



Стабильность и пластичность хозяйственно ценных признаков у образцов козлятника восточного в условиях Мурманской области

© 2022. И. В. Михайлова¹, А. Б. Хвостова¹, Л. Л. Малышев²✉

¹Полярная опытная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова», г. Апатиты, Мурманская обл., Российская Федерация

²ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Целью данной работы являлась оценка параметров стабильности и пластичности 30 образцов коллекции козлятника восточного. Исследования выполнены на Полярной ОС ВИР (г. Апатиты, Мурманская обл.) в 2005–2009 гг. Наблюдения и учеты проводили согласно методическим указаниям ВИР. Статистическая обработка данных включала в себя расчет индексов стабильности и экологической пластичности. В годы исследований складывались различные условия для проявления изучаемых признаков: благоприятные – по зимостойкости и облиственности в 2005 г. (индекс среды +4,1 и +6,1 соответственно), высоте растений и семенной продуктивности – в 2009 г. (+24,8 и +10,9), кустистости – в 2006 г. (+7,4), кормовой продуктивности – в 2008 г. (+0,33); неблагоприятные – по зимостойкости в 2008 г. (-2,9), высоте и кормовой продуктивности в 2006 г. (-23,8 и -0,44), кустистости, облиственности и семенной продуктивности в 2007 г. (-5,0 -3,0 и -6,4). Изменчивость параметра стабильности по высоте растений и урожайности воздушно-сухой массы – средняя, по кустистости, облиственности и урожайности семян – высокая, по зимостойкости – очень высокая. Изученные образцы достаточно равномерно распределены по группам с низкой, оптимальной и высокой величиной параметра стабильности. Ценным материалом для селекции являются натурализовавшиеся в Мурманской области образцы к-55536 и к-55537 с высокой кормовой (19,5±2,32 и 19,8±1,94 т/га) и семенной (6,45±0,371 и 6,85±0,282 ц/га) продуктивностью, стабильностью показателя урожайности семян, отзывчивостью на улучшение условий выращивания по урожайности воздушно-сухой массы.

Ключевые слова: *Galega orientalis*, генетические ресурсы, изменчивость признаков, адаптационная способность

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова» (тема № 0662-2020-0005 АААА-А19-119013090156-4). Исследование проводилось на материале из коллекции генетических ресурсов козлятника восточного, хранящейся в ВИР.

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

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Михайлова И. В., Хвостова А. Б., Малышев Л. Л. Стабильность и пластичность хозяйственно ценных признаков у образцов козлятника восточного в условиях Мурманской области. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2022;23(3):343-350. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.3.343-350>

Поступила: 07.04.2022

Принята к публикации: 23.05.2022

Опубликована онлайн: 23.06.2022

Stability and plasticity of agronomic traits in accessions of Eastern galega in the conditions of the Murmansk region

© 2022. Irina V. Mikhailova¹, Alexandra B. Khvostova¹, Leonid L. Malyshev²✉

¹Polar Experimental Station – branch of Federal Research Center the N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Apatity, Russian Federation

²Federal Research Center the N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Saint-Petersburg, Russian Federation

The purpose of this work was to evaluate the stability and plasticity parameters of 30 samples of the collection of Eastern galega (*Galega orientalis*). The research was carried out on the Polar OS VIR (Apatity, Murmansk region) in 2005–2009. Observations and records were carried out according to the VIR guidelines. Statistical data processing included the calculation of stability and environmental plasticity indices. During the years of the research, various conditions were formed for the manifestation of the studied traits: favorable – according to winter hardiness and foliage in 2005 (environment index +4.1 and +6.1), plant height and seed productivity – in 2009 (+24.8 and +10.9), bushiness – in 2006 (+7.4), fodder productivity – in 2008 (+0.33); unfavorable – for winter hardiness in 2008 (-2.9), height and feed productivity in 2006 (-23.8 and -0.44), bushiness, leafiness and seed productivity in 2007 (-5.0, -3.0 and -6.4). The variability of the stability parameter in plant height and yield of air-dry mass is average, in bushiness, leafiness and seed yield is high, in winter hardiness is very high. The studied accessions are fairly evenly distributed among groups with low, optimal and high values of the stability parameter.

Valuable material for breeding are k-55536 and k-55537 accessions naturalized in the Murmansk region with high feed (19.5 ± 2.32 and 19.8 ± 1.94 t/ha) and seed (6.45 ± 0.371 and 6.85 ± 0.282 c/ha) productivity, stability of the seed yield index, responsiveness to improving growing conditions according to the yield of air-dry mass.

