

УДК 575.224.4

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ НЕКОТОРЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ  
ОСОБЕННОСТЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ У  
МУТАНТОВ ЛЕНКОРАНСКОГО БОБА (VICIA FABA L.)  
ПО ИХ ФЕНОТИПУ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ  
КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ГЕНЕТИКИ**

**А.И.АХУНД-ЗАДЕ, Р.А.КУЛИЕВ**

*Бакинский Государственный Университет*  
*ahundzade-aelita@mail.ru, rauf-kuliyev@mail.ru*

*Проведен генетико-статистический анализ индуцированных гамма-лучами и химическими мутагенами мутантов ленкоранского боба. Методами корреляционного и дисперсионного анализов установлено различие мутантов по генотипу, рассчитаны генотипические и экологические дисперсии признаков, фенотипические корреляции между элементами продуктивности и коэффициенты наследуемости признаков.*

**Ключевые слова:** дисперсионный анализ, корреляционный анализ, генотипические и экологические дисперсии, наследуемость.

Важнейшая проблема генетики о соотношении вклада наследственности и среды в формирование количественных признаков, поставленная В.Л.Иогансеном еще в начале XX века (6), и в настоящее время остается актуальной в общей генетике, селекции, медицинской генетике и т.д. Несмотря на разработанные и широко применяемые методы статистической генетики, в том числе, дисперсионный, корреляционный, регрессионный и диаллельные анализы, реальный прогноз фенотипического значения количественного признака чрезвычайно осложняется его полигенным характером и множеством факторов, которые остаются неучтенными (8,9).

Несмотря на то, что создание биометрического аппарата для более точного прогнозирования значения количественного признака – дело будущего, тем не менее существующие методологии имеют достаточную разрешающую способность для того, чтобы разрабатывать и всесторонне обосновывать селекционные программы, отвечающие модели создаваемого сорта (2,3,4). Из указанного следует, что использование методов количественной генетики в экспериментальном мутагенезе для определе-

ния направления и перспективности индуцированных мутантов в селекции весьма актуально.

Целью настоящего исследования были генетико-статистический и корреляционный анализы некоторых количественных признаков и их наследуемости у мутантов ленкоранского боба (*Vicia faba* L.)

### **Материал и методы исследования**

Материалом для исследования служили VI поколений пяти мутантных форм ленкоранского боба, полученных воздействием гамма-лучей (мутанты №11 и №12) и химических мутагенов – нитрозо-N-метилмочевинной и этилметансульфонатом (мутанты № 9, 7 и 3) на местную форму из коллекции Института Генетических Ресурсов НАНА.

Полевые опыты закладывались по единой методике в двух повторностях стандартным методом. Высевалось по 50 семян каждой формы. В процессе роста проводились фенонаблюдения и необходимые агромероприятия. После уборки урожая был проведен сноповый анализ структуры урожая.

По каждой форме анализировалось 20 растений. Полученные данные были статистически обработаны и составлена характеристика количественных признаков и их изменчивости.

Количественные показатели растений были далее подвергнуты дисперсионному (в соответствии со схемой посева) и корреляционному анализам (7).

Были исследованы корреляционные связи между следующими признаками: высота растений – число междоузлий (м/у); число междоузлий (м/у) – количество бобов на растении; количество бобов – количество семян на растении; количество бобов на растении – количество семян в бобе, количество семян на растении – количество семян в бобе.

Коэффициент корреляции определяется по формуле:

$$r = \frac{\sum x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sqrt{(\sum x_i^2 - n \bar{x}^2)(\sum y_i^2 - n \bar{y}^2)}} \quad (7),$$

где  $x_i$ ,  $y_i$  – показатели парных количественных признаков.

На основании данных дисперсионного анализа рассчитывался коэффициент наследуемости по формуле:

$$h = \frac{V_{gen}^2}{V_{ph}^2} \quad (7),$$

где  $V_{gen}^2$  - генотипическая дисперсия признака,

$V_{ph}^2$  - фенотипическая дисперсия признака.

### **Результаты экспериментов и их обсуждение**

Результаты статистического анализа фенотипической изменчивости некоторых количественных признаков, влияющих на продуктивность рас-

тений, представленные в таблице 1, показали, что мутанты различаются между собой по изученным признакам. Наиболее высокими показателями характеризуются высокорослые мутанты №7 и №9.

