

РОЛЬ ГЕНОТИПИЧЕСКОГО ФАКТОРА В ВАРИАБЕЛЬНОСТИ ЧИСЛОВЫХ 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, аспирант, E-mail: napisat65@mail.ru

ДАГЕСТАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР РАН,
МАХАЧКАЛА, РОССИЯ

*В результате проведения интродукционного испытания в условиях Внутреннегорного Дагестана проведён сравнительный анализ и оценено влияние сортового разнообразия на структуру изменчивости числовых признаков пяти сортов *Vicia faba* L., полученные из коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова (Санкт-Петербург). Работа выполнена на популяционном уровне. В результате проведения суммарной статистики получены средние статистические характеристики. Проведена математическая обработка материала с использованием методов корреляционного и дисперсионного анализа. Отмечены наиболее устойчивые и пластичные числовые признаки вегетативной и генеративной сфер. В пределах сорта и объединённой выборки минимальные показатели коэффициента вариации отмечены для среднего числа семян на плод и числа продуктивных узлов на растение, а максимальные – числа боковых ветвей и общего числа семян на растение. Между средними показателями и относительной изменчивостью общего числа междоузлий отмечено существенное ($r_{xy} = 0,864^*$) значение корреляционной связи. Эмпирические показатели (асимметрия и эксцесс) общего числа междоузлий по *t*-критерию Стьюдента существенно ($12,772^{***}$ и $36,629^{***}$) отклоняются от нормальной теоретической кривой распределения. Высокое ($r_{xy} = - 0,842$) значение между таковыми же показателями отрицательной корреляции установлено для числа боковых ветвей на растение. Между числом плодов и числом семян на растении всех сортобразцов и объединённой выборки, установлены существенные, на самом высоком уровне (99,9%) достоверности, значения корреляционной связи. Для этих двух признаков также установлены сходные и достоверные различия ($5,579^{***}$, $5,823^{***}$, $5,140^{***}$ и $5,804^{***}$) по тому же критерию от теоретической нормальной кривой распределения по обоим эмпирическим показателям. Между показателями этих двух признаков генеративной сферы и узлом расположения первого плода также обнаружены значимые связи. Сортовое разнообразие существенно влияет на изменчивость трёх признаков: число и доли плодущих узлов и число боковых ветвей.*

Ключевые слова: *Vicia faba* L., сорта, числовые признаки, изменчивость, средние показатели, корреляции, *t*-критерий, компонента дисперсии.

Для цитирования: Хабибов А.Д., Шуайбова Н.Ш. Роль генотипического фактора в вариабельности числовых признаков сортобразцов *Vicia faba* L. при интродукции в условиях Внутреннегорного Дагестана. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 1(41):61-71. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-61-71

THE ROLE OF THE GENOTYPIC FACTOR IN THE VARIABILITY OF NUMERICAL CHARACTERISTICS OF VARIETAL SPECIMENS OF *VICIA FABA* L. WHEN INTRODUCED IN THE CONDITIONS OF INLAND DAGESTAN

A. D. Khabibov, ORCID ID: 0000-0001-8904-4488, E-mail: Gakvari05@mail.ru

N.Sh. Shuaibova

Abstract: As a result of the introduction test in the conditions of Inner Mountain Dagestan, a comparative analysis was carried out and the influence of varietal diversity on the structure of variability of numerical features of five varieties of *Vicia faba* L., obtained from the collection of the Vavilov VIR (St. Petersburg), was evaluated. The work is done at the population level. As a result of the summary statistics, average statistical characteristics are obtained. Mathematical processing of the material using the methods of correlation and dispersion analysis was carried out. Mathematical processing of the material using the methods of correlation and dispersion analysis was carried out. The most stable and plastic numerical signs of the vegetative and generative spheres are noted. Within the variety and the combined sample, the minimum coefficient of variation is noted for the average number of seeds per fruit and the number of productive nodes per plant, and the maximum for the number of side branches and the total number of seeds per plant. Between the averages and the relative variability of the total number of internodes, a significant ($r_{xy} = 0.864$ *) correlation value was noted. Empirical indicators (asymmetry and excess) of the total number of internodes according to Student's t-criterion significantly (12.772 *** and 36.629 ***) deviate from the normal theoretical distribution curve. A high ($r_{xy} = - 0.842$) value between the same indicators of negative correlation is established for the number of side branches per plant. Between the number of fruits and the number of seeds on the plant of all varieties and the combined sample, significant correlation values were established at the highest level (99.9%) of reliability. For these two features, similar and significant differences were also established (5.579 ***, 5.823 ***, 5.140 *** and 5.804 ***) according to the same criterion from the theoretical normal distribution curve for both empirical indicators. Significant connections were also found between the indicators of these two features of the generative sphere and the node of the location of the first fetus. Varietal diversity significantly affects the variability of three features: the number and proportions of fruiting nodes and the number of lateral branches.

Keywords: *Vicia faba* L., varieties, numerical characteristics, variability, averages, correlations, t-criterion, variance component.

