

РОЛЬ ГЕНОТИПИЧЕСКОГО ФАКТОРА В ВАРИАБЕЛЬНОСТИ ВЕСОВЫХ ПРИЗНАКОВ СОРТООБРАЗЦОВ *VICIA FABA L.* ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ВНУТРЕННЕГОРНОГО ДАГЕСТАНА

А. Д. ХАБИБОВ, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0001-8904-4488,
E-mail: Gakvari05@mail.ru

Н.Ш. ШУАЙБОВА, соискатель, ORCID ID: 0000-0002-9311-4722
E-mail: napisat65@mail.ru

ГОРНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД – ОП ДФИЦ РАН г. МАХАЧКАЛА, РОССИЯ

Впервые в условиях Внутреннегорного Дагестана проведен интродукционный анализ пяти сортообразцов кормовых бобов – Vicia faba L., семена которых были получены из Всероссийского института генетических ресурсов растений (ВИР) имени Н.И. Вавилова (г. Санкт-Петербург). Работа выполнена на популяционном уровне. В результате исследований выяснена роль сортового разнообразия в структуре изменчивости семи весовых признаков у пяти сортообразцов Vicia faba L.. Среди весовых признаков объединённой выборки ($\Sigma n = 59$) и каждого сортообразца этой культуры отмечены наиболее стабильные и пластичные показатели вегетативной и генеративной сферы. С минимальными значениями относительной изменчивости и эмпирических показателей (асимметрия и эксцесс) выделены индексные признаки – репродуктивное усилие и эффективность его, которые показывают долю, выделяемую на репродукцию, и относятся к главным показателям адаптивной (репродуктивной) стратегии. Для остальных пяти весовых признаков установлены как относительно высокие величины коэффициента вариации со сравнительно сходными показателями размаха (max–min) и частного (max/min) крайних вариант, так и существенные на самом высоком уровне отклонения эмпирических показателей от нормального распределения по t-критерию Стьюдента. Выявлен образец № 2399 «КИУ-82», который отличается минимальной (46,7 %) долей сухой массы плодов в генеративном побеге и максимальной (35,4 %) частью сухого веса створок в таковой боба. Между сухой массой генеративного побега и его составляющих, а также между признаками сухой массы самых компонентов отмечены существенные значения корреляционной связи. Средние значения рассматриваемых весовых признаков сортов этой культуры в новых условиях не различаются по t-критерию Стьюдента и различия носят случайный характер. Влияние сортового разнообразия на вариабельность рассматриваемых весовых признаков также носит случайный характер.

Ключевые слова: *Vicia faba L.*, интродукция, сортообразцы, весовые признаки, средние значения, эмпирические показатели, изменчивость.

Для цитирования: Хабибов А. Д., Шуайбова Н.Ш. Роль генотипического фактора в вариабельности весовых признаков сортообразцов *Vicia faba L.* при интродукции в условиях Внутреннегорного Дагестана. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 4(44):96-106. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-96-106

THE ROLE OF THE GENOTYPIC FACTOR IN THE VARIABILITY OF WEIGHT TRAITS OF VICIA FABA L. VARIETIES DURING INTRODUCTION IN THE CONDITIONS OF INNER MOUNTAIN DAGESTAN

A.D. Khabibov, N.Sh. Shuaibova

GORNY BOTANICAL GARDEN – SEPARATE SUBDIVISION DAGESTAN FRS RAS

Abstract: For the first time in the conditions of Inner Mountain Dagestan, an introductory analysis of five varietal samples of fodder beans was carried out - *Vicia faba* L., the seeds of which were obtained from the All-Russian Institute of Plant Growing (VIR) named after N.I. Vavilov (St. Petersburg). The work is done at the population level. As a result of research, the role of varietal diversity in the structure of variability of seven weight traits in five varietal samples of this culture has been clarified. Among the weight features of the combined sample ($\Sigma n = 59$) and each varietal sample of this culture, the most stable and plastic indicators of the vegetative and generative sphere are noted. With the minimum values of relative variability and empirical indicators (asymmetry and excess), index signs are allocated - reproductive effort and its effectiveness, which show the proportion allocated to reproduction, and belong to the main indicators of the adaptive (reproductive) strategy. For the remaining five weight features, both relatively high values of the coefficient of variation with relatively similar swing indices (max–min) and partial (max/min) extreme variants were established, as well as significant deviations of empirical indicators from the normal distribution according to Student's *t*-criterion at the highest level.

Sample No. 2399 "KIU-82" was identified, which differs in the minimum (46.7%) fractions of dry fruit mass in the generative shoot and the maximum (35.4%) part of the dry weight of the flaps in such a bean. Between the dry mass of the generative shoot and those of its components, as well as between the signs of the dry mass of the components themselves, significant values of the correlation are noted.

The average values of the considered weight characteristics of the varieties of this crop under the new conditions do not differ according to the Student's *t*-criterion, and the differences are random. The influence of varietal diversity on the variability of the weight characteristics under consideration is also random.

Keywords: *Vicia faba* L., introduction, varietal samples, weight signs, average values, empirical indicators, variability.