Keywords: *Galega orientalis*, genetic resources, variability of traits, adaptive ability

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 Research Center the N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (theme No. 0662-2020-0005 AAAA-A19-119013090156-4). The research was performed on the material from the collection of galega genetic resources held by VIR.

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

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

For citations: Mikhailova I. V., Khvostova A. B., Malyshev L. L. Stability and plasticity of agronomic traits in accessions of Eastern galega (*Galega orientalis*) in the conditions of the Murmansk region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2022;23(3):343-350. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.3.343-350>

Received: 07.04.2022

Accepted for publication: 23.05.2022

Published online: 23.06.2022

Нестабильность оценок хозяйственно ценных признаков сортов и популяций во многом связана с их различной реакцией на изменения внешних условий. Многие новые сорта не востребованы не из-за низкого потенциала продуктивности, а вследствие их недостаточной экологической стабильности и адаптивности [1].

В качестве метода оценки стабильности и пластичности признака наиболее часто используется модель S. A. Eberhart & W. A. Russell, в которой оценивается коэффициент линейной регрессии признака по данному образцу на индекс среды b_i – как мера стабильности, и дисперсия отклонений значений признака от линии регрессии S^2_d – как мера пластичности признака у данного образца [2]. Существует различное мнение о биологической интерпретации данных параметров. Параметр b_i рассматривается как мера адаптивности [3], мера стабильности [2], а в бывшем СССР и России как мера пластичности образца [4, 5, 6]. Авторы метода считают оптимальным значение $b_i = 1$, при котором имеется полное соответствие изменения урожайности образца изменению условий среды [2, 7]. Значения $b_i > 1$ рассматриваются как показатель хорошей отзывчивости генотипа на благоприятные условия среды [6]. Величина $b_i < 1$ может свидетельствовать о высокой устойчивости образца к стрессам [8].

Оценка стабильности и пластичности урожайности зеленой массы проводилась на сортах и образцах многолетних кормовых бобовых культур: люпина желтого [9], люцерны изменчивой [10], клевера лугового [11], клевера ползучего [12], донника белого [13], эспарцета [14]. Оценка параметра стабильности, по данным этих исследований, была близка к оптимальной $b_i = 1,0$.

В 2005-2009 гг. на Полярной опытной станции ВИР проводили комплексное изучение коллекции козлятника восточного, в результате которого выделен ценный исходный материал для создания сортов, адаптированных к условиям Заполярья [15]. Полученные данные послужили материалом для оценки реакции образцов коллекции на изменчивость условий среды.

Цель исследований – оценить параметры стабильности и пластичности коллекции козлятника восточного для выявления адаптационного потенциала перспективных образцов в условиях Мурманской области.

Научная новизна. Впервые проведена оценка параметров стабильности и пластичности коллекционных образцов козлятника восточного в условиях Кольского Заполярья.

Материал и методы. Материалом для исследований служили коллекции образцов козлятника восточного, полученные из Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова. В 2003 г. на Полярной опытной станции ВИР заложена коллекция из 36 образцов козлятника восточного. Наблюдения и учеты проводили в 2005-2009 гг. Изучали дикорастущие образцы из Армении, Республики Адыгея и Краснодарского края, коллекционный образец из Московской области, селекционные сорта и образцы, адаптированные к условиям Мурманской области, семена которых были собраны на делянках экологического посева 1991 г. В 2006 г. выпал из посевов сорт Гале, в 2008 г. – пять дикорастущих образцов из Республики Адыгея и Краснодарского края.

Опытный участок заложен на береговом склоне оз. Имандра. Почва – окультуренный иллювиально-гумусовый подзол ($pH_{\text{водн.}}$ – 6,6,

$pH_{\text{сол}} - 5,9$; Ca – 2,18 мг-экв/100 г, Mg – 0,41 мг-экв/100 г; $K_2O - 32$ мг/кг, C – 3,38 %, N – 0,3 %, содержание органического вещества 11,12 %).

Посев изучаемых культур проведен в трехкратной повторности. Способ посева рядовой, ширина междурядий 15 см, площадь делянки 2 м². Проведена обработка семян ризоторфином, содержащим штаммы симбиотических бактерий.

Наблюдения и учеты проводили согласно методическим указаниям ВИР¹ по следующим признакам: зимостойкость, высота растений, число побегов, облиственность, урожай сена и урожай семян с делянки.

