

УДК 653.723.630\*164

**ЭКОЛОГО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ  
НАСЛЕДОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ПРИЗНАКОВ У ЦВЕТКОВЫХ  
РАСТЕНИЙ**

**Любовь Алексеевна Фролова**

кандидат биологических наук, доцент

ljubafr@rambler.ru

**Ольга Михайловна Золотова**

заведующая кафедрой биологии и химии

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

zolotova.olga1@mail.ru

**Юлия Александровна Федулова**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

uliafed@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

Мичуринск, Россия

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы фенотипической изменчивости люцерны синегибридной, пределы адаптационной нормы ее генома.

**Ключевые слова:** норма реакции, определенная изменчивость, фенотип.

Люцерна как бобовое кормовое растение известно с древних времен. Есть сведения о том, что появление этой культуры в качестве кормовой могло произойти 7-8 тыс. лет назад. Неслучайно в родовом имени люцерны сохранились указания на место, откуда она получила распространение. Так, латинское название люцерны МЕДИКАГО произошло от слова МИДИЯ, Но мидия – это древнее название Индии. Люцерна в древности называлась мидийской, то есть индийской травой. После греко-персидской войны, в V веке до нашей эры мидийская трава была перенесена в Грецию, а от туда она попала в Испанию и во Францию, где и получила другое название - люцерна. Судя по истории развития люцерны, ее быстрому распространению по земному шару, виды рода *Medicago* обладают высоким адаптационным потенциалом, широким размахом модификационной изменчивости.

Размах модификационной изменчивости определяется нормой реакции данного генома на условия внешней среды, т.е. геном определяет число возможных адаптационных норм реакции (фенотипов) при различных условиях существования.

При оценке селекционного материала обязательно стараются выявить норму реакции их геномов на различные благоприятные и неблагоприятные внешние условия для определения приспособительных возможностей сортов, форм, ареалов их произрастания. Селекционеру необходимо четко различать соотносительную роль генома и среды в формировании того или иного признака продуктивности растений данного сорта, знать характер фенотипической изменчивости признаков под влиянием тех или иных факторов внешней среды. Как правило, признаки продуктивности являются количественными признаками [6,7,8].

Главный вопрос генетики количественных признаков – вопрос о роли генетики и среды в определении нормы реакции. Наиболее важные количественные признаки наследуются полигенно, по типу кумулятивной полимерии, при котором в дигенном расщеплении выявляются всегда пять фенотипических классов, частота встречаемости которых соответствует

биномиальному распределению. Но количественные признаки могут детерминироваться не только двумя генами, но и большим количеством генов. Причем мутации таких отдельных, кумулятивно действующих генов, создают широкие возможности определяемого этим комплексом генов признака. Поэтому наиболее сильно изменяются количественные признаки. Среда является тем фактором, который служит определенным сигналом для включения экспрессии различных генов, и часто бывает причиной различной их проявляемости (пенетрантности) или степени их проявления (экспрессивности). Наиболее сильно изменяются под влиянием условий среды количественные признаки. У люцерны к хозяйственно-ценным количественным признакам относятся размеры листовых пластинок. Чем больше облиственность люцерны, тем выше содержание белка в растениях. Поэтому размеры листовых пластинок у люцерны имеют большое значение в селекционной работе по выведению высокопродуктивных сортов, отличающихся повышенным содержанием сырого белка. В связи с этим, анализ фенотипического комплекса способности растений люцерны производить биомассу, как проявления ее потенциала продуктивности, путем использования методов вариационной статистики, весьма актуально.

**Цель исследования** – изучение степени экспрессии генов в процессе формирования количественного признака «длина средней доли листа» люцерны в дикорастущих популяциях вида *Medicago Sativa L.*

**Метод исследования** – генетико-статистический.

Объектом нашего исследования послужили дикорастущие популяции люцерны синей (*Medicago Sativa L.*). Нами проведено изучение нормы реакции у 5 дикорастущих популяций люцерны синей по признаку «длина средней доли листа» люцерны. Внутрипопуляционное варьирование признака определяли с помощью вариационной статистики. Для этого по каждой популяции собрали со 100 растений листья, измерили длину средней доли листа и сопоставили вариационные ряды из средних величин признака. Генетико-статистические закономерности варьирования количественного признака длины средней доли

листа люцерны в популяциях №1 - №5 рассчитывали по следующим параметрам: среднее арифметическое значение, среднее квадратичное отклонение и коэффициент вариации [1,2,3,5]. Анализ модификационной изменчивости у пяти дикорастущих популяций люцерны синей показал, что степень выраженности признака длина средней доли листа люцерны достаточно сильно варьирует. Так, рассчитанные средние арифметические значения длины средней доли листа люцерны разных дикорастущих популяций колеблется от 1,7 до 2,8см (табл.1).

