманской области. *Проблемы современной науки и образования*. 2018;6(126):45-47).
- Khaitbaev A.H. Agroecological approaches to regulating the productivity of perennial grasses beyond the Arctic Circle (on the example of Murmansk Province) (Agroekologicheskiye podkhody k regulirovaniyu produktivnosti mnogoletnikh trav za Polyarnym krugom [na pimere Murmanskoy oblasti]) [dissertation]. Moscow: Timiryazev Agricultural Academy; 2003. [in Russian] (Хайтбаев А.Х. Агроэкологические подходы к регулированию продуктивности многолетних трав за полярным кругом [на примере Мурманской области]: дис. ... канд. с.-х. наук. Москва: ТСХА; 2003). URL: [https://www.dissercat.com/content/agroekologicheskiye-podkhody-k-regulirovaniyu-produktivnosti-mногоletnikh-trav-za-polyarnym-k](https://www.dissercat.com/content/agroekologicheskie-podkhody-k-regulirovaniyu-produktivnosti-mногоletnikh-trav-za-polyarnym-k) [дата обращения: 20.04.2022].
- Kirillov M.V. Agriculture of the Murmansk region. The status of crop and forage production. *Sovremennyye nauchnyye issledovaniya i razrabotki = Modern Scientific Research and Development*. 2017;6(14):92-95. [in Russian] (Кириллов М.В. Сельское хозяйство Мурманской области. Состояние растениеводства и кормопроизводства. *Современные научные исследования и разработки*. 2017;6(14):92-95).
- Kostyuk V.I., Travina S.N., Vikhman M.I. Influence of solar activity, insolation, air temperature and precipitation on the productivity of cultivated plants in the conditions of the Kola North (Vliyaniye solnechnoy aktivnosti, insolyatsii, temperatury vozdukhа i atmosferynykh osadkov na produktivnost kulturnykh rasteniy v usloviyakh Kolskogo Severa). Apatity: S.M. Kirov Kola Scientific Center of the RAS; 2013. [in Russian] (Костюк В.И., Травина С.Н., Вихман М.И. Влияние солнечной активности, инсоляции, температуры воздуха и атмосферных осадков на продуктивность культурных растений в условиях Кольского Севера. Апатиты: Кольский НЦ РАН им. С.М. Кирова; 2013).
- Kozhemyakov A.P., Tikhonovich I.A. The use of legume inoculants and complex biological products in agriculture (Ispol-zovaniye inokulyantov bobovykh i biopreparatov kompleksnogo deystviya v selskom khozyaystve). *Russian Agricultural Sciences*. 1998;(6):7-10. [in Russian] (Кожемяков А.П., Тихонович И.А. Использование инокулянтов бобовых и биопрепаратов комплексного действия в сельском хозяйстве. *Доклады Российской Академии сельскохозяйственных наук*. 1998;(6):7-10).
- Laskin P.V. Biological fixation of air nitrogen by fodder galega as a way to increase the bioproductivity of plant resources of the Far North (Biologicheskaya fiksatsiya azota vozdukhа kozlyatnikom vostochnym kak sposob povysheniya bioproduktivnosti rastitelnykh resursov Kraynego Severa). *Fodder Production*. 2006;(7):22. [in Russian] (Ласкин П.В. Биологическая фиксация азота воздуха козлятником восточным как способ повышения биопродуктивности растительных ресурсов Крайнего Севера. *Кормопроизводство*. 2006;(7):22).
- Laskin P.V., Khaitbaev A.H. Ecological and economic significance of the introduction of fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) in the agriculture of Murmansk Province (Ekologicheskoye i khozyaystvennoye znacheniye introduktsii kozlyatnika vostochnogo (*Galega orientalis* Lam.) v zemledelii Murmanskoy oblasti). Apatity: S.M. Kirov Kola Scientific Center of the RAS; 2002. [in Russian] (Ласкин П.В., Хайтбаев А.Х. Экологическое и хозяйственное значение интродукции козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.) в земледелии Мурманской области. Апатиты: Кольский НЦ РАН им. С.М. Кирова; 2002).
- Mikhailova I.V., Akhtulova E.M. Prospects of cultivating Eastern galega (*Galega orientalis* Lam.) in the Kola Peninsula. *Agricultural Chemistry*. 2013;(7):49-55. [in Russian] (Михайлова И.В., Ахтулова Е.М. Перспективы возделывания козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.) в условиях Кольского полуострова. *Агрохимия*. 2013;(7):49-55).
- Poyarkov A.I. (ed.) Flora of the Murmansk region. Issue 4 (Flora Murmanskoy oblasti. Vypusk 4). Moscow; Leningrad: USSR Academy of Sciences; 1959. [in Russian] (Флора Мурманской области. Выпуск 4 / под ред. А.И. Пояркова. Москва; Ленинград: АН СССР; 1959)
- Problems of northern plant production. Issue 4 (Problemy severnogo rasteniyevodstva. Vypusk 4). Leningrad: VIR; 1934. [in Russian] (Проблемы северного растениеводства. Выпуск 4. Ленинград: ВИР; 1934).

#### Информация об авторах

**Ирина Витальевна Михайлова**, директор, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Полярная опытная станция – филиал ВИР, 184209 Россия, Мурманская обл., Апатиты, ул. Козлова, 2, [irinamixailova69@mail.ru](mailto:irinamixailova69@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-7517-5225>

**Александра Борисовна Хвостова**, специалист, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Полярная опытная станция – филиал ВИР, 184209 Россия, Мурманская обл., Апатиты, ул. Козлова, 2, [a.khvastova.k-2@mail.ru](mailto:a.khvastova.k-2@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-6537-7621>

**Леонид Леонидович Малышев**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44, [l.malyshv@vir.nw.ru](mailto:l.malyshv@vir.nw.ru), <https://orcid.org/0000-0002-8595-1336>

#### Information about the authors

**Irina V. Mikhailova**, Director, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Polar Experimental Station of VIR, 2 Kozlova St., Apatity, Murmansk Province 184209, Russia, [irinamixailova69@mail.ru](mailto:irinamixailova69@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-7517-5225>

**Alexandra B. Khvastova**, Specialist, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Polar Experimental Station of VIR, 2 Kozlova St., Apatity, Murmansk Province 184209, Russia, [a.khvastova.k-2@mail.ru](mailto:a.khvastova.k-2@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-6537-7621>

**Leonid L. Malyshev**, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42, 44 Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg 190000, Russia, l.malyshev@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8595-1336>

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

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

**Conflict of interests:** the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 05.04.2022; одобрена после рецензирования 26.09.2022; принята к публикации 01.12.2022.  
The article was submitted on 05.04.2022; approved after reviewing on 26.09.2022; accepted for publication on 01.12.2022.