Погодные условия в годы исследования отличались по температурному и водному режимам. Колебания среднесуточных температур в рассматриваемый период времени были незначительны. Наиболее теплыми, по сравнению со среднепогодной темпе-

ратурой в вегетационный период, были 2006 и 2009 гг. Среднесуточная температура в мае месяце составляла 6-7 °С. В эти годы наиболее теплыми были первые месяцы лета. В 2005 и 2007 гг. отмечена более высокая среднесуточная температура во второй половине вегетационного периода и продолжительный безморозный период в октябре. Среднесуточные температуры воздуха в 2008 г. были наименьшими по сравнению со среднепогодными данными. В зимний период наиболее низкие температуры наблюдались в феврале 2007 и 2008 гг. и достигали отметки -20,9 °С и -9,2 °С соответственно при значении среднепогодной температуры в феврале -14 °С. Резкие перепады температур в течение зимних месяцев отрицательно влияли на перезимовку трав. Частые оттепели наблюдались в январе, феврале, марте 2006 и 2007 гг., а также в ноябре 2006 г. (рис. 1).

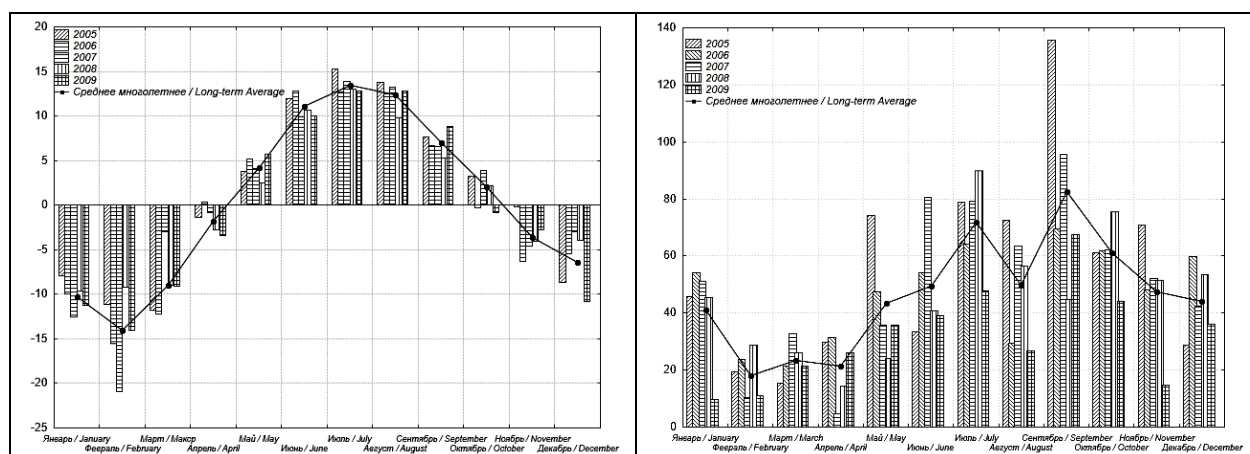


Рис. 1. Среднесуточная температура воздуха (слева) и сумма осадков за месяц (справа) в 2005-2009 гг. (филиал «Полярная ОС ВИР»)

Fig. 1. Average daily air temperature (left) and monthly precipitation (right) in 2005-2009. (branch "Polar OS VIR")

Таким образом, наиболее благоприятным для развития растений по метеорологическим условиям являлся 2009 г. с наименьшими колебаниями среднесуточных температур, большей высотой снежного покрова и умеренным количеством осадков.

Статистическая обработка данных включала расчет индексов стабильности и экологической пластичности по основным признакам по методу S. A. Eberhart & W. A. Russell [2]. Расчеты выполнены для 30 образцов козлятника восточного в условиях среды пяти лет

изучения. Вычисления проводили с использованием пакета программ Statistica 12.0.

Результаты и их обсуждение. Анализ стабильности по методу S. A. Eberhart & W. A. Russell включает в себя вычисление индексов среды (разность между средним по коллекции в данной среде и общим средним по всем образцам и условиям произрастания), коэффициента регрессии показателя i -го образца в j -ой среде на индекс среды (показатель стабильности) и дисперсии остатков регрессии (показатель пластичности).

¹Изучение коллекции многолетних кормовых растений: методические указания. Л.: ВИР, 1985. 48 с.

