



21. Mirkin B.M., Naumov L.G. Basis of General Ecology. Moscow: Universitetskaya Kniga, 2005. 240 p. [In Russian]
22. Obukhov A.I. Methodical Basis of Maximum Permissible Concentration's Development of Heavy Metals and Pollution Gradation of Soils // System of Methods of Soils Cover Studying Degraded under the Influence of Chemical Pollution. Moscow, 1992. Pp. 13-20. [In Russian]
23. Ecogeochemistry of Western Siberia. Heavy Metals and Radionuclides. Novosibirsk: Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science, Research Center OIGGM, 1996. 248 p. [In Russian]
24. Trace Elements in the Environment: Biogeochemistry, Biotechnology and Bioremediation / Edited by M.N.V. Prasad, K.S. Sajwan, R. Naidu. Moscow: FIZMATLIT, 2009. 816 p. [In Russian]
25. Shilov I.A. Ecology. Moscow: The Publishing House of Yurayt, 2012. 512 p. [In Russian]
26. Berezina N.A., Afanasyev N.B. Plant Ecology. Moscow: "Akademiya" Publishing House, 2009. 400 p. [In Russian]
27. Zholkevich V.N., Gusev N.A., Kaplya A.V., Pakhomova G.I., Pilshchikova N.V., Samuilov F.D., Slavnyi P.S., Shmatko I.G. Water Exchange in Plants. Moscow: Nauka, 1989. 256 p. [In Russian]
28. Zyalalov A.A., Gazizov I.S. Water of Plants. Kazan: "Fan" Publishing house of the Tatarstan Academy of Sciences, 2012. 366 p. [In Russian]

УДК 635.6+58(470.67)

РОЛЬ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ В ИЗМЕНЧИВОСТИ ПРИЗНАКОВ РОСТА И СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ *Vicia faba* L. В УСЛОВИЯХ ВНУТРЕННЕГОРНОГО ДАГЕСТАНА

© 2013 Шуайбова Н.Ш.¹, Хабибов А.Д.², Магомедов А.М.³

¹ Институт Геологии Дагестанского научного центра РАН.

² Горный ботанический сад Дагестанского научного центра РАН

³ Дагестанская государственная медицинская академия

В условиях Внутреннегорного Дагестана проводился сравнительный анализ структуры изменчивости размерных и числовых признаков роста и продуктивности растений в целом шести сортов конских бобов (*Vicia faba* L.).

The comparative analysis of the variability structure of size and numerical characteristics of growth and productivity of six species of *Vicia faba* L. was carried out in the conditions of mountainous Dagestan.

Ключевые слова: Интродукция, сорт, высотный градиент, двухфакторный анализ.

Key words: Introduction, sort, altitude gradient, dual-factor analysis.

Кормовые (конские, русские) бобы – *Vicia faba* L. (= *Faba bona* Medik) являются ценной белковой и древней культурой. 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), а Африке (Алжир). В культуру были введены давно, в Древнем Египте служили обычной пищей бедного населения (Прянишников, 1962). В настоящее время бобы в природе не известны. В древности пищевое значение этой культуры было значительным, а с введением в культуру картофеля, фасоли и других видов зернобобовых культур посевные площади кормовых бобов постепенно сократились. Сейчас их возделывают в странах Европы, Азии, Африки и Америки.

Кормовые бобы заслуживают особого внимания как продовольственная и кормовая культура, поскольку из зерновых бобовых культур дают самые высокие урожаи семян с большим содержанием белка (Мартынов, 1954). Средний химический состав семян в расчете на сухое вещество следующий: протеина – 29,5%; клетчатки – 7,4%; золы – 3,5% безазотистых экстрактивных веществ – 58,4%; жира – 1,2% (Каталог мировой коллекции, 1973). 1 кг зерна кормовых бобов содержит 1,29 кормовых единиц, т.е. больше, чем в овсе, и 287 г перевариваемого протеина (Елсуков, 1962). Семена также содержат все незаменимые аминокислоты в количестве, необходимом для полноценного корма. Используются бобы для корма животных в виде молотого зерна, зеленой массы и силоса. Так же, как и другие бобовые культуры, бобы усваивают азот воздуха и обогащают почву, оставляя более 50 кг связанного азота на 1 га (Каталог мировой коллекции, 1973).

В настоящее время в мире известно более 450 сортов, отличающихся по хозяйственному назначению и морфологическим признакам и свойствам, в основном по величине, окраске кожуры, размерам и форме семян (Гжесюк, Суйка, 1962; Грушка, 1962).

Различают кормовые (собственно конские) сорта (*v. faba* var. *minor* Beck.) с мелкими, преимущественно круглыми семенами (масса 1000 семян (МТС) равен 400-650 г), среднесеменные сорта (*v. faba* var. *equina* Tezs.) с широкими и плоскими, преимущественно светлоокрашенными семенами средней величины, плоско-вогнутыми и значительно утолщенными у рубчика (МТС 650-800 г), и пищевые или овощные сорта (*v. faba*



var. *major* Harz.) с крупными сплюснутыми коричневато-желтыми семенами весом 1000 семян от 1300 до 2300 г. (Растения полевой культуры, 1989).

Все возделываемые в разных странах бобы под воздействием климатических условий и деятельности человека обособились в хорошо выраженные эколого-географические группы. С.М. Мартынов (1954) различает три группы (северная, среднерусская и высокогорная).

Как подчеркивают все специалисты, когда-либо имевшие дело с кормовыми бобами, главным недостатком этой культуры является длительный период вегетационного цикла развития и по этому признаку различают ранне-, средне- и позднеспелые сорта.