Общеизвестно, что кормовые бобы однолетнее растение, относящиеся к семейству бобовых, роду *Vicia*, виду *Vicia faba*. Род *Vicia* представлен однолетним и только культурным видом – бобы кормовые (русские, конские, обыкновенные). Синонимы – *Faba bona* Medik, *Faba vulgaris* Moensh, *Faba equina* Medik. Название бобов «faba» в переводе с греческого означает «еда» и следы возделывания бобов ведут к бронзовому веку. В диком состоянии бобы были найдены в Азии (Тибет, Гималаи), в Африке (Алжир). В культуру были введены давно, в Древнем Египте служили обычной пищей бедного населения (Прянишников, 1962) В настоящее время кормовые бобы в природе неизвестны. В древности пищевое значение этой культуры было значительным, а с введением в культуру картофеля, фасоли и других зернобобовых культур посевные площади кормовых бобов постепенно сократились. Сейчас возделывают в странах Европы, Азии, Африки и Америки, т.е. распространены во всех странах умеренных поясов, а в бывшем СССР – почти повсюду. В нашей стране их можно выращивать почти повсеместно, особенно хорошо растут в чернозёмных районах страны (Елсуков, 1962). Среди зернобобовых культур, по значимости и распространённости которые уступают только зерновым злакам, кормовые бобы выделяются, как пищевая, продовольственная и кормовая культура. Кормовые бобы заслуживают особого внимания, поскольку из группы зерновых бобовых культур дают самые высокие урожаи семян с большим содержанием (до 35%) белка (Мартынов, 1954).

Существует большое сортовое разнообразие кормовых бобов, в настоящее время в мире известно более 450 сортов этой культуры, которые отличаются по хозяйственному назначению и морфологическим признакам и свойствам, преимущественно по величине и массе, окраске кожуры, размерам и форме плодов и семян (Гжесюк, Суйка, 1962, Грушка, 1962).

Принципы классификации сортового материала различаются у разных авторов. Так, по С.М. Мартынову (1954) 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. Другие авторы кормовые сорта по весовым и размерным признакам семян разделяют на три группы: (*V. faba var. minor* Beck.) с мелкими, преимущественно круглыми семенами (масса 1000 семян (МТС) равна 400-650 г); среднесеменные сорта (*V. faba var. equina* Ters.) с широкими и плоскими, преимущественно светлоокрашенными семенами средней величины, плоско-вальковатыми и значительно утолщёнными у рубчика (МТС = 650-800 г); и пищевые или овощные сорта (*V. faba var. major* Harz.) с плющенными коричневато-желтыми семенами с МТС равной от 1300 до 2300 г [1, 2]. При дробной классификации по системе В.С. Муратовой (1931) выделяются 15 групп сортов, из которых на территории бывшего Советского Союза было отмечено 7 групп: памиро-бадахшанская, горная дагестанская, сванетская, средиземноморская, западноевропейская, бореальная и древнеевропейская [3]. Все специалисты, когда-либо имевшие дело с кормовыми бобами, главным недостатком этой культуры считают длительный и растянутый период вегетационного цикла и по этому признаку различают: раннеспелые, среднеспелые и позднеспелые сорта. Разводятся *V. faba* на огородах во всех районах и широко распространены на юге – преимущественно на полях, расположенных на высоте до 3500м над уровнем моря и выше (Памир – Алтай). В Дагестане в промышленных масштабах не выращивают уже давно [4].

Бобы – самоопыляющиеся растения, но иногда наблюдается и перекрёстное опыление .

Данная работа посвящена роли сортового разнообразия в структуре изменчивости 8 числовых признаков у пяти сортообразцов кормовых бобов при интродукции в условиях Внутреннегорного Дагестана (1830 м высоты над уровнем моря). Некоторые результаты о роли этого генотипического фактора – сортового разнообразия в вариабельности размерных признаков этих же сортообразцов *V. faba* при интродукции в условиях среднегорного пояса Внутреннегорного Дагестана нами были изложены ранее [5].

Материал и методы исследования

Материалом для нашей работы послужили образцы семян пяти сортов *V. faba*, которые были получены из Всероссийского института растениеводства (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. Испытываемый материал представлял собой сортообразцы *V. faba* зарубежной и отечественной селекции с различными сроками хранения семян (табл. 1).

Таблица 1

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

№ 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

Интродукционное испытание сортообразцов данной культуры проводилось с 2008 года 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". Посев семян проводили на участке в метровых рядах с расстоянием между ними по 20 см (рис. 1, А). В процессе роста и развития проводились фенологические наблюдения.