Таблица 1

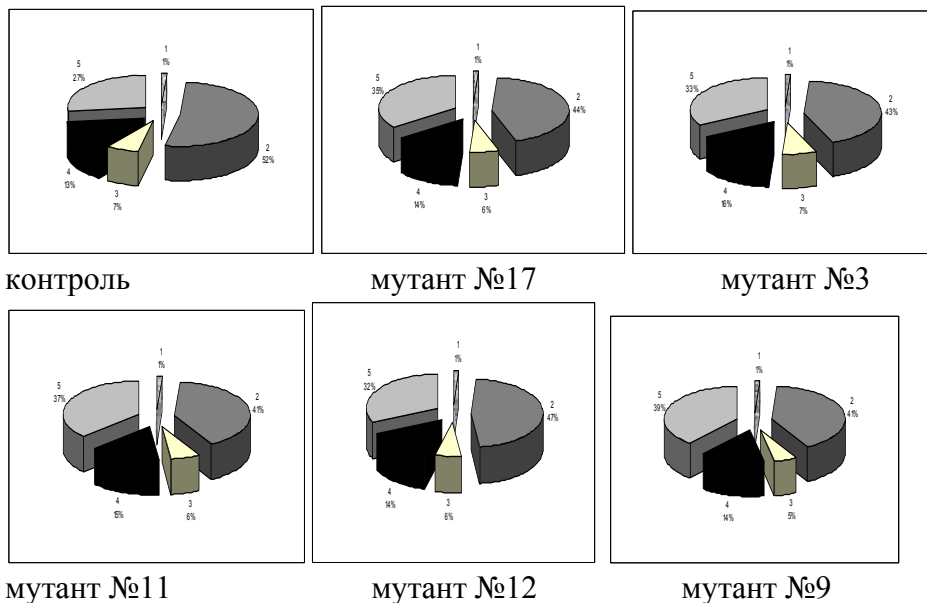
**Характеристика количественных признаков мутантов  
ленкоранского боба (*Vicia faba* L.)**

Мутанты	Высота растений $X \pm S_x$	$t_d$	Кол-во м/у на растении $X \pm S_x$	$t_d$	Кол-во бобов на растении $X \pm S_x$	$t_d$	Кол-во семян на растении $X \pm S_x$	$t_d$	Число семян в бобе $X \pm S_x$	$t_d$
Контроль	79,65±2,33		11,15±0,23		19,2±0,82		40,65±1,99		2,132±0,03	
№ 7	100,95±1,58	7,5	13,3±0,51	8,27	32,75±2,25	5,67	78,9±5,25	6,82	2,497±0,12	2,92
№ 3	83,5±4,07	0,82	12,8±0,38	3,75	30,5±1,11	8,19	65±3,46	6,1	2,124±0,08	0,94
№ 11	78,8±1,39	0,26	12,55±0,99	1,37	29,65±1,81	5,25	71,35±5,83	4,98	2,3375±0,08	2,47
№ 12	72,9±0,92	2,7	10,1±0,23	21	21,75±1,44	1,54	49,5±3,94	2,01	2,292±0,12	1,33
№ 9	114,1±0,70	14,8	13,5±0,45	4,7	37,7±2,22	7,8	105,95±5,58	11,07	2,909±0,13	5,84

В целом, все мутанты отличаются большей по сравнению с исходной формой продуктивностью как по количеству бобов, так и по количеству семян с растения.

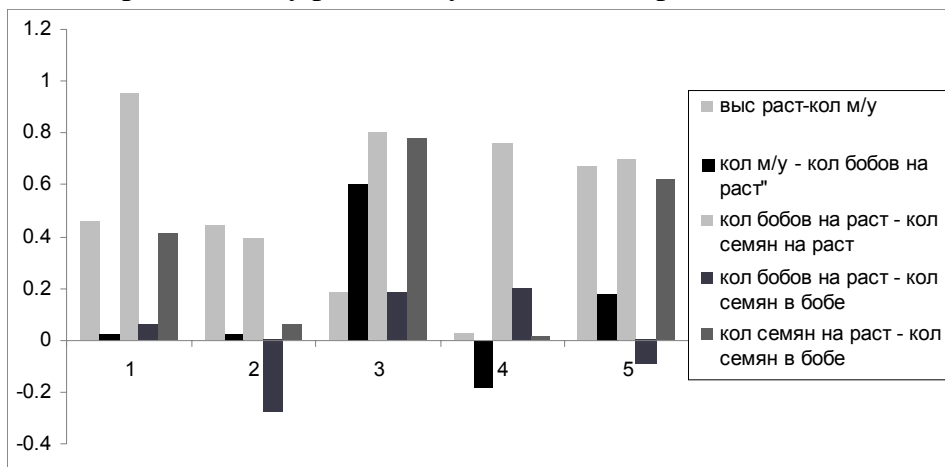
Изучение коэффициентов вариации показало, что все мутанты характеризуются большей изменчивостью признаков относительно исходной формы (см. рис.1).