В горах Дагестана конские бобы еще до недавнего времени возделывались широко. Известны местные формы (сорта) этого вида, которые относятся к оригинальному подвиду – дагестанскому. В каталоге мировой коллекции ВИР (№ 107) среди 12 эколого-географических групп отдельно выделяется дагестанская группа, куда входят 13 сортообразцов. Однако вместе с сокращением террасного земледелия и посевных площадей исчезают местные сорта и уменьшается общая площадь, занятая этой культурой. Кроме того, выше отмеченная тенденция ускоряет и тот факт, что последние годы горцы перестали обрабатывать террасные посевные площади, которые в тяжелые времена кормили жителей гор нашего края. С целью сохранения генофонда и его обогащения в Горном ботаническом саду ДНЦ РАН с 1994 года нами проведены интродукционные работы с конскими бобами. Некоторые предварительные результаты интродукционного анализа сортов кормовых бобов на Гунибском плато нами были изложены в материалах ранее (Хабибов, 1995; 1996).

Материал и методика. На террасированных участках северного склона Гунибской экспериментальной базы (Гунибское плато, 1730 и 1950 м высоты над ур. м.) и в пойменном участке левого берега реки Кара-Койсу окрестностей урочища «Саланиб» (1000 м высоты над ур. м.) весной 1999 года в трёхкратной повторности были высеяны семена шести зернобобовых культур отечественной и зарубежной селекции. Семенной материал, главным образом, был получен как из Всесоюзного института растениеводства им. Н.И. Вавилова (г. Санкт-Петербург), так и других научных учреждений России. Иначе говоря, проводились сравнительные экспериментальные исследования зернобобовых культур, в том числе шести сортообразцов кормовых бобов на разных высотных уровнях горы Гуниб (1000-1730-1950 м над ур. м.), моделирующей селекционную систему Борлауга (Мексика). Участки испытания охватывают все три уровня и отражают экологические условия горнодолинного, средне- и высокогорного поясов.

Посев семян был проведён рендомизированно в десятиметровых рядах трёхкратной повторностью с расстоянием между ними 30 см. В ряду размещались до 70 семян. Календарные даты фенологических наблюдений были переведены в непрерывный ряд (Зайцев, 1983). Среднее годовое количество осадков на плато 680 мм; относительная влажность воздуха – 65%; средняя температура самого теплого месяца – августа равна 16,5°, самого холодного – января – 5,2°C. Безморозный период равен 67 дням (Справочник по климату СССР, 1969). Во всех трёх высотных отметках в ходе роста и развития регулярно проводились фенологические наблюдения. После прохождения вегетационного цикла у 30 растений каждого сортообразца испытываемых зернобобовых культур в лабораторных условиях проводили учёт десяти морфологических (размерных, или ростовых и числовых) признаков. При сравнительном анализе размерных, или ростовых и числовых признаков растений в целом и его компонентов были получены средние статистические характеристики с последующим использованием методов корреляционного, дисперсионного и регрессионного анализов (Лакин, 1980; Зайцев, 1983). Для объединённых выборок по факторам были дополнительно вычислены семь относительных признаков. Календарные даты были преобразованы в непрерывный ряд, согласно таблице 24П (Зайцев, 1983). При проведении расчетов использовался ПСП Statgraf version 3.0. Shareware, система анализа данных Statistica 5.5. В данном сообщении рассматриваются только результаты интродукционного анализа следующих шести сортов кормовых бобов: 1 – 5347 (Belena), 2 – 5346 (Белорусские), 3 – 5365 (Черные русские), 4 – 4559 (Индийские), 5 – 4533 (Пермская обл.) и 6 – из г. Дамаска (Сирия).

Результаты и обсуждение. Предварительные результаты интродукционного испытания сортов кормовых бобов на Гунибском плато показали, что всхожесть этой культуры, как и многих зернобобовых культур, зависит от сроков последней репродукции и различия сортов, а их было 55, по всхожести довольно тесно коррелировали со сроком хранения семян (Хабибов, 1996). Отрицательный коэффициент корреляции между ними равен 0,74.

При сопоставлении результатов фенологических наблюдений за сортами и сравнении их между собой выяснилось, что средние значения сроков от посева до начала цветения интродуцентов колеблются от 51,3 до 58,7 суток (табл. 1). При этом этот показатель для объединённой выборки равен 54,7. При сравнительном анализе средних величин различия по t-критерию Стьюдента в большинстве (9 из 15) вариантах различаются существенно. Позже всех начинает цвести сортообразец, семена которого были получены из г. Дамаска (Сирия). У этого образца, у которого отмечены максимальные размеры и масса семени, среднее число дней от посева до начала цветения, как и следовало бы ожидать, длится дольше всех и составляет 59 дней, т.е. темпы роста и развития вообще зависят, как правило, от массы особи – семени, чем меньше масса, тем темпы роста и другие показатели высокие. Подобное характерно вообще для всего живого (Алимов, 2002), и нами на начальных этапах развития семени и проростка для девяти видов зернобобовых культур, в том числе кормовых бобов, были получены аналогичные результаты (Хабибов и др. 2004; Хабибов и др. 2009). По комплексному фактору – высотно-



му уровню все испытанные сорта отвечают в одном и том же направлении, и средние величины колеблются значительно, от 42 до 65 суток. Размах по высоте над уровнем моря в 3,1 раза $((65-42) / (58,7-51,3) = 23/7,4 = 3,1)$ превышает, чем амплитуда сортового разнообразия. Кроме того, необходимо отметить, что согласно средним показателям большему значению высотного градиента $(1730 - 1000 = 730 \text{ м})$ соответствует относительно высокий показатель $(57 - 45 = 12)$, в то время, для небольшой разницы $(1950 - 1730 = 220 \text{ м над ур. м.})$ – незначительный $(57 - 45 = 4)$, в три раза меньше. Иначе говоря, с повышением высотного уровня цветение сортов задерживается и разница между крайними вариантами высот по средним срокам начала цветения составляет 16 суток.