Введение

Общеизвестно, что зернобобовые культуры являются важным источником кормового растительного белка. Высокое содержание белка считают основным достоинством их. По значимости и распространённости они уступают только зерновым злакам и плоды их собирают исключительно в целях использования сухих зёрен. Из более 60 видов зернобобовых культур, которые известны в мировом земледелии, наиболее значимыми были и остаются соя, нут, фасоль, горох, чечевица, кормовые бобы, люпин, маш, арахис, вигна и др. [1]. Кормовые (русские, конские) бобы – *Vicia faba* L. (1753) заслуживают особого внимания как продовольственная и кормовая культура, из зерновых бобовых культур они дают самые высокие урожаи семян с большим содержанием (до 35%) белка (Вавилов П.П., Гриценко В.В., Кузнецов В.С. и др. 1986), [2]. *Vicia faba* L. является единственным видом в роде *Faba* L. семейства *Fabaceae*. Это однолетнее перекрёстноопыляемое растение представлено только в культуре. Стебель у кормовых бобов четырёхгранный и может достигать высоты от 1-1,5 м.

Кормовые бобы как пищевые и кормовые распространены во всех странах умеренных поясов, а в бывшем СССР – почти повсюду (Мартынов С.М. 1954). В настоящее время в мире известно свыше 450 сортов этой культуры, которые отличаются по хозяйственному назначению и морфологическим признакам и свойствам, преимущественно по величине и массе, окраске кожуры, размерам и форме семян (Гжесюк Г., Суйка Э., Грущка Я. 1962). Все возделываемые в разных странах бобы под воздействием климатических условий и деятельности человека обособились в три хорошо выраженные эколого-географические группы: северная, среднерусская и высокогорная (Сельскохозяйственный энциклопедический словарь, 1989). В нашей стране их можно выращивать почти повсеместно. Главным недостатком этой культуры считают многие специалисты – длительный и растянутый период вегетационного цикла развития, по этому признаку различают раннеспелые, среднеспелые и позднеспелые сорта.

Данная работа посвящена определению роли сортового разнообразия в структуре изменчивости весовых признаков сортообразцов *Vicia faba* L. в условиях интродукции во Внутреннегорном Дагестане (1830 м над ур. моря).

По определенным причинам для сравнительного анализа местные сортообразцы с черными и круглыми семенами включить мы не смогли. Определённые результаты оценки данного генотипического фактора в вариабельности числовых признаков сортообразцов *V. faba* в условиях интродукции среднегорного пояса Внутреннегорного Дагестана нами опубликованы ранее [3]. А также некоторые предварительные результаты интродукционного испытания сортов *V. faba* на разновысотных экспериментальных участках Горного ботанического сада ДФИЦ РАН были опубликованы ранее [4, 5].

Материал и методы исследования

Материалом для исследований были образцы семян пяти сортов *V. faba*, которые были получены из Всероссийского института генетических ресурсов растений (ВИР) им. Н.И. Вавилова (г. Санкт-Петербург). Сортообразцы различались как по морфологическим показателям, так и по экологическим особенностям, поскольку семя носит отпечаток с последнего места произрастания. И испытываемый материал представлял собой сортообразцы кормовых бобов зарубежной и отечественной селекции с различными сроками хранения семян (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная характеристика исходного материала сортообразцов *V. faba*, интродуцированного во Внутреннегорном Дагестане. 2018 г.

№ п/п	№ по кат. ВИР	Название сорта	Происхождение	Место и год последней репродукции	Число посеянных семян	Всхожесть, %
1	2264	Вировские	Россия	Пушкин, 2007	20	45
2	2267	Велена	Россия	Пушкин, 2006	20	60
3	2398	Мария	Россия	Пушкин, 2004	20	45
4	2399	КИУ-82	Россия	Пушкин, 2004	20	80
5	609259	Широкко	Германия	Оригинал, 2005	20	70

Интродукционные испытания данных сортообразцов проводились во Внутреннегорном Дагестане (окрестности сел. Шитли Гунибского района, 1830 м высоты над уровнем моря, юго-западная экспозиция склона, координаты: с.ш.– 42°14' 40,26" и в.д. – 47°00' 6,26"). в 2018-2020 гг. Посев семян проводили на участке в метровых рядах с расстоянием между семенами 20 см (рис. 1, А, В) и по мере созревания почвы т.е. при прогревании почвы на глубине заделки семян до 10°C.

Почвенные образцы брали на глубине 10-25 см. Почва опытного участка по гранулометрическому составу (механическому составу) – среднесуглинистая, содержание физической глины – 46-48%, остальная доля идет на физический песок. По содержанию частиц - почва горно-лугово-степного типа. Содержание гумуса – 3,0%. Ниже содержание гумуса уменьшается резко. В частицах преобладают первичные минералы (полевой шпат и гидрослюды). Сложение – слабоуплотненное. С глубиной увеличивается уплотнение. Глубина распространения корней растений – 0-50 см. По морфологическому составу почва имеет серую и темно-серую окраску верхнего горизонта, которая с глубиной постепенно переходит в бурую и светлобурую окраску. Реакция почвенной среды (рН) – 5,7-6,5. Сумма поглощенных оснований – 21-23 мг/экв, Са (кальция) – 53-77% и содержание общего азота – 3-4 мг, валового фосфора (P₂O₅) – 1,5-2,5 мг, валового калия (К) – 1,9-2,4%. В период роста и развития проводились фенологические наблюдения. После завершения полного вегетационного цикла у 20 и более генеративных побегов, представляющих надземную часть растения, в лабораторных условиях были учтены 21 признак, которые нами были разделены на три группы: размерные (ростовые), числовые и весовые.