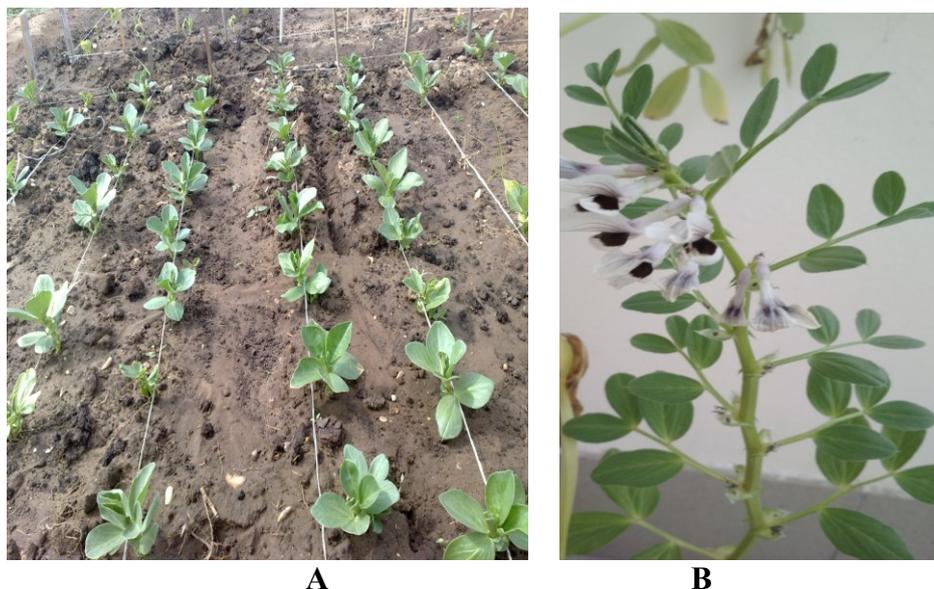


Рис. 1. Посевы сортообразцов (А) и общий вид стебля с междуузлиями и соцветиями (В) *V. faba* в условиях Внутреннегорного Дагестана

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. В данной работе в общих чертах интерпретируются только восемь следующие числовые признаки:

К – общее число междуузлий (рис. 1, В); К₁ – число продуктивных узлов; К₂ – общее число плодов на растении; К₃ – общее число семян на растении; К₄ – среднее число семян на плод; К₅ – узел расположения первого плода; К₆ – число боковых ветвей и К₇ – доля продуктивных узлов. Работа выполнена на популяционном уровне и получены средние статистические характеристики с последующим использованием методов корреляционного и дисперсионного анализов [6, 7]. Компоненты дисперсии вычислены по Н.А. Плохинскому [8].

Различия средних значений числовых признаков сортообразцов 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

Главным показателем амплитуды изменчивости количественных признаков, как и других показателей обычно является величина коэффициента вариации. Однако многие исследователи, особенно систематики, оценивают амплитуду по лимитам абсолютных значений признаков, другие – по величине квадратичного отклонения. Как утверждает С.А. Мамаев (1975), вряд ли это правильно, поскольку указанные методы не позволяют абстрагироваться от условий местопроизрастания, видовой специфики организма, возраста особей и других факторов. При этом величина коэффициента вариации мало зависит от них и показывает амплитуду изменчивости в её «чистом» виде. В то же время признаки, определяющие число органов, отличаются от весовых, тем более от размерных показателей специфически высокой вариабельностью. При их математической интерпретации последний автор даже предлагает особый подход. Изменчивость признаков специфична, но не видоспецифична, и понимание этого позволяет предварительно оценивать уровень изменчивости признака у одного вида растений на основе экстраполяции данных другого объекта.

При сравнительном анализе структуры изменчивости и колебания средних значений числовых признаков и эмпирических показателей объединённой выборки ($\sum n = 59$) *V. faba* стало понятным, что для этих величин присуща сравнительно широкая амплитуда, и коэффициент вариации колеблется сравнительно в больших пределах от 30,6 до 114,6% (табл. 2, 3). Для эмпирических характеристик этих признаков также наблюдаем

Таблица 2

Сравнительная характеристика изменчивости и колебания средних значений числовых признаков объединённой выборки ($\sum n = 59$) *V. faba* в условиях Дагестана

Признаки	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Cv %	Min	Max	Max–min	Max/min
Общее число междоузлий	16,2±0,94	44,7	7	60	53	8,57
Число продуктивных узлов	6,1±0,29	36,2	2	11	9	5,50
Число плодов на растении	4,9±0,52	80,9	1	18	17	18,00
Общее число семян на растение	11,4±1,33	89,3	1	49	48	49,00
Среднее число семян на плод	2,4±0,10	30,6	1	5	4	5,00
Узел расположения 1-го плода	3,6±0,35	73,8	1	12	11	12,00
Число боковых ветвей	0,9±0,13	114,6	0	3	3	-
Доля продуктивных узлов	0,414±0,0211	40,8	0,140	0,875	0,735	1,19

Таблица 3

Сравнительная характеристика изменчивости и колебания эмпирических показателей числовых признаков *V. faba* в условиях Дагестана ($m_{As} = 0,3189$, $m_{Ex} = 0,6378$)