Таблица 1

**Результаты сравнения средних значений сроков наступления начала цветения
сортотипов кормовых бобов по t-критерию по трем высотным уровням горы Гуниб**

№ п/п	Факторы									
	Сортотипы n = 3 Limits = 2,915					Высота над ур.м. Limits = 2,100 n = 6				
	$X \pm Sx$	Срав. вар-ты	Раз- сть	Сравнив вар-ты	Раз- сть	1000	1730	1950	Срав. вар-ты	Раз- сть
1	52,3±4,41	1-2	-	2-5	5,0*	44	54	59	1-2	12,2*
2	51,3±4,81	1-3	-	2-6	7,3*	42	54	58	1-3	15,8*
3	51,7±5,04	1-4	5,3*	3-4	6,0*	42	54	59	2-3	3,7*
4	57,7±4,84	1-5	4,0*	3-5	4,7*	48	63	62		
5	56,3±4,63	1-6	6,3*	3-6	7,0*	48	57	64		
6	58,7±5,36	2-3	-	4-5	-	48	63	65		
Σ	54,7±1,14	2-4	6,3*	4-6	-	45	57	61		
				5-6	-		-			

Примечание. В таблице приводятся только порядковые номера (1-6) сортов; t – критерий Стьюдента. Проверк означает отсутствие достоверного различия. * – $P < 0,05$.

Результаты проведенного двухфакторного (сорта и высота над ур. м.) дисперсионного анализа по данному признаку показали, что оба фактора существенно, на самом высоком уровне достоверности, влияют на изменчивость этого признака, причем, влияние высотного уровня – (81,6%) значительно (в 5,2 раза) превышает таковой сортового разнообразия (15,8%), хотя влияние фактора взаимодействия «сорт-высота» носит случайный характер (табл. 2). На основе регрессионного анализа получены результаты, согласно которым высотный градиент, равный 950 м ($\Delta h = 1950-1000$), значимо влияет на изменчивость сроков наступления фазы цветения рассматриваемых сортов кормовых бобов и вся изменчивость высотного фактора связана с его градиентом. При этом коэффициент детерминации равен компоненте дисперсии, при $r_{xy} = 0,903$.

Между высотным градиентом ($\Delta h = 1950-1000 = 950 \text{ м}$) и сроками от посева до начала цветения отмечены существенные значения корреляционной связи. Иначе говоря, с увеличением высоты над ур. м. (1000 – 1730 – 1950 м) возрастают сроки от посева до начала цветения сортотипов этой культуры.

Некоторые результаты сравнительной характеристики изменчивости средних значений признаков шести сортотипов каждой отдельно взятой и объединённой выборки кормовых бобов, испытанных на трех высотных уровнях горы Гуниб, представлены в табл. 3. Максимальные средние значения (77,2 см) длины стебля (L) и междоузлия (L/K) объединённой выборки ($n = 90$) имеют растения сорта Белорусские (5346), хотя в условиях высокогорного пояса они достигают до 94,9 и 3,4 см, соответственно. Наименьшие средние значения (46,7 – 2,4 см) этого признака отмечено для интродукта из Пермской области (5333) с минимальным средним показателем (30,8 см) высоты стебля в условиях горнодолинной зоны. Максимальные средние значения над минимальными таковыми превышают в 3,08 и 1,42 раза (94,9/30,8), хотя последний показатель для объединённых выборок незначительный и равен 1,65 (77,2/46,7). Остальные разновысотные выборки сортов по данному признаку занимают промежуточное положение. При этом для всех испытанных сортов характерно возрастание средней длины стебля и междоузлия, от длины и числа которого зависит высота стебля, с увеличением высоты над ур. м. и в условиях высокогорной зоны (1950 м) сорта имеют самые высокорослые растения с относительно удлиненными междоузлиями.



Таблица 2

Результаты двухфакторного (сорта и высота над ур. м.) дисперсионного (с взаимодействием) и регрессионного анализа сроков начала цветения сортообразцов кормовых бобов

Источники изменчивости	Дисперсионный анализ					Регрессионный анализ			
	df	SS	mS	F	h ² , %	mS	F(1)	r _{xy}	r ² , %
A	5	160,0	32,0	12,468***	15,8	-	-	-	-
B	2	824,3	412,2	160,584***	81,6	824,3	71,038***	0,903	81,6
AB	10	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание. Факторы: A – сорта; B – высота над ур. м.; AB – взаимодействие. F – критерий Фишера; h² – сила влияния фактора, %. Прочерк означает отсутствие существенного влияния фактора. В скобках указано число степеней свободы (df). r² – коэффициент детерминации, в %. r_{xy} – коэффициент корреляции между признаком и высотным градиентом. * – P < 0,05; ** – P < 0,01; *** – P < 0,001.

Размах средних величин объединенной (Σ) выборки другого ростового признака – толщины стебля (D) сравнительно небольшой и средние показатели разных сортов колеблются от 4,9 до 8,2 мм. Частное крайних вариант средних величин по этому признаку составляет всего 1,67 (8,2/4,9). Наибольшее же среднее значение (9,3 мм) этого признака в пределах разновысотных выборок характерно для сорта (5347) Belena в условиях высокогорного пояса, наименьшее (4,3 мм) – на горнодолинном участке для интродукта (5359) индийской селекции, составляет превышение в 2,16 раза (9,3/4,3). Для рассматриваемых сортов характерно также возрастание средних показателей этого признака с набором высотного уровня. Исключение составляет три культивара – (5347) Belena, (5365) Русские Чёрные и (5346) Белорусские, у которых минимальные средние величины толщины четырёхгранного стебля отмечены в условиях среднегорной зоны (1730 м высоты над ур. м.).

Общее число узлов (K) или междоузлий на растении является относительно стабильным признаком и колеблется оно в незначительных пределах, от 18,8 у сорта из Сирии до 23,6 шт. у сорта (5347) Belena. Для этих же сортов присущи средние значения крайних вариант (18,0 и 24,4 шт.) разновысотных выборок. Некоторые вышеотмеченные относительные показатели для этого признака также незначительны. В пределах разновысотных выборок максимальные показатели данного признака характерны для растений высокогорий, минимальные – для выборок с высоты 1000 м над ур. м. Однако для этого признака характерна сходная с толщиной стебля тенденция и для тех же сортов – (5347) Belena, (5365) Русские Чёрные и (5346) Белорусские отмечены наименьшие показатели в условиях среднегорной зоны.