Рис. 1. Посевы сортов образцов (А) и общий вид стебля с междуузлиями и соцветиями (В) *V. Faba L.* в условиях Внутреннегорного Дагестана

В данной работе интерпретируется семь весовых признаков: сухая масса генеративного побега – надземной части растения без листовой фракции (X); стебля (x_1); плодов (x_2); семян (x_3); створок боба ($x_4 = x_2 - x_3$); репродуктивное усилие ($Re = x_2/X$) и эффективность репродуктивного усилия ($Eff_{(Re)} = x_3/x_2$). Работа выполнена на популяционном уровне и получены средние статистические характеристики с последующим использованием методов корреляционного и дисперсионного анализов (Лакин Г.Ф., 1990; Любищев А.А., 1986; Зайцев Г.Н., 1983)

Различия средних значений весовых признаков сортов образцов и отклонения эмпирических показателей (асимметрия и эксцесс) от нормальной теоретической кривой распределения этих величин объединённой выборки ($\sum n=59$) были оценены по t-критерию Стьюдента. При проведении части расчётов использовался ПСП Statgraf version 3. 0. Shareware, система анализа данных Statistica 5. 5.

Результаты и их обсуждение

По данным метеослужбы метеорологические условия в годы исследований характеризовались неравномерным распределением осадков и температурным режимом.

Погода в период вегетации в 3 года исследований характеризовалась как жаркая: средняя температура воздуха $-13,5^{\circ}\text{C}$, что была на $0,8-0,9^{\circ}\text{C}$ выше нормы ($12,7^{\circ}\text{C}$). Средняя температура воздуха вегетационного периода 2018 года была равна $24,4^{\circ}\text{C}$ при средней норме $-12,7^{\circ}\text{C}$. Разница между ними составляет $11,7^{\circ}\text{C}$. Средняя сумма осадков за вегетационный период -378 мм, сумма нормы -508 мм. Разница между ними составляет 130 . Май 2018 года характеризуется температурными данными: средняя $-10,6^{\circ}\text{C}$, при средней норме $11,4^{\circ}\text{C}$, а отклонение $1,6^{\circ}\text{C}$, абсолютный максимум $-24,7^{\circ}\text{C}$, минимум $-$ плюс $7,5^{\circ}$, средняя сумма осадков составляет $60,04$ мм; при средней норме $66,5$ ($87,8\%$) от нормы. В 2019 году в горной зоне за вегетационный период осадков выпало ниже нормы и разница между данными составляет $51,7$ мм. В сентябре выпало осадков на $22,5-72,6$ мм выше нормы. Соответственно, фаза цветения растений совпала с повышенными температурами, а фазы формирования и созревания плодов совпали с повышенными осадками. Это сильно повлияло на рост и развитие растений. Итак, в 2018-2020 годы среднемесячные температуры в горной зоне за вегетационный период превышали нормы на $2,4^{\circ}\text{C}$. Осадков за этот период выпало ниже нормы.

При сравнительном анализе структуры изменчивости весовых признаков и их размаха и эмпирических показателей объединённой выборки ($\sum n=59$) в условиях интродукции во

Внутреннегорном Дагестане выяснилось, что показатели вариабельности разнятся сравнительно в широких пределах (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительная характеристика изменчивости и колебании средних значений весовых (мг) признаков и их эмпирических показателей объединённой выборки ($\Sigma n = 59$) *V. faba* при интродукции в условиях Внутреннегорного Дагестана (При $N = 59$, $m_{As} = 0,3189$; $m_{Ex} = 0,6378$)

При- знаки	\bar{X}	Cv, %	Min	Max	Max–min	Max/ min	As		Ex		r_{xy}
							Π_1	t	Π_2	t	
X	14,1	90,3	3,1	72,0	68,9	23,226	2,573	8,068***	7,944	12,455***	0,863*
x ₁	6,6	97,6	2,0	41,0	39,0	20,500	3,463	10,859***	14,546	22,807***	0,932*
x ₂	7,5	89,8	1,1	31,0	29,9	28,200	1,697	5,321***	2,677	4,197***	0,523
x ₃	5,6	85,1	1,0	22,23	21,23	22,230	1,548	4,854***	2,315	3,630***	-0,131
x ₄	1,9	176,8	0,200	22,01	21,99	110,10	4,360	13,672***	22,921	35,937***	0,911*
Re	0,486	30,4	0,167	0,833	0,666	4,988	-0,092	0,288	-0,105	0,165	-0,589
(Eff _{Re})	0,778	23,1	0,290	0,996	0,706	3,434	-1,108	3,474***	0,623	0,977	-0,568