Признаки	As		Ex	
	Π_1	t	Π_2	t
Общее число междоузлий	4,073	12,772 ^{***}	23,362	36,629 ^{***}
Число продуктивных узлов	0,214	0,671	-0,771	1,209
Число плодов на растении	1,779	5,579 ^{***}	3,278	5,140 ^{***}
Общее число семян на растение	1,857	5,823 ^{***}	3,702	5,804 ^{***}
Среднее число семян на плод	0,582	1,825	1,702	2,669 ^{**}
Узел расположения 1-го плода	1,118	3,506 ^{***}	0,775	1,215
Число боковых ветвей	0,942	2,954 ^{**}	-0,153	1,568
Доля продуктивных узлов	0,680	2,132 [*]	-0,027	0,042

Обозначения: Π_1 – показатель меры отклонения распределения частот от симметричного их распределения относительно максимальной ординаты (асимметрия – As); 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 $df = \infty$: 1,960^{*}; 2,5758^{**} и 3,290^{***}.

Для эмпирических характеристик этих признаков также наблюдаем широкий диапазон. Относительно минимальные и низкие показатели относительной изменчивости объединённой выборки отмечены для среднего числа семян на плод (K_4), для числа и доли продуктивных узлов на растении (K_1 и K_7) и для общего числа междоузлий (K), хотя средние значения этих признаков варьируются довольно широко.

Однако для признака – общего числа междоузлий (K) выявлены как максимальное значение размаха (max–min) крайних вариант, так и существенное, на самом высоком (99,9 %) уровне достоверности, отклонение асимметрии (As) и эксцесса (Ex) от нормального распределения по t-критерию Стьюдента. Признак - общее число междоузлий (K) отличается от всех рассматриваемых здесь признаков и существенной корреляционной связью (0,864^{*}) средних значений с показателями относительной изменчивости. С увеличением среднего числа междоузлий достоверно возрастают и величины коэффициента вариации. Среднее число семян на плод (K_4) и среднее число продуктивных узлов на растении (K_1) наряду с

минимальными показателями относительной изменчивости также имеют сравнительно сходные величины размаха (max–min) и частного (max/min) крайних вариант, существенно отклоняющемся от нормального распределения значений первого признака (K_4) только по своему ($2,669^{**}$) эксцессу (Ex). При этом для относительного признака – доли продуктивных узлов на растении (K_7) характерны минимальные значения амплитуды и частного крайних вариант и существенное отклонение ($2,132^*$) от нормального распределения по скошенности (A_s), (табл. 3). Для признаков, от которых прямо зависит собственно урожайность – общее число плодов (K_2) и семян (K_3) на растении присущи сравнительно сходные показатели относительной изменчивости при незначительном превосходстве общего числа семян (K_3) на растении над общим числом плодов (K_2). Такое же превосходство этих двух признаков сохраняется и для амплитуд и частных крайних вариант при существенном, на самом высоком уровне значимости, отклонении по t-критерию Стьюдента от нормального распределения обеих эмпирических показателей (A_s и Ex). Для порядкового номера узла расположения первого плода (K_5) характерен также достаточно высокий коэффициент вариации, и отмечены сравнительно сходные показатели амплитуды и частного крайних вариант. В то же время для узла расположения первого плода (K_5) наблюдается достоверное отличие ($3,506^{***}$) от нормального распределения по асимметрии (A_s). Признак – число боковых ветвей (K_6) на растении является неустойчивым признаком, который характерен не для каждого растения этого вида. Поэтому для среднего значения этого признака (число боковых ветвей) присуща необычная, слишком высокая относительная изменчивость (114,6%). Для данного признака, как для преобладающего большинства числовых величин *V. faba*, отмечено также значимое отличие от нормального распределения по асимметрии (A_s). Кроме того, в структуре генеративного побега или надземной части растения, которой характерен недетерминированный рост, преобладает доля числа узлов, расположенных выше продуктивных узлов (K_8), при минимальном проценте числа до сегмента расположения первого плода (K_5) (рис. 2). В структуре число и доля узлов как составляющих,