Вычисленные индексы среды показали, что благоприятные и неблагоприятные условия складывались для признаков в разные годы (табл. 1). По зимостойкости наиболее благоприятные условия среды сложились в 2005-2006 гг. В 2007-2009 гг. перезимовка растений была ниже, чем в среднем за годы исследования. Для проявления признака «высота растений» наиболее благоприят-

ными оказались 2005 и 2009 гг., наименее благоприятным – 2006 и 2007 гг. Самая высокая в среднем по коллекции кустистость (число побегов) отмечена в 2006 г. Для облиственности благоприятным сложился 2005, а для урожайности семян – 2009 г. Благоприятные условия для реализации потенциала урожайности воздушно-сухой массы сложились в 2005, 2008 и 2009 гг.

Таблица 1 – Индексы среды по хозяйственно ценным признакам козлятника восточного в годы изучения /
Table 1 – Indices of the environment according to agronomic traits of the Eastern galega by the years of study

Признак / Trait	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Зимостойкость / Winter Hardness	4,1	3,6	-2,4	-2,9	-2,4
Высота растений / Plant Height	17,3	-23,8	-17,7	-0,6	24,8
Кустистость / Bushiness	-3,4	7,4	-5	3,4	-2,5
Облиственность / Leafiness	6,1	-2,5	-3	1,6	-2,3
Урожайность семян / Seed yield	-1,4	-0,1	-6,4	-3,0	10,9
Урожайность воздушно-сухой массы / Yield of air-dry mass	0,21	-0,44	-0,37	0,33	0,26

Величина параметров стабильности (b_i) и пластичности (S^2_d) у изученных образцов достоверна по всем признакам. Изменчивость параметра b_i по высоте растений и урожайности воздушно-сухой массы – средняя, по кустис-

тости, облиственности и урожайности семян – высокая, по зимостойкости – очень высокая. Размах изменчивости параметра пластичности S^2_d был высоким по всем показателям (табл. 2).

Таблица 2 – Диапазон и величина изменчивости параметров стабильности и пластичности у образцов коллекции козлятника восточного (n = 30) /
Table 2 – Range and magnitude of variability of stability and plasticity parameters in the samples of the collection of the Eastern galega (n = 30)

Признак / Trait	Стабильность (b_i) / Stability (b_i)			Пластичность (S^2_d) / Plasticity (S^2_d)		
	min	max	CV	min	max	CV
Зимостойкость / Winter Hardness	-4,46	6,43	272,7	2,66	403,18	73,7
Высота растений / Plant Height	0,29	1,67	30,7	10,75	868,75	101,0
Кустистость / Bushiness	-0,65	2,72	68,6	0,70	252,44	91,4
Облиственность / Leafiness	-0,16	2,01	65,1	1,17	241,63	119,5
Урожайность воздушно-сухой массы / Yield of air-dry mass	0,55	1,74	26,6	0,00	0,53	166,7
Урожайность семян / Seed yield	-0,76	2,86	90,2	9,38	259,73	88,9

Распределение образцов по показателям стабильности и пластичности отражены на рисунке 2. По величине параметра стабильности по каждому признаку образцы были разбиты на три класса: 1 – величина параметра достоверно ниже оптимальной ($p = 0,05$); 2 – величина параметра близка к оптимальной (лежит в пределах доверительного интервала от $b_i = 1$); 3 – величина параметра достоверно выше

оптимальной ($p = 0,05$). По величине параметра пластичности также выделены три класса: низкая (S^2_d меньше нижней границы доверительного интервала средней); средняя (S^2_d в пределах доверительного интервала); высокая (S^2_d больше верхней границы доверительного интервала средней).

Зимостойкость. Показатель стабильности достоверно ниже оптимальной имеют 12 об-

разцов из 30, 7 – близко к оптимальной и 11 – достоверно выше оптимальной. Стабильность двух перспективных образцов, сформированных по результатам естественного отбора на Полярной опытной станции ВИР в 1996 г., к-55536 и к-55537, стандартного сорта Надежда (к-48611) и сортов Спутник (к-46802) и Еля-ты (к-48851) (рис. 2) близка к оптимальной (b_i равно 0,056, 0,089, 1,787, 1,647 и 1,267 соответственно). Наиболее отзывчивыми на

условия среды были дикорастущие образцы из Краснодарского края к-17185 и к-48747 ($b_i = 6,429$ и $5,221$). Пластичность большей части образцов была низкой (13 образцов) и средней (9 образцов). Очень высокий показатель пластичности у дикорастущих образцов к-48762 из Адыгеи и к-11811 из Армении. Пластичность перспективных образцов к-53336, к-53337 и селекционных сортов средняя.