Примечание. Здесь и далее. Сухая масса (мг): X – генеративного побега – надземной части растения; x₁ – стебля; x₂ – плодов (бобов); x₃ – семян; x₄ – створок (x₂ – x₃). Re (x₂/X) – репродуктивное усилие. (Eff_{Re}) – эффективность репродуктивного усилия (x₃/x₂). r_{xy} – коэффициент корреляции между средним значением признака и его относительной изменчивостью. Для этого коэффициента корреляции число степеней свободы df = n - 2 = 5 – 2 = 3. Π_1 – показатель меры отклонения распределения частот от симметричного их распределения относительно максимальной ординаты (асимметрия – As) и Π_2 – степень отклонения эмпирической кривой распределения от нормальной теоретической кривой (эксцесс – Ex). Ошибка показателя: асимметрии – m_{As} ; эксцесса – m_{Ex} . t-критерий Стьюдента. При df = N - 1 = 59-1 = 58 ≈ 55): табличные составляют: 2,004* ; 2,669** и 3,476***. * - P < 0,05; ** P < 0,01; *** - P < 0,001.

При этом, на наш взгляд, для средних значений главных показателей адаптивной (репродуктивной) стратегии (Re и Eff_{Re}) объединённой выборки ($\Sigma n = 59$) характерны минимальные величины, как относительной изменчивости, так и амплитуды (max–min) и отношения (max/min) крайних вариант.

Однако распределение сортов *V. faba* по эффективности репродуктивного усилия (Eff_{Re}) и по своей асимметрии существенно (t=3,474***) отклоняется от нормального распределения, хотя значения остальных других эмпирических показателей (асимметрии и эксцесса) этих признаков минимальны и несущественно отклоняются от нормального распределения (рис. 2).

Для большинства средних значений весовых признаков: сухой массы генеративного побега (x), стебля (x₁), плодов (x₂), семян (x₃) характерен, как отмечает и С.А. Мамаев (1975), очень высокий уровень изменчивости. Для этих четырёх весовых признаков присущи как сравнительно сходные показатели размаха (max–min) и частного (max/min) крайних вариант, так и существенные отклонения эмпирических показателей от нормального распределения.

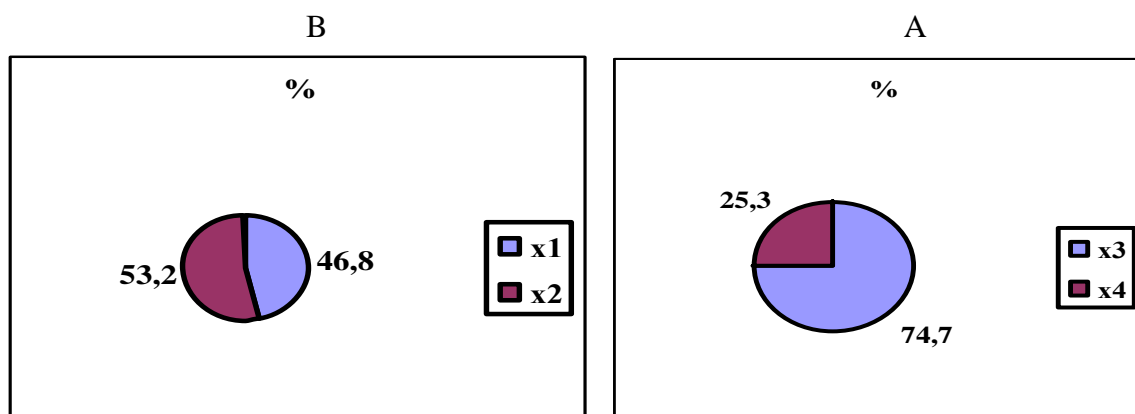


Рис. 2. А – доля (%) сухого веса семян (x_3) и створок (x_4) в структуре таковой бобов (x_2)
 В – доля (%) сухого веса стебля (x_1) и плодов (x_2) в структуре генеративного побега (X) объединённой выборки ($\sum n = 59$) сортообразцов *V. faba*.

Однако сухая масса створок (x_4) отличается от выше отмеченных четырёх весовых признаков очень высокими (более 100 %) нестандартными показателями относительной изменчивости, максимальным показателем (max/min) крайних вариантов и наибольшими эмпирическими показателями, которые существенно отклоняются от нормального распределения (рис. 2) В наших исследованиях между средними величинами и относительной их изменчивостью у сухой массы генеративного побега (x), стебля (x_1), плодов (x_2), створок ($x_4 = x_2 - x_3$) выявлены существенные, на 95,0%-ном уровне достоверности корреляции (r): 0,863*, 0,932*, 0,523, 0,911*. Между средними величинами и относительной их изменчивостью: у семян (x_3); у ($Re = x_2/x$) и ($Eff_{Re} = x_3/x_2$) выявлены отрицательные корреляции ($r = -0,131, -0,589, -0,568$).