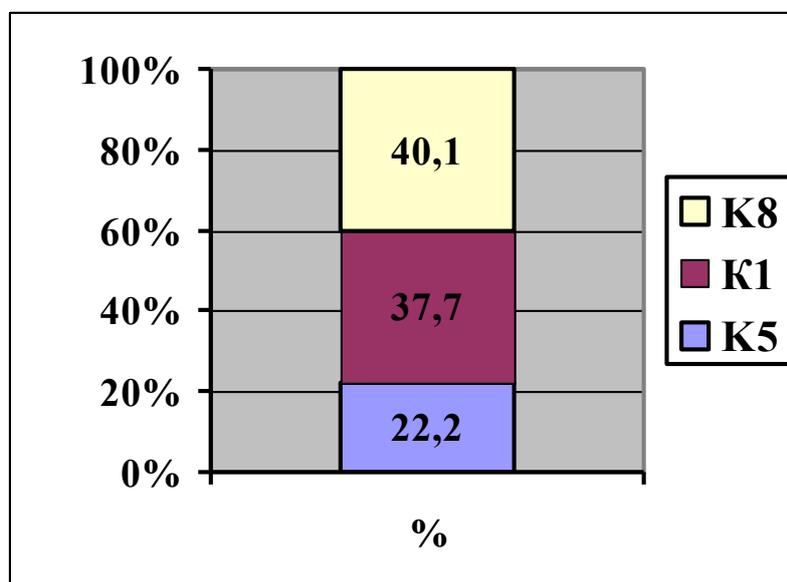


Рис. 2. Структура общего числа (K) узлов объединённой выборки ($\sum n = 59$) по частям в пределах генеративного побега *V. faba*. Число узлов: до сегмента расположения первого плода (K_5); продуктивных узлов (K_1) и выше продуктивных узлов (K_8)

В структуре число и доля узлов как составляющих, генеративного побега объединённой выборки, возрастает по направлению от корневой шейки до верхушки, т.е. снизу вверх. При сравнительном анализе структуры вариабельности восьми числовых признаков пяти сортообразцов выяснилось, что главный показатель изменчивости признаков интродуцентов – коэффициент вариации колеблется в довольно широких пределах, от 15,4 до 141,4%.

Однако для этих признаков сортообразцов в преобладающем большинстве случаев свойственны те же тенденции, которые нами были отмечены для числовых показателей объединённой выборки. Так, для общего числа междоузлий (K) и среднего числа семян на плод (K₄) сортообразцов преимущественно присущи минимальные показатели относительной изменчивости. Некоторые незначительные отклонения от общей тенденции наблюдаются у сортов к-2399 и к-609259. Максимальное среднее число (2,7) семян на плод (K₄) характерно для сортообразца к- 2267, а минимальное (1,9) – для интродуцента к- 2264.

Максимальным общим числом (19,9) междоузлий (K) и числом продуктивных (7,9) узлов (K₁) в репродуктивной зоне отличается сорт к-609259 германского происхождения. При сравнении средних величин и относительной изменчивости трёх числовых признаков сортообразцов: общее число плодов (K₂); общее число семян (K₃) на растении; среднее число семян на плод (K₄), непосредственно связанных с урожайностью, выяснилось, что минимальными показателями этих величин выделяется, как и следовало бы ожидать, признак – среднее число семян на плод (K₄). Для данных сортов сравнительно низки также показатели относительной вариабельности индексного признака – доли продуктивных узлов на растении (K₇), у которого отмечены максимальное (0,501) значение для сорта к- 2398 с минимальным общим числом (12,3) междоузлий (K) и средним числом (2,3) семян на плод (K₄). Однако с минимальным средним значением (1,9) числа семян на плод (K₄) для сортообразца к- 2264 характерна и наименьшая доля (0,273) плодущих узлов на растении (K₇). Числовой показатель – узел расположения первого плода (K₅) на генеративном побеге для этих сортообразцов колеблется довольно в широких пределах, от 1 до 12. Высокой вариабельностью характеризуется этот признак и минимальная средняя величина (2) его наблюдается для интродуцента к- 2267. Число боковых ветвей (K₆) сортообразцов этого вида является весьма вариабельным признаком и не у каждой особи в пределах сортообразца наблюдается ветвление. Результатом этого являются и наблюдаемые более высокие показатели (100% и выше) коэффициента вариации. Здесь для сортообразца к- 609259 отмечено минимальное среднее значение (0,2) признака – числа боковых ветвей (K₆). При сопоставлении структур долей составляющих общее число узлов (K) сортообразцов выявилось, что максимальные значения доли (48,8) числа продуктивных узлов (K₁) и числа (48,2) междоузлий выше репродуктивной зоны (K₇) занимают сортообразцы к-2398 и к-2264, соответственно (рис. 3). При этом у составляющих общего числа междоузлий (K) всех сортообразцов, минимальные