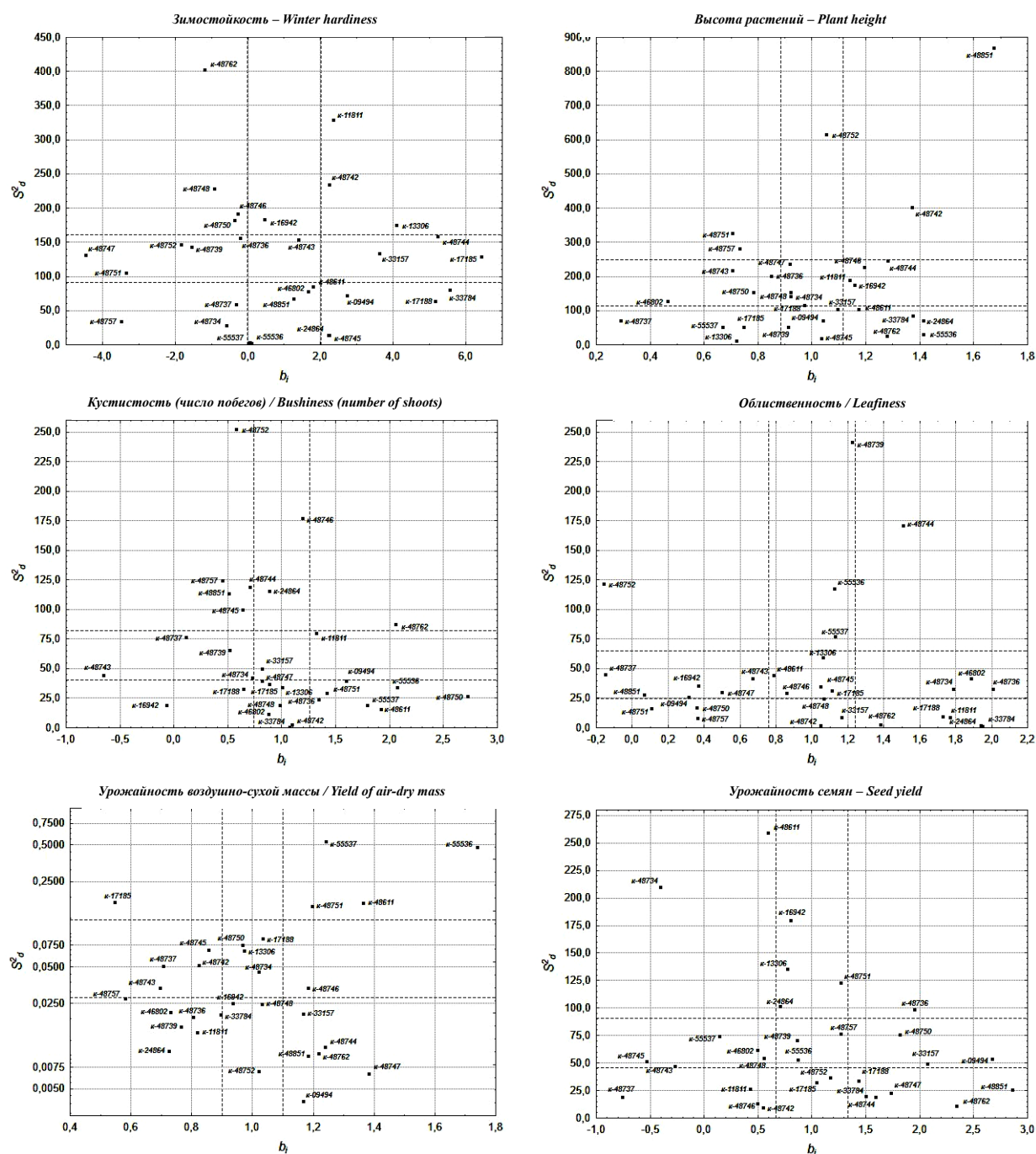


Рис. 2. Стабильность (b_i) и пластичность (S^2_d) основных хозяйственно ценных признаков у образцов коллекции козлятника восточного /

Fig. 2. Stability (b_i) and plasticity (S^2_d) of the main agronomic traits in the samples of the collection of the Eastern galega

Высота растений. По параметру стабильности к первому классу относятся 10 образцов, ко второму – 9, к третьему – 11. Все образцы с оптимальной стабильностью – дикорастущие популяции из Краснодарского края и Республики Адыгея. Сорта и перспективные образцы, натурализовавшиеся в Мурманской области, либо слабо реагируют на изменения условий среды (к-53337, $b_i = 0,465$; сорт Спутник, $b_i = 0,669$), либо, наоборот, отзывчивы на их улучшение (к-53336, сорта Надежда и Еля-ты: $b_i = 1,412$, $b_i = 1,173$ и $b_i = 1,673$ соответственно). По параметру пластичности к первому классу относятся 13 образцов, ко второму – 12, к третьему – 5. Пластичность сорта Спутник низкая, образцов к-53336 и к-53337 и сорта Надежда – средняя, сорта Еля-ты – высокая.