**Объемы изменчивости различных признаков  
у мутантов ленкоранского боба**



**Рис. 1.**  
1-высота растений; 2-кол-во междоузлий; 3-кол-во бобов на растении; 4-кол-во семян на растении; 5-кол-во семян в бобе.

## Коэффициенты корреляций между количественными признаками у разных мутантов ленкоранского боба



**Рис.2**

1-контроль; 2-мутант №7; 3-мутант №3; 4-мутант №11; 5-мутант №12; 6-мутант №6.

Среди мутантов продуктивный мутант №3 характеризуется более низкой изменчивостью признаков и является более стабильным по сравнению с другими мутантами.

Таким образом, среди мутантов наблюдаются различия как по показателям отдельных признаков, так и по их вариабельности.

Совокупность признаков, по которым мутанты отличаются друг от друга, образует единый плейотропный комплекс, в котором признаки взаимосвязаны между собой (1,5).

Вариабельность признаков разных мутантов свидетельствует о различном действии генов в системе этого комплекса у изученных мутантов, а также о возможном разнообразии их генотипов.

Корреляционный анализ показал, что мутанты различаются между собой по коэффициентам корреляции между одними и теми же парами признаков. Как видно из рис.2, у исходной формы между высотой растений и количеством междоузлий на них, а также между количеством семян с растений и числом семян в бобе наблюдается корреляционная связь средней силы (0,3-0,5). Сильная корреляционная связь отмечена между числом бобов и семян с растения (0,7-0,9). Между количеством бобов и количеством междоузлий на растении корреляционная связь очень слабая. Слабая связь наблюдается между количеством бобов на растении и числом семян в бобе. Мутанты №11 и №12 характеризуются сильной корреляционной связью между числом бобов и семян с растения. У мутантов №7, №11 и №12 наблюдалась отрицательная связь между количеством семян на растении и числом семян в бобе. Наиболее стабильные и

сильные корреляционные связи между признаками наблюдаются у мутанта №9. Изменчивость коррелятивных связей у разных мутантов может свидетельствовать о различии генотипов мутантных форм.

Дисперсионный анализ фенотипической изменчивости количественных признаков мутантов подтвердил разнообразие их генотипов (см.табл.2).

Из данных таблицы 2 следует, что межмутантные дисперсии (мутанты) по изучаемым признакам значительно превышают внутримутантные (растения), что свидетельствует о наличии генотипических различий между мутантами по этим признакам.

При этом наибольшие различия в показателях дисперсий между мутантами наблюдаются по высоте растений, количеству бобов и семян на растении.

При изучении взаимодействия «генотип – среда» с помощью дисперсионного анализа были рассчитаны генотипические и экологические дисперсии, а также коэффициенты наследуемости, показавшие, что соотношение влияния генотипа и среды на развитие разных признаков различно, что отражается и на корреляционных связях между ними.

Таблица 2

**Дисперсионный анализ количественных признаков  
у мутантов ленкоранского боба**

Источник варьирования	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	F-фактическое
Высота растений				
Общее	31775,98	119		
Мутанты	26193,78	5	5238,7	
Растения	5582,2	114	48,97	107
Количество междоузлий на растении				
Общее	1239,8	119		
Мутанты	234,2	5	46,84	
Растения	1005,4	114	8,82	5,31
Количество бобов на растении				
Общее	15521,47	119		
Мутанты	7721,07	5	1544,21	
Растения	7800	114	68,42	22,51
Количество семян на растении				
Общее	12139,8	119		
Мутанты	63764,6	5	12692,32	
Растения	57878,2	114	507,71	24,9
Число семян в бобе				
Общее	26,49	119		
Мутанты	5,436	5	1,09	
Растения	21,554	114	0,19	5,73

**Примечание:**  $F_{таб. при 0,05}=4,36$ ;  $при 0,01=9,01$

Результаты наших исследований показывают, что у изученных форм наибольшей стабильностью и, следовательно, наследуемостью характеризуется признак высоты растений. Такие компоненты продуктивности растений, как количество бобов и семян, менее стабильны и в их развитии среда играет большую роль.

Наконец, определяющая роль в формировании признаков «количественных междоузлий на растении» и «число семян в бобе» у данных мутантов принадлежит среде.