В пределах растений этой культуры различают три зоны: крайние неплодущие и средняя зона, к узлам которой прикреплены плоды и, соответственно, от которой зависит семенная продуктивность. Высока также роль узла расположения первого плода или нижней неплодущей части, которая имеет первостепенное значение при механизированной уборке урожая. Амплитуда числа плодущих узлов (K₁), а также нижнего плодущего узла (K₆), как и общего числа узлов, не высокая и, она равна 6,2-3,0 и 7,8-6,7 (для объединённой) и 8,6-2,0 и 8,7-6,2 (для разновысотных выборок), соответственно. Минимальные показатели характерны для сортов из Индии и Пермской области, максимальные – для культиваров Чёрные Русские и из Сирии, у которого наблюдаются самые крупные плоды и семена. Если число плодущих узлов (K₁) на растение с увеличением высотной отметки, за исключением выше упомянутых трёх сортов и интродукта из Индии (5359), возрастает, то для узла расположения первого плода присуща иная тенденция и, в условиях высокогорной зоны, наоборот, отмечены растения с минимальными средними показателями, а в горнодолинном участке – с максимальными величинами. Доля плодущих узлов ((K₁/K)·100) на стебле колеблется от 16,0 (Siria) до 30,9% (5333 из Пермской области). Для последнего сорта характерно и максимальное среднее число (1,3) бобов на плодущем узле (K₂/K₁).

Среди рассматриваемых интродуктов по признакам урожайности – общего числа плодов (K₂) и семян (K₃) на растении, средние значения которых колеблются значительно, выделяется сорт 5333 из Пермской области, у которого на высоте 1950 м высоты над ур. м. максимальные средние показатели отмечены как в объединённой – 7,8 и 19,0, так и в разновысотной выборках – 16,1 бобов и 40,3 семян, соответственно. Минимальные средние величины соответствующих выборок 3,5 и 8,3, а также 2,0 плодов и 4,3 семян характерны для сорта из Сирии в условиях горнодолинной зоны. Для этих обоих признаков семенной продуктивности в условиях среднегорной зоны (1730 м высоты над ур. м.) отмечены наименьшие средние значения, при максимальных показателях – на высокогорном участке. Среднее число семян в плоде (K₃/K₂) у рассматриваемых сортов колеблется незначительно, от 2,1 до 2,8 и наибольшее среднее число отмечено для сорта Белорусские (5346).



Таблица 3.

Сравнительная характеристика изменчивости размерных (см) и числовых (шт.) признаков
сортообразцов кормовых бобов, испытанных на трех высотных уровнях горы Гуниб (n = 30)