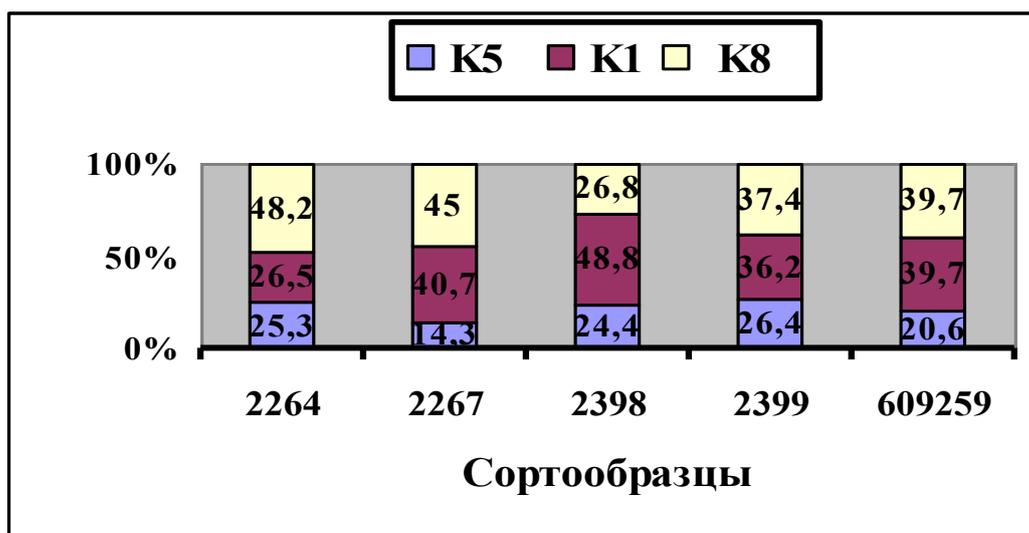


Рис. 3. Структура общего числа (K) узлов сортообразцов *V. faba* по частям в пределах генеративного побега. (K₅ – число узлов до сегмента расположения первого плода; K₁ – число продуктивных (репродуктивная зона) и K₈ – число междоузлий выше последних)

При этом у составляющих общего числа междоузлий (К) всех сортообразцов, минимальные доли отмечены для числа междоузлий до сегмента расположения первого плода (К₅). Минимальные показатели (3,3) по числу выше плодущих узлов или репродуктивной зоны (К₇) сортообразцов *V. faba* характерны для интродуцента к – 2398, у которого отмечено и наименьшее общее число (12,3) междоузлий (К) (рис. 4).

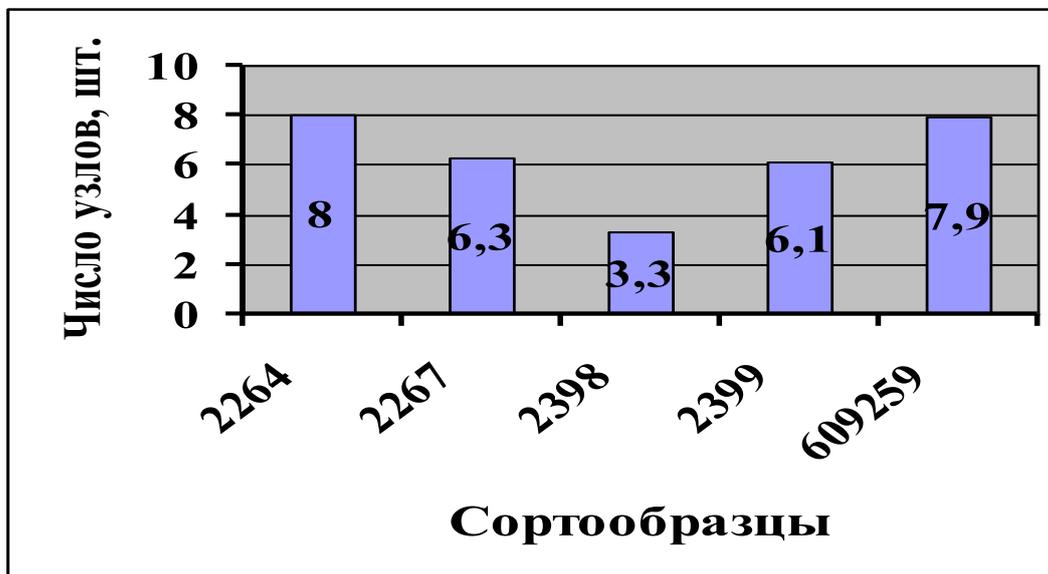


Рис. 4. Число междоузлий сортообразцов *V. faba* выше репродуктивной зоны (К₈)

При этом максимальное значение данного признака (8) отмечено для культивара к-2264, у которого наблюдается и минимальное среднее число (1,9) семян на плод (К₄).

В то же время средние значения этих числовых признаков сортообразцов данной культуры имеют сравнительно сходные показатели и только в редких случаях существенно отличаются по t-критерию Стьюдента (табл. 4). В 11-и случаях (табл. 4).

Таблица 4

Сравнительная характеристика сравнения средних значений числовых признаков сортообразцов *V. faba* по t-критерию Стьюдента (df = n₁ + n₂ – 2)

№ п/п	Варианты сравнения	df	Признаки							
			К	К ₁	К ₂	К ₃	К ₄	К ₅	К ₆	К ₇
1.	2264 и 2267	18	-	-	-	-	4,040***	-	-	-
2.	2264 и 2398	18	3,209**	-	-	-	-	-	-	3,679**
3.	2264 и 2399	23	-	-	-	-	-	-	-	-
4.	2264 и 609259	22	-	4,408***	-	-	2,830**	-	3,101**	3,411**
5.	2267 и 2398	18	-	-	-	-	-	-	-	-
6.	2267 и 2399	23	-	-	-	-	-	2,457*	2,732*	-
7.	2267 и 609259	22	-	-	2,234*	2,414*	-	2,672*	4,478***	-
8.	2398 и 2399	23	2,491*	-	-	-	-	-	-	2,303*
9.	2398 и 609259	22	2,259*	2,798*	-	-	-	-	-	-
10.	2399 и 609259	27	-	3,140**	-	-	-	-	-	-

Примечание. df – число степеней свободы. Проверк означает отсутствие достоверного различия. * – P < 0,05; ** – P < 0,01; *** – P < 0,001.