Рассчитанные на основании дисперсионного анализа коэффициенты наследуемости признаков приведены в таблице 3.

Как видно из данных таблицы генотипическая дисперсия по признаку «высота растений» значительно превышает экологическую дисперсию, и коэффициент наследуемости составляет 0,84 (84%).

При этом наибольшие различия в показателях дисперсий между мутантами наблюдаются по высоте растений, количеству бобов и семян на растении.

При изучении взаимодействия «генотип – среда» с помощью дисперсионного анализа были рассчитаны генотипические и экологические дисперсии, а также коэффициенты наследуемости, показавшие, что соотносительное влияние генотипа и среды на развитие разных признаков различно, что отражается и на корреляционных связях между ними.

Результаты наших исследований показывают, что у изученных форм наибольшей стабильностью и, следовательно, наследуемостью характеризуется признак высоты растений. Такие компоненты продуктивности растений, как количество бобов и семян, менее стабильны и в их развитии среда играет большую роль.

Наконец, определяющая роль в формировании признаков «количественных междоузлий на растении» и «число семян в бобе» у данных мутантов принадлежит среде.

Рассчитанные на основании дисперсионного анализа коэффициенты наследуемости признаков приведены в таблице 3.

Таблица 3

**Генотипические и экологические дисперсии и наследуемость количественных признаков у мутантов ленкоранского боба**

Признак	Дисперсии		Наследуемость
	V <sup>2</sup> генотипическая	V <sup>2</sup> экологическая	
Высота растений	259,49	48,97	0,84
Количество междоузлий на растении	1,90	8,82	0,18
Количество бобов на растении	73,79	68,42	0,52
Количество семян на растении	609,23	507,71	0,55
Число семян в бобе	0,045	0,15	0,19

Как видно из данных таблицы генотипическая дисперсия по признаку «высота растений» значительно превышает экологическую дисперсию, и коэффициент наследуемости составляет 0,84 (84%).

По признакам «количество бобов на растении» и «количество семян с растения» генотипические и экологические дисперсии почти одинаковы и наследуемость составила 0,52 (52%) и 0,55 (55%), соответственно.

По признакам «количество междоузлий на растении» и «число семян в бобе» экологические дисперсии значительно превысили генотипические, и коэффициенты наследуемости были практически одинаковы (0,18 и 0,19, соответственно).

Таким образом, дисперсионный анализ показал, что фенотипическая изменчивость разных признаков в различной степени зависит от влияния генотипа и среды.

Коэффициент наследуемости определяет долю общей изменчивости, обусловленную генотипическими различиями. Она зависит от значений всех компонентов дисперсии (аддитивной, доминантной эпистатической) и рассматривается как статистическая характеристика для конкретной формы (популяции) и определенных условий среды (6,10,5). Большая величина коэффициента наследуемости свидетельствует о значительном соответствии между фенотипом и генотипом растений, тогда как низкая указывает на значительное влияние условий окружающей среды.

Экологические условия при этом могут как бы стирать генотипические различия между признаками. Возможно, эти обстоятельства и вызывают изменчивость этого показателя.

Несмотря на изменчивость коэффициента наследуемости, она представляет собой важнейший популяционно-генетический параметр, при помощи которого можно оценить гетерогенность изучаемой формы (популяции) и прогнозировать отбор (5,10).

### **Выводы**

1. Генетико-статистический анализ индуцированных мутантов ленкоранского боба показал, что мутанты различаются между собой совокупностью признаков, образующих единый плейотропный комплекс.

2. Вариабельность фенотипического выражения признаков у изученных мутантов обусловлена разнообразием их генотипов.

3. Генотипические различия между мутантами обусловлены мутациями разных генов в системе плейотропного комплекса и, возможно, в полигенном блоке.

4. Коэффициенты наследуемости показали, что относительное влияние генотипа и среды на формирование разных признаков различно, что приводит к различной реакции генов плейотропного комплекса, изменению их экспрессии и сопряженной изменчивости между ними.