Признаки	Высота над ур. м.	5347		5365		5346		5314		5359		5333		Высота над ур. м. (м)		
		X±Sx	Cv, %	X±Sx	Cv, %	X±Sx	Cv, %	X±Sx	Cv, %	X±Sx	Cv, %	X±Sx	Cv, %	1000 I	1730 II	1950 III
L, см	1000	59,7±1,22	11,2	57,0±1,42	13,7	60,3±1,32	12,0	43,4±1,13	14,3	40,3±1,16	15,8	30,8±0,97	17,3			
	1730	65,0±1,27	10,7	71,0±1,35	10,4	76,4±1,61	11,5	62,6±1,88	16,5	56,2±1,45	14,2	49,2±1,38	15,3			
	1950	91,4±1,30	7,8	87,8±1,69	10,6	94,9±2,02	11,7	70,4±2,55	19,8	57,5±1,34	12,8	60,2±1,96	17,8			
	Σ	74,7±1,35	19,9	72,8±1,26	19,0	77,2±1,78	21,8	58,8±1,64	26,4	51,3±1,12	20,7	46,7±1,54	31,3	48,6	63,4	77,0
D, мм	1000	6,9±0,17	13,5	7,1±0,20	15,4	7,4±0,21	15,7	4,9±0,16	17,9	4,3±0,13	17,0	4,2±0,12	16,1			
	1730	5,6±0,09	8,6	6,4±0,14	12,1	6,1±0,13	11,3	6,3±0,12	19,0	4,5±0,16	19,3	4,9±0,15	16,3			
	1950	9,3±0,21	12,6	9,4±0,18	10,4	9,9±0,23	12,8	8,2±0,26	17,3	5,9±0,10	9,7	8,4±0,24	15,5			
	Σ	8,2±0,22	29,5	7,4±0,14	20,3	7,8±0,20	24,1	6,5±0,19	27,5	4,9±0,11	20,8	5,8±0,22	35,8	5,8	5,6	8,5
K	1000	24,0±0,34	7,8	24,5±0,38	8,5	23,3±0,51	12,0	18,0±0,34	10,3	20,7±0,45	11,9	16,9±0,33	10,6			
	1730	20,1±0,37	10,0	22,2±0,40	9,8	20,7±0,50	13,1	18,9±0,44	12,7	19,4±0,46	12,9	17,7±0,33	10,2			
	1950	24,4±0,33	7,3	24,1±0,19	4,3	23,8±0,32	7,3	19,5±0,47	13,2	19,6±0,40	11,1	22,5±0,42	10,1			
	Σ	23,6±0,26	12,2	23,4±0,19	9,0	22,6±0,29	12,3	18,8±0,25	12,5	19,9±0,26	12,2	19,1±0,33	16,6	21,2	19,8	22,3
K ₁	1000	3,7±0,24	36,0	8,0±0,62	42,4	3,6±0,27	41,4	2,0±0,13	35,3	6,9±0,50	40,1	3,0±0,28	51,2			
	1730	2,4±0,12	27,9	3,8±0,25	35,5	2,8±0,18	36,4	2,0±0,15	39,8	3,6±0,29	43,7	3,6±0,27	41,7			
	1950	6,6±0,32	27,0	8,6±0,48	30,5	5,9±0,34	31,9	4,8±0,53	60,0	6,1±0,28	24,9	11,2±0,65	31,9			
	Σ	5,4±0,30	59,9	6,2±0,29	51,8	4,1±0,21	48,9	3,0±0,23	74,2	5,5±0,26	44,1	5,9±0,47	75,1	4,5	3,0	7,2
K ₂	1000	3,7±0,25	37,7	8,0±0,59	40,7	3,7±0,26	39,4	2,0±0,13	35,3	7,4±0,19	44,2	3,0±0,29	53,0			
	1730	2,5±0,14	30,6	4,3±0,34	43,9	2,9±0,23	43,8	2,2±0,19	48,3	4,3±0,39	49,6	4,4±0,47	58,5			
	1950	8,3±0,42	27,9	10,5±0,56	29,4	7,3±0,50	37,4	6,2±0,82	72,8	7,7±0,36	25,7	16,1±1,12	38,1			
	Σ	6,5±0,40	67,6	6,9±0,33	52,7	4,6±0,28	58,5	3,5±0,35	95,0	6,4±0,31	45,5	7,8±0,74	89,9	4,6	3,4	9,3
K ₃	1000	11,0±0,77	38,4	18,7±1,26	37,1	11,3±0,63	30,8	4,3±0,26	32,3	17,9±2,02	61,7	6,8±0,69	55,5			
	1730	6,6±0,33	27,2	7,6±0,64	46,4	6,0±0,53	49,1	5,4±0,45	45,3	9,3±0,92	53,9	10,0±0,97	53,4			
	1950	22,0±0,89	22,2	23,5±1,46	34,0	21,3±1,64	42,2	15,0±1,71	62,2	18,3±1,19	35,5	40,3±2,99	40,7			
	Σ	17,3±1,02	64,7	14,7±0,81	60,6	12,9±0,91	67,0	8,3±0,78	89,4	15,2±0,94	58,6	19,0±1,92	95,8	11,7	7,5	23,4
K ₄	1000	10,1±0,74	40,2	16,9±1,22	39,7	9,6±0,64	36,6	4,2±0,25	32,1	14,6±1,62	60,7	6,3±0,64	55,6			
	1730	4,2±0,28	36,3	4,1±0,51	68,2	5,2±0,50	52,6	5,2±0,46	48,5	9,3±0,92	53,9	9,5±0,91	52,6			
	1950	21,1±0,83	21,7	22,6±1,54	37,3	20,4±1,52	40,8	11,4±1,76	84,9	17,6±0,97	30,3	40,1±3,02	41,2			
	Σ	16,1±1,06	71,8	12,8±0,86	73,2	11,7±	0,88	7,2±0,69	94,9	13,9±0,78	53,6	18,6±1,93	98,5	10,3	6,2	22,2
K ₅	1000	0,9±0,23	137,7	1,8±0,26	79,6	1,6±0,29	95,8	0,1±0,08	325,6	3,3±0,66	100,7	0,5±0,26	268,5			
	1730	2,4±0,31	70,5	3,5±0,42	65,7	0,8±0,22	151,9	0,3±0,12	239,9	0,1±0,07	547,7	0,5±0,18	208,5			
	1950	0,9±0,24	140,5	1,0±0,45	246,4	0,9±0,36	214,2	3,7±0,81	120,6	0,7±0,38	284,1	0,2±0,11	305,1			
	Σ	1,3±0,14	124,5	1,9±0,20	115,9	1,1±0,17	146,8	1,4±0,32	224,6	1,4±0,29	202,9	0,4±0,11	264,5	1,4	1,3	1,2
K ₆	1000	8,2±0,41	27,3	6,6±0,26	21,9	7,7±0,47	33,6	8,7±0,28	17,4	7,4±0,21	15,7	7,2±0,20	15,3			
	1730	6,7±0,19	15,3	6,8±0,20	15,9	7,3±0,30	22,8	7,6±0,25	18,2	7,3±0,30	22,7	6,2±0,18	15,6			
	1950	6,8±0,25	20,4	6,2±0,17	15,0	6,5±0,18	15,0	7,0±0,29	22,5	6,6±0,23	19,5	6,5±0,26	21,7			
	Σ	7,1±0,17	26,1	6,8±0,13	21,5	7,2±0,20	26,8	7,8±0,17	21,1	7,1±0,15	20,0	6,7±0,13	18,6	7,7	7,0	6,6
K ₇	1000	0,2±0,08	184,4	0,9±0,11	72,6	0,3±0,09	155,4	0,5±0,10	122,4	0,1±0,07	402,6	0,03±0,03	547,7			
	1730	0,1±0,05	380,6	0,1±0,05	380,6	0,1±0,05	380,6	0,1±0,05	380,6	0,1±0,07	402,6	0,1±0,05	380,6			
	1950	0,2±0,07	227,4	0,3±0,08	168,7	0,1±0,06	305,1	0,6±0,18	157,8	0±0,06	305,1	1,5±0,15	54,7			
	Σ	0,4±0,07	195,8	0,3±0,05	165,3	0,2±0,04	234,3	0,4±0,08	183,6	0,1±0,04	368,7	0,5±0,09	159,5	0,3	0,1	0,5
L/K		3,2		3,1		3,4		3,1		2,6		2,4		2,3	3,2	3,5
(K ₁ /K)·100		22,9		26,5		18,1		16,0		27,6		30,9		21,2	15,2	32,3
K ₂ /K ₁		1,2		1,1		1,1		1,2		1,2		1,3		1,0	1,3	1,3
K ₃ /K ₂		2,7		2,1		2,8		2,4		2,4		2,4		2,5	2,2	2,5
(K ₄ /K ₃)·100		93,0		87,1		90,7		86,5		91,0		97,9		88,0	82,7	94,9
(K ₅ /K ₄)·100		7,0		12,9		9,3		33,5		9,0		2,1		12,0	17,3	5,1
(K - K ₁ - K ₆)		11,1		10,4		11,3		8,0		7,3		6,5		9,0	9,8	8,5

Примечание. Здесь и далее будут использованы только регистрационные номера сортов и условные обозначения признаков. Σ – объединённые выборки.

L – длина, D – толщина стебля, K – общее число узлов, K₁ – число плодущих узлов, K₂ – общее число плодов, K₃ – семян, K₄ – число нормальных, K₅ – поражённых семян,

K₆ – узел расположения первого плода, K₇ – число боковых ветвей, L/K – средняя длина междоузлия, (K₁/K)·100 – средняя доля плодущих узлов, K₂/K₁ – среднее число бобов на плодущем узле, K₃/K₂ – среднее число семян в плоде, (K₄/K₃)·100 – доля нормальных, (K₅/K₃)·100 – поражённых семян, (K - K₁ - K₆) – среднее число узлов в верхней неплодущей части.