В 11-и случаях (табл. 4) достоверные различия средних величин числовых признаков по данному критерию характерны сортообразцу к-609259 «Широкко» Германской селекции. По 30% из 10 вариант значимые различия отмечены для четырёх признаков: общего числа междоузлий (К); числа продуктивных узлов (К₁), доли продуктивных узлов (К₇) и боковых

ветвей (K_6). Средние величины числовых признаков – плодов на растение (K_2) и семян на растение (K_3), которые определяют и собственно урожай, имеют сходные показатели, и их различия, за исключением по одному варианту, носят случайный характер. Варианты сравнения средних величин двух сортообразцов (к-2267 и к-609259) значительно различаются и только на низком уровне достоверности. Варианты сравнения и расхождения средних показателей числового признака – узла расположения первого плода (K_5) также существенны на высоком уровне (95,5%) достоверности, как и в случае (к-2267 и к- 2399). Сравнимые сортообразцы имеют довольно сходные средние числа семян на плод (K_4). Признак – число семян на плод (K_4) сравнительно устойчивый признак. Однако у 20% сравнений их между собой отмечены существенные, на довольно высоком уровне достоверности, различия по t-критерию Стьюдента.

В результате корреляционного анализа выяснилось, что число продуктивных узлов (K_1) со всеми рассматриваемыми здесь числовыми признаками, за исключением долей продуктивных узлов (K_7), не имеет существенные корреляционные связи. Данный признак (K_1) с его долей (K_7), как и следовало бы ожидать, коррелирован достоверно.

Связи числа продуктивных узлов (K_1) с общим числом междоузлий (K) в одном варианте и числом боковых ветвей (K_6) также в одном варианте коррелированы достоверно. Корреляционные связи числа продуктивных узлов (K_1) с остальными признаками носят случайный характер (табл. 5).

Таблица 5

Сравнительная характеристика корреляционных связей (r_{xy}) числовых признаков сортообразцов *V. faba* в условиях Дагестана ($df = n - 2$)

Сорта	df	r_{xy} между признаками													
		К и K_1	К и K_2	К и K_3	К и K_5	К и K_7	K_1 и K_6	K_1 и K_7	K_2 и K_3	K_2 и K_5	K_2 и K_6	K_2 и K_7	K_3 и K_5	K_3 и K_6	K_3 и K_7
к-2264	8	-	-	65*	-	-	-	94***	93***	-	-	-	-	-	-
к-2267	8	-	69*	62*	-	-	-	93***	92***	-	-	-	68*	-	-82**
к-2398	8	-	-	-	-	-	-	64*	99***	90***	75*	-	91***	70*	-
к-2399	13	60*	83***	90***	81***	-	-	-	94***	83***	-	-	79***	-	-61*
к - 609259	12	-	-	-	-	-	56*	57*	86***	62*	-	-	53*	-	-
Σ	57	-	30*	34*	45**	-	-	73***	94***	63***	27*	-	61***	-	-

Примечание. K – общее число междоузлий (рис. 1, В); K_1 – число продуктивных узлов; K_2 – общее число плодов на растении; K_3 – общее число семян на растение; K_4 – среднее число семян на плод; K_5 – узел расположения первого плода; K_6 – число боковых ветвей и K_7 – доля продуктивных узлов. Коэффициент корреляции (r_{xy}) приведен в виде первых двух знаков после запятой. df – число степеней свободы. Проверк – отсутствие существенной связи. * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$.

Однако число плодов (K_2) и семян (K_3) на генеративном побеге, которые и определяют собственно урожайность, взаимосвязаны между собой существенно, на самом высоком (99,9%) уровне достоверности. При этом для этих двух признаков генеративной сферы (K_2 и K_3) с узлом расположения первого плода (K_5) в преобладающем большинстве случаев характерны существенные корреляции, а со средним числом семян на плод (K_4) – связи носят случайный характер. В то же время для этих двух показателей (K_2 и K_3) довольно часто характерны значимые связи с общим числом междоузлий (K) и редкие, но отрицательные – с долей (K_7) продуктивных узлов на генеративном побеге. Такие же редкие и негативные корреляции последнего признака (K_7) присущи и с общим числом междоузлий (K) и с узлом расположения первого плода (K_5). Кроме того, все варианты связей числа боковых ветвей

(K_6) с тремя числовыми признаками: с общим числом междоузлий (K), с узлом расположения первого плода (K_5) и с долей продуктивных узлов (K_7) носят случайный характер, при двух вариантах значимых корреляций общего числа междоузлий (K) с узлом расположения первого плода (K_5).