Для признаков – сухая масса семян (x_3), репродуктивное усилие ($Re = x_2/x$) и эффективность репродуктивного усилия ($Eff_{Re} = x_3/x_2$) с увеличением средних показателей существенно возрастают и значения коэффициента вариации.

Если в структуре генеративного побега (X) сухого веса стебля (x_1) и плодов (x_2) объединённой выборки ($\sum n = 59$) сортообразцов *V. faba* составляют примерно одинаковые доли (%) (рис. 2 В), то в структуре сухой массы бобов (x_2) доля сухого веса семян (x_3) почти в три раза превышает таковую створок боба (x_4) (рис. 2 А). При сравнительном анализе структуры изменчивости семи весовых признаков пяти сортообразцов этой культуры выяснилось, что относительная вариабельность этих показателей колеблется также значительно в широких пределах, от 17,7 до 161,2% (табл. 3). Однако, Мамаев С.А., (1975) отмечал, что весовые признаки характеризуются большим уровнем изменчивости (в 2–3 раза), чем линейные. Минимальные значения коэффициента вариации, как и в объединённой выборке, присущи относительным признакам – репродуктивное усилие (Re) и эффективность его ($Eff_{(Re)}$), которые относятся к показателям адаптивной (репродуктивной) стратегии (табл.3). Соотношение двух данных признаков лучше контролируется генотипом, чем показатели отдельных составляющих. Поэтому для средних величин двух относительных – индексных признаков (Re и $Eff_{(Re)}$) сортов присущи минимальные значения относительной изменчивости.

Таблица 3

Сравнительная характеристика структуры изменчивости весовых (мг) признаков сортообразцов *V. faba* при интродукции в условиях Внутреннегорного Дагестана (1830 м высоты над ур. м.)

Признаки	Сортообразцы									
	2264 (10)		2267 (10)		2398 (10)		2399 (15)		609259 (14)	
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Cv, %
X	17,9±4,75	84,4	12,5±2,43	61,3	13,0±2,81	68,2	16,9±4,99	114,4	10,4±1,29	47,5
x₁	8,7±2,43	88,4	5,8±0,83	45,1	5,2±0,94	57,2	9,0±2,66	114,6	4,3±0,50	43,3
x₂	9,2±2,40	82,1	6,7±1,68	78,9	7,8±2,18	87,9	7,9±2,39	117,4	6,1±0,89	54,9
x₃	6,9±1,42	65,3	5,3±1,37	82,2	6,5±2,02	97,5	5,1±1,47	111,8	4,9±0,81	62,0
x₄	2,3±1,22	161,2	1,4±0,45	98,5	1,3±0,61	136,5	2,8±1,44	198,0	1,2±0,23	68,8
Re	0,520±0,0369	22,4	0,460±0,0452	31,1	0,449±0,0678	47,8	0,427±0,0290	26,3	0,571±0,0317	20,8
Eff_(Re)	0,831±0,0466	17,7	0,769±0,0293	12,1	0,806±0,0585	22,9	0,726±0,0633	33,8	0,783±0,0448	21,4

Примечание. X – средние значения признаков, Cv- коэффициент вариации

Крайние величины средних показателей репродуктивного усилия (Re) только двух сортообразцов (к-2399 и к-609259) отличаются существенно по t-критерию Стьюдента ($t = 3,35^{**}$), хотя различия остальных учтенных весовых признаков всех сортообразцов по данному показателю носят случайный характер (табл. 4). Для других весовых признаков – сухой массы генеративного побега (x), стебля (x₁), плодов (x₂), семян (x₃) всех сортообразцов этой культуры характерны значительно высокие показатели относительной вариабельности, которые, по шкале С.А. Мамаева, (1975), относятся к очень высокому уровню изменчивости.

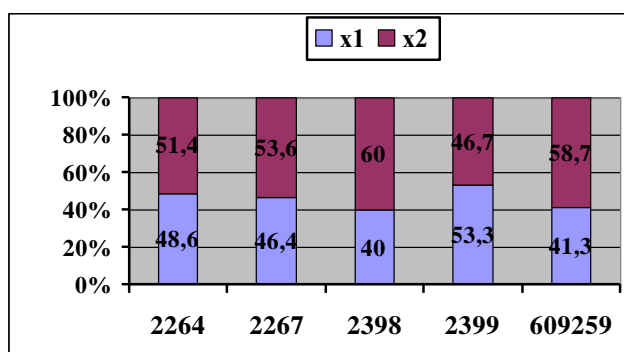
Таблица 4

Сравнительная характеристика сравнения средних значений весовых признаков сортообразцов *V. Faba L.* по t-критерию ($df = n_1 + n_2 - 2$)