Таблица 4.

Средние показатели признаков по высотным уровням и сравнительная характеристика различий (по t- критерию) средних значений растений сортообразцов кормовых бобов выращенных по сортам и по высотным уровням

Признаки	Разность средних значений сравниваемых сортов (n = 90) между признаками															Высота над ур. м. (n=180)		
	1и 2	1и 3	1и 4	1и 5	1и 6	2и 3	2и 4	2и 5	2и 6	3и 4	3и 5	3и 6	4и 5	4и 6	5и 6	Варианты сравнения		
	1и 2	1и 3	1и 4	1и 5	1и 6	2и 3	2и 4	2и 5	2и 6	3и 4	3и 5	3и 6	4и 5	4и 6	5и 6	1и III	1и III	1и III
L	-	5,1*	13,2*	20,8*	25,3*	5,2*	13,1*	20,6*	25,2*	18,4*	25,9*	30,5*	7,5*	12,1*	4,6*	14,8*	28,4*	13,6*
D	0,4*	0,5*	0,8*	2,3*	1,4*	-	1,2*	2,7*	1,8*	1,3*	2,8*	2,0*	1,5*	0,6*	0,9*	-	2,7*	2,9*
K	0,8*	-	4,0*	3,0*	3,8*	1,0*	4,8*	3,7*	4,6*	3,8*	2,7*	3,5*	1,1*	-	0,8*	1,4*	1,1*	2,5*
K ₁	2,6*	-	1,3*	1,3*	1,7*	2,7*	3,9*	1,3*	0,9*	1,1*	-1,5*	1,8*	2,6*	3,0*	-	1,5*	2,7*	4,2*
K ₂	2,8*	-	1,4*	1,6*	3,0*	3,0*	4,1*	1,2*	-	1,1*	1,8*	3,2*	3,0*	4,4*	1,4*	1,2*	4,7*	5,9*
K ₃	3,4*	-	4,9*	-	5,8*	3,7*	8,3*	-	2,4*	4,6*	-	6,2*	6,9*	10,8*	3,8*	4,2*	11,8*	15,9*
K ₄	2,8*	-	4,8*	-	6,9*	2,8*	7,6*	-	4,1*	4,8*	-	6,9*	6,9*	11,7*	4,8*	4,0*	11,9*	15,9*
K ₅	0,7*	-	-	-	1,0*	1,0*	0,7*	0,7*	1,7*	-	-	0,7*	-	1,0*	1,0*	-	-	-
K ₆	0,7*	-	0,5*	-	0,6*	0,6*	1,2*	0,6*	-	0,6*	-	0,5*	0,6*	1,1*	0,5*	0,7*	1,1*	0,4*
K ₇	0,2*	-	-0,2*	-	0,4*	0,2*	-	0,3*	-	0,2*	-	0,4*	0,3*	-	0,4*	0,3*	0,1*	0,4*

Примечание.

Сорта: 1 - 5347; 2 - 5365; 3 - 5346; 4 – Siria*; 5 - 5359; 6 – 5333 %.

Прочерк означает отсутствие существенного различия.

По качественным признакам семенного материала – среднего числа и относительной доли нормальных, жизнеспособных ($K_4/K_3 \cdot 100$) и, особенно, поражённых семян ($K_5/K_3 \cdot 100$) на растении получены разноречивые данные. Эти признаки зависят от наличия вредителей в генеративных органах растений и весьма широко колеблются в пределах сорта и высотного уровня. Если для объединённых выборок размах среднего числа нормальных семян составляет от 7,1 до 18,6, а в пределах разновысотных выборок – от 4,1 до 40,1 семян, то коэффициент вариации числа поражённых семян превышает допустимые нормы. Максимальное значение (97,9%) доли нормальных семян отмечено также для сорта 5333 из Пермской области, минимальное (86,5 %) – для интродуцента из Сирии, у которого наблюдается наибольший показатель относительной доли (33,5%) поражённых семян. Остальные культивары по данным рассматриваемым признакам семенной продуктивности занимают промежуточное положение. Число боковых ветвей на растении, от которых зависит, главным образом, биомасса особи, ведёт подобно последнему признаку. По среднему числу узлов в верхней неплодущей части ($K - K_1 - K_6$) у рассматриваемых сортов небольшой, и максимальное их число (11,3) характерно для сорта 5346 Белорусские при минимальных показателях (6,5) для культивара из Пермской области.

Для разновысотных объединённых выборок ($n = 180$) характерны те же тенденции, что и были нами отмечены для отдельных сортов (табл. 4). При сравнительном анализе средних значений ростовых признаков (длина и толщина стебля, а также длина междоузлия) выяснилось, что с набором высоты над ур. м. высота стебля и междоузлия растёт, а толщина – тоже увеличивается, при минимальных средних величинах в условиях среднегорного пояса. Все остальные признаки ведут подобно толщине стебля. Исключение составляет два признака – число поражённых семян (K_5) и узел расположения первого плода (K_6), у которых максимальные показатели отмечены в условиях горнодолинного участка. Иначе говоря, с возрастанием высотного градиента средние значения числа поражённых семян и узла расположения первого плода уменьшаются. Доля числа нормальных жизнеспособных семян в условиях 1950 м высоты над ур. м. максимальная (94,9%) при наибольших показателях (17,3%) поражённых семян на участке среднегорной зоны.

Средние значения признаков роста и продуктивности в преобладающем большинстве случаев существенно различаются по t-критерию Стьюдента. Такие же достоверные различия отмечены и для других учтенных признаков растений.