Кустистость (число побегов). Показатель стабильности ниже оптимального имеют 11 образцов, близкий к оптимальному значению – 10 и выше оптимального – 9 образцов. Перспективные образцы к-55536 и к-55537 из Мурманской области и сорт Надежда по этому признаку отзывчивы на условия среды ($b_i = 2,069$, $1,791$ и $1,918$ соответственно), у сорта Еля-ты стабильность ниже ($b_i = 0,508$), а у сорта Спутник на уровне оптимальной ($b_i = 0,874$). По параметру пластичности к первому классу относятся 16, ко второму классу – 6, к третьему – 8 образцов. Пластичность образцов к-53336 и к-53337 и сортов Надежда и Спутник – средняя, сорта Еля-ты – высокая.

Облиственность. Показатель стабильности ниже оптимального уровня у 10 сортов, на оптимальном уровне – у 11 и выше оптимального значения – у 9 образцов. У сорта Надежда и перспективных образцов к-55536 и к-55537 из Мурманской области стабильность на уровне оптимальной ($b_i = 0,784$, $1,126$ и $1,128$ соответственно), сорт Еля-ты слабо ($b_i = 0,066$), сорт Спутник ($b_i = 1,884$) – сильно отзывчив на условия года изучения. По параметру пластичности к первому классу относятся 11, ко второму классу – 14, к третьему – 5 образцов. Пластичность образцов к-53336 и к-53337 высокая, сортов Надежда, Спутник и Еля-ты – низкая. Очень высокая пластичность у образца к-48739 из Адыгеи.

Урожайность воздушно-сухой массы. По урожайности воздушно-сухой массы лишь 7 образцов имеют оптимальный уровень показателя стабильности, 12 образцов слабо отзывчивы, а 11 сильно отзывчивы на изменение

условий среды. Наиболее высокая отзывчивость у образца к-55536 ($b_i = 1,738$), также показатель выше оптимального значения имеют образец к-55537 и сорта Надежда и Еля-ты ($b_i = 1,242$, $1,365$ и $1,183$ соответственно). Сорт Спутник имеет низкий показатель стабильности ($b_i = 0,730$). Пластичность большей части образцов была низкой (16 образцов) и средней (9 образцов). Пластичность перспективных образцов к-53336 и к-53337, сорта Надежда – высокая, сортов Спутник и Еля-ты – средняя.

Урожайность семян. Низкой величиной показателя стабильности отличаются 11, близкой к оптимальной величине – 9 и высокой – 10 образцов. Образец к-55536 имеет оптимальный уровень показателя ($b_i = 0,872$). Сорта Надежда и Спутник, образец к-55537 слабо реагируют по данному признаку на условия среды ($b_i = 0,784$, $1,126$ и $0,141$ соответственно), сорт Еля-ты имеет самый высокий показатель стабильности ($b_i = 2,860$). Пластичность образцов была низкой (12 образцов), средней (11 образцов) и высокой (7 образцов). Пластичность перспективных образцов к-53336 и к-53337 и сорта Спутник – низкая, сорта Еля-ты – средняя, сорта Надежда – высокая.

Заключение. Результаты исследований показали довольно высокую изменчивость изученной коллекции козлятника восточного по параметру стабильности. Наиболее высокая она у признака, непосредственно связанного с климатическими условиями года – зимостойкости. Изменчивость параметра пластичности высокая (зимостойкость, кустистость и урожайность семян) и очень высокая (высота растений, облиственность и урожайность воздушно-сухой массы).

Изученные образцы достаточно равномерно распределены по группам с низкой, оптимальной и высокой величиной параметра b_i . По всем изученным признакам величина параметра пластичности (S^2_d) у большинства образцов низкая и средняя.

Перспективный образец к-55536, созданный на основе отбора выживших растений из экологического посева 1991 г., имеет оптимальный или слабо отличающийся от оптимального уровень показателя стабильности по признакам «зимостойкость», «облиственность» и «семенная продуктивность» и отзывчив на улучшение условий произрастания по высоте растений, кустистости и урожайности воздушно-сухой массы. Образец к-55537 и стандартный сорт Надежда имеют оптимальный уровень

стабильности по зимостойкости и облиственности, высокую отзывчивость по кустистости и урожайности воздушно-сухой массы и слабо реагируют на изменение условий по признакам «высота растений» и «семенная продуктивность».