№ п/п	Варианты сравнения	df	Признаки						
			X	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	Re	Eff _(Re)
1	2264 и 2267	18	0,993	1,12	0,85	0,84	0,69	1,03	1,13
2	2264 и 2398	18	0,869	1,34	0,43	0,16	0,73	0,92	0,33
3	2264 и 2399	23	0,131	0,08	0,38	0,88	0,21	0,25	1,34
4	2264 и 609259	22	1,564	1,77	1,21	1,22	0,97	0,14	0,74
5	2267 и 2398	18	0,13	0,48	0,40	0,49	0,13	0,13	0,57
6	2267 и 2399	23	0,79	1,15	0,41	0,10	0,86	0,61	0,62
7	2267 и 609259	22	0,87	1,55	0,32	0,25	0,59	0,24	0,26
8	2398 и 2399	23	0,68	1,35	0,03	0,56	0,90	0,30	0,93
9	2398 и 609259	22	0,94	0,85	0,72	0,74	0,31	1,63	0,31
10	2399 и 609259	27	1,32	1,74	0,71	0,12	1,10	3,35 ^{**}	0,74

Примечание. Сухая масса (мг): X – генеративного побега; x₁ – стебля; x₂ – плодов (бобов); x₃ – семян; x₄ – створок (x₂ – x₃); Re (x₂/X) – репродуктивное усилие; (Eff_{Re}) – эффективность репродуктивного усилия (x₃/x₂)

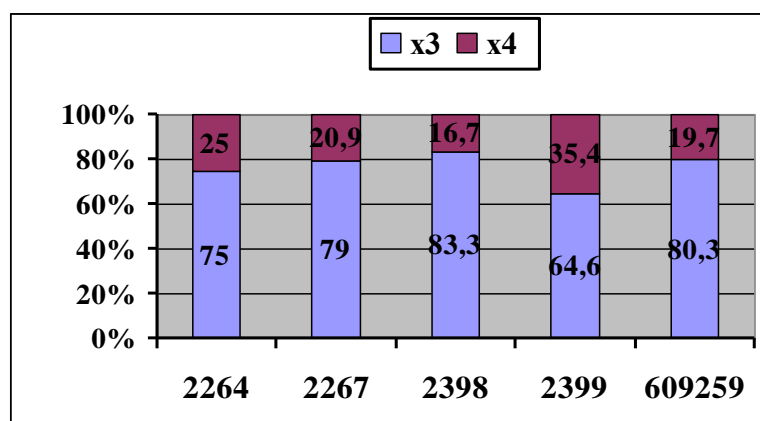
Однако для этих четырёх признаков сортообразца к-2399 отмечены нестандартные и нетипичные, 100 и более процентные показатели коэффициента вариации, которые значительно превышают обычные и свойственные или нормативные величины. Подобные нестандартные показатели относительной вариабельности свойственны и сухой массе створок (x_4) почти всех сортообразцов. Последний признак сухой массы также отличается от сравниваемых таковых и минимальными средними значениями. Определение доли составляющих генеративного побега (X) показало, что доля (%) сухого веса стебля (x_1) в структуре генеративного побега (X) сортообразца – к-2399, в отличие от остальных сортообразцов, незначительно, хотя и различия несущественны по t-критерию, превышает процент сухой массы плодов (x_2) (рис. 3).



Варианты сравнения	df	t	
		x ₁	Табл. на 95 %
2399 и 2264	23	0,245	2,069
2399 и 2267	23	0,343	2,069
2399 и 2398	23	0,642	2,069
2399 и 609259	27	0,648	2,052

Рис. 3. Доля (%) сухого веса стебля (x_1) и плодов (x_2) в структуре генеративного побега (X) сортообразцов *V. Faba L.*

По данным (рис. 3) видно что максимальная доля (60,0%) признака вегетативной сферы – сухого веса стебля (x_1) в структуре генеративного побега (X) сортообразцов *V. Faba* отмечена у сортообразца к-2398. Соответственно, для интродуцента к-2398 отмечена минимальная часть показателя генеративной сферы – сухого веса стебля (x_1). При этом остальные сортообразцы занимают промежуточное положение. Крайние варианты и в структуре сухой массы боба (x_2) занимают те же сортообразцы (к-2399 и к- 2298) у которых различия также не значимо отличались по процентному составу сухого веса в структуре генеративного побега (X) (рис. 4).



Варианты сравнения	df	t	
		x ₄	Табл. на 95 %
2399 и 2264	23	0,536	2,069
2399 и 2267	23	0,769	2,069
2399 и 2398	23	1,085	2,069
2399 и 609259	27	0,980	2,052

Рис. 4. Доля (%) сухого веса семян (x_3) и створок (x_4) в структуре таковой бобов (x_2) сортообразцов *V. Faba L.*

В то же время между сухой массой генеративного побега (X) объединённой выборки ($n = 59$) и каждого сортообразца в отдельности, с одной стороны, и сухим весом стебля (x_1), плодов (x_2) и семян (x_3), с другой, как и следовало бы ожидать, для всех вариантов отмечены

существенные, преимущественно на самом высоком уровне значимости, значения корреляционной связи (табл. 5).