Результаты двухфакторного (сорта и высота над ур. м.) дисперсионного анализа показали, что на изменчивость длины стебля оба фактора влияют относительно в одинаковой степени (сила влияния составляет 38 и 39%) (табл. 5). Однако влияние фактора взаимодействие на варибельность этого признака невысоко и составляет всего 3,7%. Все факторы существенно влияют и на изменчивость другого ростового признака – толщины стебля. Здесь доля влияния высотного фактора намного выше, чем таковой сортового разнообразия. Существенна и высока доля влияния высотного уровня на изменчивость признаков семенной продуктивности при относительно небольших значениях влияния фактора взаимодействия. Только для одного признака – общего числа узлов (K) компонента дисперсии фактора сортового разнообразия в 3,65 раза превышает доли влияния высоты над ур. м. Здесь также наблюдается сравнительно одинаковое влияние обоих факторов на изменчивость узла расположения первого плода и число боковых ветвей. На изменчивость последнего признака отмечено относительно высокое влияние фактора взаимодействия, чем оба фактора вместе взятые. Однако высотный уровень значимого влияния не оказывает на изменчивость число поражённых семян, и оно носит случайный характер.

Таблица 5



Результаты двухфакторного (А - сорта, В - высота над ур. м., АВ - их взаимодействие) дисперсионного анализа с взаимодействием признаков растений сортов образцов кормовых бобов

Признаки	Факторы								
	А			В			АВ		
	mS	F (5)	h ² , %	mS	F (5)	h ² , %	mS	F (10)	h ² , %
L	1406817,1	195,491***	37,5	3640180,5	505,838***	38,8	69854,6	9,707***	3,7
D	114,0	119,011***	26,3	474,0	494,690***	43,8	14,6	15,249***	6,7
K	405,3	87,110***	35,8	278,1	59,756***	9,8	64,9	13,953***	11,5
K ₁	181,0	45,453***	16,7	798,7	200,594***	29,5	83,2	20,898	15,4
K ₂	280,1	38,697***	13,6	1750,2	241,792***	34,1	159,1	21,980***	15,5
K ₃	1226,8	25,439***	9,2	12299,0	255,026***	36,8	1099,3	22,494***	16,4
K ₄	1344,0	30,344***	10,2	12359,1	279,037***	37,4	1161,6	26,226***	17,6
K ₅	26,8	7,026***	-	-	-	-	57,1	14,959***	21,2
K ₆	17,1	7,875***	6,3	52,8	24,338***	7,7	4,2	1,951*	3,1
K ₇	2,8	12,399***	7,3	7,1	31,770***	7,5	4,5	20,120***	23,7

Примечание. Факторы: А – сорта; В – высота над ур. м.; АВ – взаимодействие. F – критерий Фишера; h² – сила влияния фактора, %. Прочерк означает отсутствие существенного влияния фактора. В скобках указано число степеней свободы (df). r² – коэффициент детерминации, в %. r_{xy} – коэффициент корреляции между признаком и высотным градиентом. * – P < 0,05; ** – P < 0,01; *** – P < 0,001.

В результате проведенного регрессионного анализа выяснилось, что высотный градиент, равный 950 м (1950-1000), существенно, на самом высоком уровне достоверности, влияет на изменчивость признаков роста и семенной продуктивности (табл. 6). При этом из 38,8% компоненты дисперсии (h², %), которая обусловлена разнообразными почвенно-климатическими условиями на разных высотных уровнях, 35,8%, т.е. преобладающая часть (35,8/38,8) 92,3% вариативности связана именно с коэффициентом детерминации (r², %). С возрастанием высотного градиента увеличивается высота растения и коэффициент корреляции равен 0,599. У 43,8% силы влияния толщины стебля коэффициент детерминации (r², %) составляет 17,8%. Общее число узлов вообще не связано с высотным градиентом (r² = 0,2%). На признаки семенной продуктивности высотный градиент влияет существенным образом, но коэффициент детерминации колеблется незначительно, в пределах от 4 до 9%. Сравнительно низка, хотя и существенна, доля высотного градиента в изменчивости семенной продуктивности и колеблется она от 14 до 27%. Не отмечено существенное влияние высотного градиента на вариативность числа пораженных семян и боковых ветвей на растение. Однако из 7,7% силы влияния на изменчивость узла расположения первого плода (боба) 7,5% связано с этим градиентом, что составляет 97%. Причем, необходимо отметить, что с увеличением высотного градиента уменьшается узел расположения первого плода и между этим признаком и высотным градиентом отмечено отрицательное значение существенной корреляционной связи и коэффициент корреляции (r_{xy}) равен -0,275***. Иначе говоря, с набором высоты над ур. м. уменьшается узел расположения первого плода.

Таблица 6

Результаты регрессионного анализа морфологических признаков растений сортов образцов кормовых бобов по высотному градиенту

Признаки	mS	F(1)	r _{xy}	r ² , %	r ² от h ² , %
L	6725969,1	3000,000***	0,599	35,8	92,3
D	384,7	116,289***	0,422	17,8	40,6
K	-	-	-	-	-
K ₁	229,9	23,857***	0,206	4,3	14,6
K ₂	967,6	55,961***	0,307	9,4	27,6
K ₃	5463,7	47,847***	0,286	8,2	22,3
K ₄	5697,5	50,685***	0,293	8,6	23,0
K ₅	-	-	-	-	-
K ₆	103,1	43,881***	-0,275	7,5	97,4
K ₇	-	-	-	-	-

Примечание. F – критерий Фишера; Прочерк означает отсутствие существенного влияния фактора. В скобках указано число степеней свободы (df). r² – коэффициент детерминации, в %. r_{xy} – коэффициент корреляции между признаком и высотным градиентом. * – P < 0,05; ** – P < 0,01; *** – P < 0,001.

Заключение. Таким образом, в условиях Внутреннегорного Дагестана проводились сравнительные экспериментальные интродукционные исследования шести сортов *Vicia faba* L. на трёх высотных уровнях горы Гуниб (1000 – 1730 – 1950м над ур. м.), моделирующей селекционную систему Борлауга (Мексика). Участки испытания охватывают все три уровня и отражают экологические условия горнодолинного, средне- и высокогорного поясов.



При сравнительном анализе размерных и числовых признаков роста и продуктивности растений в целом и его компонентов были получены средние статистические характеристики с последующим использованием методов корреляционного, дисперсионного и регрессионного анализов.