Таким образом, натурализовавшиеся образцы к-55536 и к-55537 отличаются высокой кормовой ($19,5 \pm 2,32$ и $19,8 \pm 1,94$ т/га) и семен-

ной ($6,45 \pm 0,371$ и $6,85 \pm 0,282$ ц/га) продуктивностью, стабильностью показателя «урожайность семян» и отзывчивостью на улучшение условий выращивания по урожайности воздушно-сухой массы. Данное сочетание признаков позволяет возделывать сорта, формируемые на их основе, в более благоприятных для земледелия регионах. Эти образцы – ценный материал для селекции.

Список литературы

1. Кадыров М. А., Греб С. И., Батуро Ф. Н. Некоторые аспекты селекции сортов с широкой агроэкологической адаптацией. Селекция и семеноводство. 1984;(7):8-11.
2. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science. 1966;6(1):36-40. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1966.0011183x000600010011x>
3. Finlay K. W., Wilkinson G. N. The analysis of adaptation in a plant breeding program Australian Journal Agricultural Research. 1963;14(6):742-754. DOI: <https://doi.org/10.1071/ar9630742>
4. Пакудин В. З. Методы оценки экологической пластичности сортов сельскохозяйственных растений. Проблемы отбора и оценки селекционного материала. Киев: Наукова думка, 1980. С. 93-100.
5. Комаров Н. М., Дубина В. В. Использование генетико-статистических подходов в экологическом обосновании сортимента. Селекция и семеноводство. 1996;(1-2):10-15.
6. Сапега В. А. Урожайность и экологическая пластичность зерновых культур в Северном Казахстане. Аграрная наука. 1997;(2):20-21.
7. Jowett D. Yield stability parameters for sorghum in East Africa. Crop Science. 1972;12(3):314-317. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1972.0011183x001200030017x>
8. Rosielle A. A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environment. Crop Science. 1981;21(6):943-946. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1981.0011183x002100060033x>
9. Кундик Т. М. Пластичность и стабильность урожайности сортов люпина желтого. Селекция и семеноводство полевых культур: юбил. сб. научн. тр. Воронеж: Воронежский ГАУ, 2007. Вып. 2. С. 93-96.
10. Епифанова И. В. Оценка продуктивности и адаптивности сортообразцов люцерны в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Международный сельскохозяйственный журнал. 2021;(2):77-81. DOI: <https://doi.org/10.24412/2587-6740-2021-2-77-81>
11. Кочнева М. Б., Дахно О. А. Адаптивный потенциал интродуцированных сортов клевера лугового в Камчатском крае. Дальневосточный аграрный вестник. 2019;(3):45-50. DOI: <https://doi.org/10.24411/1999-6837-2019-13034>
12. Тимошкина О. Ю., Тимошкин О. А. Оценка продуктивности и адаптивности сортообразцов клевера ползучего в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Кормопроизводство. 2020;(10):39-43. DOI: <https://doi.org/10.25685/KRM.2020.77.43.001>
13. Казарина А. В., Марунова Л. К. Оценка адаптивного потенциала сортов и перспективных линий донника белого однолетнего в условиях Самарского Заволжья. Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019;(11-2(38)):115-119. DOI: <https://doi.org/10.24411/2500-1000-2019-11764>
14. Игнатьев С. А., Регидин А. А. Оценка параметров адаптивности коллекционных образцов эспарцета. Зерновое хозяйство России. 2019;(3):53-58. DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-63-3-53-58>
15. Михайлова И. В., Ахтулова Е. М. Перспективы возделывания козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.) в условиях Кольского полуострова. Агрохимия. 2013;(7):49-55.

References

1. Kadyrov M. A., Grib S. I., Batur F. N. Some aspects of breeding varieties with broad agroecological adaptation. *Seleksiya i semenovodstvo*. 1984;(7):8-11. (In Russ.).
2. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science. 1966;6(1):36-40. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1966.0011183x000600010011x>
3. Finlay K. W., Wilkinson G. N. The analysis of adaptation in a plant breeding program Australian Journal Agricultural Research. 1963;14(6):742-754. DOI: <https://doi.org/10.1071/ar9630742>
4. Pakudin V. Z. Methods for assessing the ecological plasticity of agricultural plant varieties. Problems of selection and evaluation of breeding material. Kiev: *Naukova dumka*, 1980. pp. 93-100.
5. Komarov N. M., Dubina V. V. The use of genetic and statistical approaches in the ecological justification of the assortment. *Seleksiya i semenovodstvo*. 1996;(1-2):10-15. (In Russ.).
6. Sapega V. A. Productivity and ecological plasticity of grain crops in Northern Kazakhstan. *Agrarnaya nauka* = Agrarian science. 1997;(2):20-21. (In Russ.).