Таблица 5

Сравнительная характеристика корреляционных связей (r_{xy}) весовых признаков сортов образцов *V. faba* в условиях интродукции ($df = n - 2$)

Сорто образцы	df	r_{xy} между признаками									
		X и x_1	X и x_2	X и x_3	X и x_4	X и Re	X и (Eff _{Re})	x_1 и x_2	x_1 и x_3	x_1 и x_4	x_1 и Re
2264	8	98 ^{***}	98 ^{***}	89 ^{***}	89 ^{***}	-	-82 ^{**}	91 ^{***}	81 ^{**}	85 ^{**}	-
2267	8	94 ^{***}	99 ^{***}	95 ^{***}	78 ^{**}	89 ^{***}	-	87 ^{***}	81 ^{**}	76 ^{**}	70 [*]
2398	8	77 ^{**}	96 ^{***}	97 ^{***}	-	-	-	-	67 [*]	-	81 ^{**}
2399	13	99 ^{***}	99 ^{***}	74 ^{**}	89 ^{***}	-	-	95 ^{***}	64 ^{**}	93 ^{***}	-
609259	12	87 ^{***}	91 ^{***}	86 ^{***}	59 [*]	-	-	61 [*]	57 [*]	-	-
Σ	57	96 ^{***}	96 ^{***}	76 ^{***}	83 ^{***}	-	-27 [*]	84 ^{***}	57 ^{***}	85 ^{***}	-
r_{xy} между признаками											
Сорто образцы	x_1 и (Eff _{Re})	x_2 и x_3	x_2 и x_4	x_2 и Re	x_2 и (Eff _{Re})	x_3 и x_4	x_3 и Re	x_3 и (Eff _{Re})	x_4 и Re	x_4 и (Eff _{Re})	Re и (Eff _{Re})
2264	-78 ^{**}	92 ^{***}	90 ^{***}	-	-82 ^{**}	66 [*]	-	-	-	-96 ^{***}	-
2267	-	97 ^{***}	75 [*]	94 ^{***}	-	-	94 ^{***}	-	64 [*]	-	-
2398	-	96 ^{***}	-	-	-	-	-	-	-	-85 ^{**}	-
2399	-	83 ^{***}	82 ^{***}	-	-	-	54 [*]	-	-	-61 [*]	-
609259	-	97 ^{***}	54 [*]	56 [*]	-	-	56 [*]	-	-	-55 [*]	-
Σ	-33 ^{**}	88 ^{***}	74 ^{***}	-	-	34 ^{**}	-	-	-	-61 ^{***}	-

Примечание. Коэффициент корреляции (r_{xy}) приведён в виде первых двух знаков после запятой. Число степеней свободы $df = n - 2$. Прочерк означает отсутствие существенной связи. * - $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$.

Такие же достоверные корреляции установлены между самими составляющими (x_1, x_2, x_3) генеративного побега. Между этими выше отмеченными тремя признаками сухой массы (X, x_1 и x_2) и с главными показателями адаптивной стратегии – репродуктивным усилием (Re) и эффективностью его (Eff_{Re}) меньше достоверных связей. ½ доля случаев достоверных связей сухой массы семян (x_3) свойственна с репродуктивным усилием (Re), а все связи её с эффективностью репродуктивного усилия (Eff_{Re}) носят случайный характер. Однако для сухой массы створок (x_4) с таковой генеративного побега (X), стебля (x_1), плодов (x_2) не для всех вариантов характерны значимые связи. Для данного весового признака (x_4) с сухой массой семян (x_3) и репродуктивным усилием в редких случаях отмечены и существенные значения корреляции. Между сухой массой створок (x_4) и эффективностью репродуктивного усилия (Eff_{Re}) наблюдаются отрицательные показатели корреляционной связи. При этом все корреляции между самыми главными признаками адаптивной стратегии – репродуктивным усилием (Re) и эффективностью репродуктивного усилия (Eff_{Re}) несущественны, и они носят случайный характер.

В результате проведённого однофакторного дисперсионного анализа выяснилось, что генотипический фактор – сортовое разнообразие существенного влияния на изменчивость учтённых весовых признаков этой культуры не оказывает, и оно носит случайный характер.

Таблица 6

Результаты однофакторного (сортное разнообразие) дисперсионного анализа весовых признаков растений сортообразцов *V. faba* в условиях интродукции во Внутреннегорном Дагестане ($df = n - 1$)

Признаки	SS	mS	F(4)	$h^2, \%$
X	511,4318	127,85795	0,784	5,5
x_1	231,3683	57,842070	1,416	9,5
x_2	69,0012	17,250312	0,366	2,6
x_3	37,1339	9,283485	0,390	2,8
x_4	25,35232	6,338080	0,543	3,9
Re	0,1856616	0,0464154	2,322	14,7
Eff _(Re)	0,0772919	0,0193230	0,583	4,1

Примечание. SS – среднее квадратичное отклонение. mS – дисперсия. F – критерий Фишера. В скобках указано число степеней свободы (df). h^2 - сила влияния фактора, %. Прочерк означает отсутствие существенного влияния фактора. * - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$. F-критерия этих признаков уступают показателю табличной (2,56) при $P_1 = 95 \%$ ($df_1 = 5-1 = 4$ и $df_2 = 59-5 = 54$).