В результате проведённого дисперсионного анализа выяснилось, что генотипический фактор – сортовое разнообразие более-менее с одинаковой силой влияет на изменчивость только трёх числовых признаков: на вариабельность числа продуктивных узлов (K_1), боковых ветвей (K_6) и доли продуктивных узлов (K_7) (табл. 6).

Таблица 6

Результаты однофакторного (сортовое разнообразие) дисперсионного анализа числовых признаков сортообразцов *V. faba* в условиях интродукции ($df = n - 1$)

№ п/п	Признаки	SS	mS	F(4)	$h^2, \%$
1	K	-	-	-	-
2	K_1	74,24221	18,560553	4,792**	26,2
3	K_2	-	-	-	-
4	K_3	-	-	-	-
5	K_4	-	-	-	-
6.	K_5	-	-	-	-
7.	K_6	13,524778	3,3811945	4,208**	23,8
8.	K_7	0,3801562	0,0950391	4,026*	23,0

Примечание. SS – среднее квадратичное отклонение. mS – дисперсия. F – критерий Фишера. В скобках – число степеней свободы (df). h^2 – сила влияния фактора, %. Прочерк – отсутствие существенного влияния фактора. * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$.

На изменчивость значений остальных рассматриваемых здесь числовых признаков учтённый фактор существенного влияния не оказывает.

Заключение

В условиях Внутреннегорного Дагестана (1830 м высоты над уровнем моря) было отмечено успешное прохождение интродукционного испытания пяти сортообразцов *Vicia faba* L. и получение достаточного семенного материала. В результате сравнительного анализа оценено влияние генотипического фактора – сортового разнообразия на структуру изменчивости числовых признаков этой культуры. Установлено, что сортовое разнообразие оказывает существенное влияние на изменчивость трёх признаков: числа и доли продуктивных узлов и боковых ветвей. Отмечены наиболее стабильные и пластичные числовые признаки вегетативной и генеративной сфер. В результате комплексной оценки по урожайности семян и признаков продуктивности выделились следующие перспективные сорта: Велена, Мария, Киу-82 для внедрения промышленного производства в условиях Дагестана. На основании проведённых исследований разработаны оптимальные сроки посева данных сортообразцов *Vicia faba* L.

Литература

1. Боднар Г.В., Лавриненко Г.Т. Зернобобовые культуры. М.: Колос, 1977. – 255 с.
2. Растения полевой культуры//Зерновые и зернобобовые. Казань: Изд-во КГУ, 1989. – С. 51-52.
3. Каталог мировой коллекции ВИР. Новые образцы зерновых, бобовых культур. Вып. 312. Л., 1981. – 62 с.
4. Хабибов А.Д., Дибиров М.Д., Магомедов М.А., Шуайбова Н.Ш. Изменчивость признаков проростка зернобобовых культур // Вестник ДНЦ РАН, №33, 2009. – С. 22–30.
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. DOI: 10.37670/2073-0853-2021-91-5-46-53.
6. Зайцев Г. Н. Методика биометрических расчётов. М.: Наука, 1983. – 256 с.
7. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
8. Плохинский Н. А. Биометрия. М.: Изд-во МГУ, 1970. 367 с.

References

1. Bodnar G.V., Lavrinenko G.T. Zernobobovye kul'tury. [*Leguminous crops*]. Moscow.: Kolos, 1977. 255 p.
2. Rasteniya polevoj kul'tury. Zernovye i zernobobovye.[Field culture plants]. *Cereals and legumes*] Kazan: Izd-vo KGU, 1989, pp. 51-52.
3. Katalog mirovoj kollekcii VIR. Novye obrazcy zernovyh, bobovyh kul'tur. [Catalog of the VIR world collection]. *New samples of cereals, legumes*. no. 312. Leningrad, 1981. 62 p.
4. Habibov A.D., Dibirov M.D., Magomedov M.A., Shuajbova N.Sh. Izmenchivost' priznakov proroška zernobobovyh kul'tur.Vestnik DNC RAN. [Variability of signs of the seedling of leguminous crops]. *Bulletin of the Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. no 33, 2009, pp. 22–30.
5. Habibov A.D., Shuajbova N.Sh. Rol' genotipicheskogo faktora v variabel'nosti razmernyh priznakov sortoobrazcov *Vicia faba* L. pri introdukcii v uslovijah Vnutrennegornogo Dagestana. Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. [The role of the genotypic factor in the variability of the dimensional characteristics of the varieties of *Vicia faba* L. when introduced in the conditions of Inland Dagestan] . *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. 2021. no 5 (91), pp. 46 – 53. doi: 10.37670/2073-0853-2021-91-5-46-53.
6. Zajcev G. N. Metodika biometricheskikh raschjotov. [Methods of biometric calculations]. Moscow: Nauka Publ., 1983. 256 p.
7. Lakin G. F. Biometrija. [Biometrics]. Moscow: Vysshaja shkola Publ., 1990, 352 p.
8. Plohinskij N. A. Biometrija. [Biometrics]. Moscow: Publishing House of Moscow State University, 1970. 367 p.