5. Среди изученных мутантов наибольший интерес для селекции представляет высокорослый мутант № 9 как наиболее стабильный и имеющий высокие показатели по компонентам продуктивности и корреляционным связям между ними.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Акульченко Ю.С. Система генетического анализа комплексных признаков / Материалы конф. молодых ученых, посвящ. 100-летию М.А.Лаврентьева, ч.2. Новосибирск, 2000, с. 26-28.
2. Бороевич С. Критерии и методы селекции растений. М., 1984, 200 с.
3. Гончарова Э.А. Эколого-генетический и физиологический анализ количественных признаков в разработке наукоемких технологий создания исходного материала для селекции / Тезисы докладов II Вавиловской Междун. Конференции. Санкт-Петербург, 2007, с. 256-257.
4. Драгавцев В.А., Гончарова Э.А., Удовенко Г.В. Современный подход к созданию идеального генотипа для селекции растений / Матер. Конференции, т.1. Ульяновск, 2002, с. 34-36.
5. Жученко А.А. Адаптивный потенциал культурных растений. Кишинев: Штиница, 1988, 716 с.
6. Иогансен В.Л. О наследовании в популяции чистых линий. М., 1935, 77 с.
7. Лакин Г.Ф. Биометрия. М., 1990, 348 с.
8. Ростова Н.С. Корреляционный анализ в популяционных исследованиях. Сб. Экология популяций. М.: Наука, 1991, с. 69-86
9. Скуридин Г.М., Коваль С.Ф. Идентификация генотипа по фенотипу с помощью корреляций признаков // Инф. Вестник ВОГиС, №19, 2002, с.13-20.
10. Смиряев А.В., Кильчевский А.В. Генетика популяций и количественных признаков. М.: Колос, 2007, 271 с.

### LƏNKƏRAN PAXLASI (VICIA FABA L.) MUTANTLARINDA FENOTİPƏ GÖRƏ KƏMİYYƏT GENETİKASI ÜSULLARI İLƏ MƏHSULDARLIQ ELEMENTLƏRİNİN BƏZİ GENETİK XÜSUSİYYƏTLƏRİNİN İDENTİFİKASİYASI

A.İ.AXUND-ZADƏ, R.Ə.QULİYEV

#### XÜLASƏ

Lənkəran paxlasının (*Vicia faba* L.) müxtəlif agentlərin təsiri nəticəsində alınmış süni mutantlarının genetik-statistik analizinin nəticələri göstərmişdir ki, mutantlar öz arasında bir pleyotrop kompleks yaradan əlamətlər toplusu ilə fərqlənilir. Mutantlar pleyotrop kompleks sistemində mutant genlərin təsiri ilə fərqlənilir. Mutantlar bir cüt əlamətlərin arasındakı korrelyasiya ilə fərqlənir.

Mutantların kəmiyyət əlamətlərinin dispersion analizi göstərmişdir ki, əlamətlərin müxtəlifliyi mutant genotiplərin fərqliliyi ilə əlaqədardır.

Müxtəlif əlamətlərin formalaşmasına genotipin və mühitin nisbi təsiri fərqlidir: bitkilərin hündürlüyü əsasən genotiplə müəyyənləşdirilir, bitkidə buğumların sayı və bir paxlada toxumun sayı əlamətlərinin inkişafı əsasən mühitdən asılıdır.

Tədqiq edilmiş mutantlar arasında məhsuldarlıq komponentlərinə görə və onların arasındakı korrelyasiya əlaqələrinə görə ən böyük sabitliyə və yüksək göstəricilərə malik olan hündürboylu mutant № 9 seleksiya üçün daha çox maraq doğurur.

**Açar sözlər:** dispersion analiz, korrelyasiya analizi, genotipik və ekoloji dispersiyalar, irsilik.

**IDENTIFICATION OF SOME GENETIC PECULIARITIES OF PRODUCTIVITY ELEMENTS OF LENKORAN BEAN MUTANTS (VICIA FABIA L.) ACCORDING TO THEIR PHENOTYPE BY MEANS OF QUANTITATIVE GENETICS METHODS**

**A.I.AKHUNDZADE, R.A.GULIYEV**

**SUMMARY**

The genetic-statistical analysis of induced mutants of Lenkoran bean (*Vicia faba* L.) received as a result of the activity of various agents has shown that mutants differ for the sum of signs which form a pleiotropic complex.

Mutants in the system of pleiotropic complex differ for the activity of mutant genes and for the correlation between steams of signs.

The dispersion analysis of quantitative characters of mutants has shown that the variety of characters is connected with the distinction of genotypes of mutants. Relative influence of the genotype and environments in the formation of various characters differs: the height of plants is defined by the genotype. Quantity midknots in the plant and quantity of seeds in the plant depend on the influence of environment.

Among the studied mutants, mutant 9 which is characterized by high productivity and stable correlative links presents interest for selection.

**Key words:** dispersive analysis, correlation analysis genotypical, ecological dispersions, hereditability.

Поступила в редакцию: 30.03.2011 г.

Подписано к печати: 02.11.2011 г.