Сорта незначительно различаются по срокам начала цветения, хотя самым интродуcentам характерна общая тенденция: с повышением высотного уровня цветение сортообразцов задерживается и разница между крайними вариантами высот по средним срокам начала цветения составляет 16 суток.

Оба фактора существенно, на самом высоком уровне достоверности, влияют на изменчивость этого признака, причем, влияние высотного уровня в 5,2 раза превышает таковой сортового разнообразия при случайном характере фактора взаимодействия. При этом высотный градиент ($\Delta h = 950$ м) значимо влияет на изменчивость сроков наступления фазы цветения, и вся изменчивость высотного фактора связана с его градиентом, $r_{xy} = 0,903$.

При сравнительном анализе семнадцати относительных, размерных и числовых признаков выяснилось, что в условиях высокогорной зоны для преобладающего большинства признаков роста и продуктивности характерны максимальные средние показатели. В условиях горнодолинного пояса для одних и тех же сортов наблюдаются минимальные средние величины длины стебля и междоузлия, и максимальные показатели числа пораженных семян и узла расположения первого плода. Минимальные величины остальных признаков имеют растения с высоты 1730 м над ур. м. Это подтверждают и результаты регрессионного анализа, согласно которым высотный градиент существенно влияет на изменчивость всех учтенных признаков, за исключением на варибельность числа пораженных семян. Между высотным градиентом и числом пораженных семян, а также узлом расположения первого плода отмечены существенные значения отрицательной корреляционной связи. Остальные учтенные признаки роста и продуктивности в различной степени положительно коррелируют с высотным градиентом.

Библиографический список

1. Алимов А.Ф. Масса животных и их функциональные и популяционные характеристики // Доклады АН, 2003, Т. 390, № 1, С. 132-135.
2. Гжесюк Г., Суйка Э. Изучение физиологии созревающих семян кормовых бобов *Vicia faba* var. *minor* Beck.) // Кормовые бобы за рубежом. М.: Изд-во с.-х. лит-ры, журн. и плакатов, 1962. С. 16-32.
3. Грушка Я. Кормовые бобы // Кормовые бобы за рубежом. М.: Изд-во с.-х. лит-ры, журн. и плакатов, 1962. С. 84-118.
4. Елсуков М.Л. Бобы кормовые. Л.: Изд-во Министерства сельского хозяйства РСФСР. 1961.
5. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчётов. М.: Наука, 1983. 256 с.
6. Каталог мировой коллекции ВИР. Бобы. Вып. 107. Л., 1973.
7. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
8. Мартынов С.М. Бобы. М.-Л.: Гос. изд-во с.-х. лит-ры, 1954.
9. Прянишников Д.Н. Конские бобы // Кормовые бобы. М.: Изд-во с.-х. лит-ры, журн. и плакатов, 1962. С. 17-22.
10. Растения полевой культуры // Зерновые и зернобобовые. Казань: Изд-во КГУ, 1989. С. 51-52.
11. Справочник по климату СССР. Вып. 15. Л.: Гидрометеоиздат, 1969.
12. Хабибов А.Д. О работе по сохранению генофонда конских бобов в Горном Дагестане // Мат-лы XIII научно-практической конференции по охране природы Дагестана. Махачкала, 1995. С. 43-44.
13. Хабибов А.Д. О результатах интродукции сортов кормовых бобов (*Vicia faba* L.) на Гунибском плато // Интродукционные ресурсы горного растениеводства. 1996. С. 43-49.
14. Хабибов А.Д., Магомедов А.М., Дибиров М.Д., Магомедов М.А., Зубаирова Ш.М. Структура изменчивости признаков семян зернобобовых культур // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. № 2. 2004. С. 73-78.
15. 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.

Bibliography

1. Alimov A.F. Mass of animals and their functional and population characteristics// Reports of Academy of Sciences, 2003, V. 390, No. 1. Pp. 132-135.
2. Gzhesyuk G., Suyka E. Studying of physiology of ripening seeds of fodder beans of *Vicia faba* var. *minor* Beck.) // Fodder beans abroad. M: Publishing house of agricultural literature, magazines and posters, 1962. Pp. 16-32.
3. Grushka Y. Fodder beans // Fodder beans abroad. M: Publishing house of agricultural literature, magazines and posters, 1962. Pp. 84-118.
4. Elsuikov M.L. Beans fodder. L.: Publishing house of the Ministry of agriculture of RSFSR. 1961.
5. Zaitsev G.N. Methodic of hares of biometric calculations, M: Science 1983. 256 p.
6. World collection catalog of VIR . Beans. No. 107. L., 1973.
7. Lakin G.F. Biometrics. M: The higher school, 1990. 352 p.
8. Martynov S.M. Beans. M.-L.: State publishing house of agricultural literature, 1954.
9. Pryanishnikov D.N. Horse beans // Fodder beans. M: Publishing house of agricultural literature, magazines and posters, 1962. Pp. 17-22.
10. Plants of field culture // Grain and leguminous. Kazan: Publishing house of the Kazan State University, 1989. Pp. 51-52.
11. Directory on climate of the USSR. No. 15. L.: Gidrometeoizdat, 1969.
12. Khabibov A.D. About work on preservation of a genofund of horse beans in Mountain Dagestan // Materials XIII of scientific and practical conference on conservation of Dagestan. Makhachkala, 1995. Pp. 43-44.
13. Khabibov A.D. About results of an introduction of grades of fodder beans (*Vicia faba* L.) on the Gunibsky plateau // Introduktionnyye resources of mountain plant growing. 1996 . Pp. 43-49.
14. Khabibov A.D. Magomedov A.M. Dibirov M.D., Magomedov M.A., Zubairova Sh.M. Structure of variability of signs of seeds of leguminous cultures // Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskii region. Natural sciences. No. 2. 2004. Pp. 73-78.
15. Khabibov A.D. Dibirov M.D., Magomedov M.A. Shuaybova N.Sh. Variability of signs of a sprout of leguminous cultures // Herald of Dagestan Russian Academy of Sciences Scientific Center, No. 33, 2009. Pp. 22-30.