Это вполне естественно, поскольку в нетипичных, относительно жестких условиях Внутреннегорного Дагестана (1830 м высоты над уровнем м.) растения стремятся не к набору вегетативной массы за короткий срок, а оставлению потомства и набирают только то, что необходимо и достаточно для завершения полного вегетационного цикла. Подобное подтверждают и результаты сравнения средних показателей учтённых весовых признаков по t-критерию Стьюдента, где все различия, за исключением одного варианта, не существенны и носят случайный характер.

Заключение

Таким образом, проведен интродукционный анализ пяти сортообразцов кормовых бобов – *Vicia faba* L., полученных из Всероссийского института генетических ресурсов растений (ВИР) им. Н.И. Вавилова, во Внутреннегорном Дагестане (окрестности сел. Шитли Гунибского района, 1830 м высоты над ур. м., юго-западная экспозиция склона, координаты: с. ш. – $42^{\circ}14'40,26''$ и в.д. – $47^{\circ}00'6,26''$). Выяснена роль сортового разнообразия в структуре вариабельности семи весовых признаков пяти сортообразцов этой культуры. Среди весовых признаков объединённой выборки ($\Sigma n = 59$) и каждого сортообразца данной культуры отмечены наиболее стабильные и пластичные показатели вегетативной и генеративной сферы. С минимальными значениями относительной вариабельности и эмпирических показателей (асимметрия и эксцесс) выделены относительные признаки – репродуктивное усилие и эффективность его, которые относятся к главным показателям адаптивной (репродуктивной) стратегии и показывают выделяемую на репродукцию долю. Для других остальных пяти весовых признаков свойственны относительно высокие величины коэффициента вариации со сравнительно сходными показателями размаха (max–min) и частного (max/min) крайних вариантов, а также существенные на самом высоком (99,9%) уровне отклонения эмпирических показателей от нормального распределения по t-критерию Стьюдента. Среди испытанных сортов выявлен сортообразец № 2399 «КИУ-82», который

отличается минимальной (46,7%) долей сухой массы плодов в генеративном побеге и максимальной (35,4%) частью сухого веса створок в таковой боба. Между сухой массой генеративного побега и таковыми его составляющих, а также между весовыми признаками самых компонентов отмечены существенные значения корреляционной связи. Однако средние величины рассматриваемых весовых признаков всех сортов этой культуры не различаются по t-критерию Стьюдента и различия носят случайный характер. Влияние генотипического фактора – сортового разнообразия на вариабельность рассматриваемых весовых признаков также носит случайный характер.

Литература

1. Биология. Большой энциклопедический словарь. Научное изд-во «Большая Российская энциклопедия». – М.: – 2001. – 76 с.
2. Коломейченко В.В. Растениеводство. М.: Агробизнесцентр, – 2007. – 600с.
3. Хабибов А.Д., Шуайбова Н.Ш. Роль генотипического фактора в вариабельности числовых признаков сортообразцов *Vicia faba* L. при интродукции в условиях Внутреннегорного Дагестана //Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022; – 1 (41): – С. 61- 71.
4. Шуайбова Н.Ш., Хабибов А.Д., Магомедов А.М. Роль некоторых факторов в изменчивости признаков роста и семенной продуктивности *Vicia faba* L. в условиях Внутреннегорного Дагестана // Юг России: экология и развитие. – 2013. – Т. 8. – № I. – С. 81-88.
5. Хабибов А.Д., Шуайбова Н.Ш. Роль генотипического фактора в вариабельности размерных признаков сортообразцов *Vicia faba* L. при интродукции в условиях Внутреннегорного Дагестана // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 5 (91). – С. 46-53.

References

1. Biology. A large encyclopedic dictionary. Scientific publishing house "Great Russian Encyclopedia". Moscow, 2001, p. 76. (In Russian)
2. Kolomeichenko V.V. Rastenievodstvo [Plant Growing]. Moscow, Agrobiznestsentr, 2007, 600 p. (In Russian)
3. Khabibov A.D., Shuaibova N.Sh. Rol' genotipicheskogo faktora v variabel'nosti chislovykh priznakov sortoobraztsov *Vicia faba* L. pri introduktsii v usloviyakh Vnutrennegornogo Dagestana [The role of the genotypic factor in the variability of numerical signs of varietal specimens *Vicia faba* L. during introduction in the conditions of Inner Mountain Dagestan] *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2022; 1(41): pp. 61- 71. (In Russian)
4. Shuaibova N.Sh., Khabibov A.D., Magomedov A.M. The role of some factors in the variability of signs of growth and seed productivity *Vicia faba* L. in the conditions of Internalgorny Dagestan. South of Russia: ecology and development. 2013, V. 8, No. I, pp. 81-88. (In Russian)
5. Khabibov A.D., Shuaibova N.Sh. Rol' genotipicheskogo faktora v variabel'nosti razmernykh priznakov sortoobraztsov *Vicia faba* L. pri introduktsii v usloviyakh Vnutrennegornogo Dagestana [The role of the genotypic factor in the variability of size traits of *Vicia faba* L. varieties during introduction in the conditions of Inner Mountain Dagestan]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021, No.5 (91), pp. 46-53 (In Russian)