7. Jowett D. Yield stability parameters for sorghum in East Africa. *Crop Science*. 1972;12(3):314-317. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1972.0011183x001200030017x>
8. Rosielle A. A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environment. *Crop Science*. 1981;21(6):943-946. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1981.0011183x002100060033x>
9. Kundik T. M. Plasticity and stability of yield of varieties of yellow lupine. Breeding and seed production of field crops: Anniversary collection of scientific papers. Voronezh: *Voronezhskiy GAU*, 2007. Iss. 2. pp. 93-96.
10. Epifanova I. V. Assessment of productivity and adaptability of alfalfa cultivars in the conditions of the forest-steppe of the middle Volga region. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal* = International Agricultural Journal. 2021;(2):77-81. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24412/2587-6740-2021-2-77-81>
11. Kochneva M. B., Dakhno O. A. Adaptive potential of alien varieties of meadow clover in Kamchatsky krai. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik* = Far Eastern Agrarian Herald. 2019;(3):45-50. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/1999-6837-2019-13034>
12. Timoshkina O. Yu., Timoshkin O. A. Productivity and adaptability of white clover lines in the forest-steppe of the Middle Volga region. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2020;(10):39-43. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25685/KRM.2020.77.43.001>
13. Kazarina A. V., Marunova L. K. otsenka adaptivnogo potentsiala sortov i perspektivnykh liniy donnika belogo odnoletnego v usloviyakh Samarskogo Zavolzh'ya. *Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk* = International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2019;(11-2(38)):115-119. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2500-1000-2019-11764>
14. Ignatiev S. A., Regidin A. A. The estimation of adaptability parameters of the collection samples of sainfoin. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2019;(3):53-58. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-63-3-53-58>
15. Mikhaylova I. V., Akhtulova E. M. Prospects for cultivating eastern galega (*galega orientalis lam.*) in the kola peninsula. *Agrokhimiya*. 2013;(7):49-55. (In Russ.).

Сведения об авторах

Михайлова Ирина Витальевна, и.о. директора, Полярная опытная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова» (Полярная ОС филиал ВИР), ул. Козлова 2, г. Апатиты, Мурманская обл., Российская Федерация, 184209, e-mail: vir.apatity@vir.nw.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7517-5225>

Хвостова Александра Борисовна, специалист, Полярная опытная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова» (Полярная ОС филиал ВИР), ул. Козлова 2, г. Апатиты, Мурманская обл., Российская Федерация, 184209, e-mail: vir.apatity@vir.nw.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6537-7621>

✉ **Малышев Леонид Леонидович**, кандидат с.-х. наук, зав. группой генетических ресурсов многолетних кормовых злаков отдела овса, ржи и ячменя, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР)», ул. Большая Морская, 42-44, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, 190037, e-mail: sci_secretary@vir.nw.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8595-1336>, e-mail: l.malyshev@vir.nw.ru

Information about the authors

Irina V. Mikhailova, Acting Director, Polar Experimental Station Branch of the Federal State Research University Federal Research Center All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N. I. Vavilov (Polar OS branch of VIR), Kozlov str. 2, Apatity, Murmansk region, Russian Federation, 184209, e-mail: vir.apatity@vir.nw.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7517-5225>

Alexandra B. Khvostova, specialist, Polar Experimental Station Branch of the Federal State Research University Federal Research Center All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N. I. Vavilov (Polar OS branch of VIR), Kozlov str. 2, Apatity, Murmansk region, Russian Federation, 184209, e-mail: vir.apatity@vir.nw.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6537-7621>

✉ **Leonid L. Malyshev**, PhD in Agricultural Science, Head of the Group of Genetic Resources of Perennial Fodder Cereals of the Department of Oats, Rye and Barley, Federal Research Center All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N. I. Vavilov (VIR), Bolshaya Morskaya str., 42-44, St. Petersburg, Russian Federation, 190037, e-mail: sci_secretary@vir.nw.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8595-1336>, e-mail: l.malyshev@vir.nw.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author