Таблица 1

Фенотипическая изменчивость длины средней доли листа растений у дикорастущих популяций вида люцерны синей.

Популяция, №	$\bar{X} \pm m$	$\sigma$	V
1	1,7 ± 0,03см	0,3см	15,6 %
2	2,9 ± 0,03см	0,3см	10,7 %
3	2,2 ± 0,02см	0,1см	8,5 %
4	2,2 ± 0,02см	0,2см	9,4 %
5	2,8 ± 0,05см	0,5 см	17,0 %

На наш взгляд, это обусловлено взаимодействием генома с определенным комплексом условий, в которых росло это растение, т.е. разной экспрессией генов, детерминирующих признак. Однако, средние арифметические значения длины средней доли листа люцерны не могут объективно оценить размах колебания границ нормы реакции признака. Поэтому для характеристики его варьирования используют среднее квадратическое отклонение, показывающее на сколько в среднем отличается каждая из вариаций от среднего арифметического. Из данных таблицы №1 видно, что самой вариабельной популяцией по изучаемому признаку является популяция №5, где среднее квадратическое отклонение,  $\sigma=0,5$ см. Наиболее константной оказалась

популяция №3, в которой среднее квадратическое отклонение было минимальным,  $\sigma = 0,1$ см. Такие параметры, как среднее арифметическое и среднее квадратическое отклонение, могут объективно оценивать норму реакции изучаемого признака, если значения сравниваемых средних арифметических популяций, одинаковые. В случае, если значения средних арифметических разные, как в нашем эксперименте (рис.1), то необходимо оценить изменчивость с помощью коэффициента вариации.

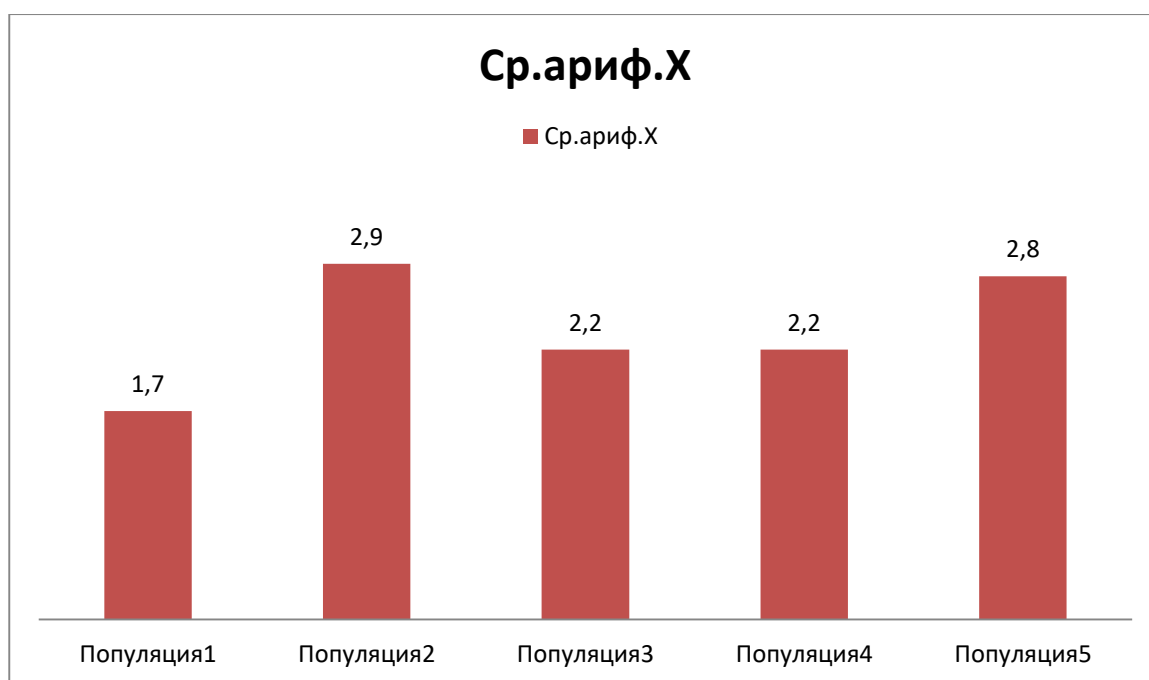


Рисунок 1 – Вариационная диаграмма значений средних арифметических признака длины средней доли листа люцерны.

Коэффициент вариации показывает степень размаха изучаемого признака, т.е. границы его модификационной изменчивости. С помощью вариационно-статистического метода нами установлено довольно высокая вариабельность по изучаемому признаку. Коэффициент вариации колеблется от 9,4 до 17,0%. Наибольший размах варьирования длины средней доли листа люцерны наблюдается у популяции № 5 (17,0%), наименьший у популяции № 3 (8,5%). Максимальными средними значениями признака длины средней доли листа характеризуется популяция № 5 (2,8см). Однако, популяция № 5 имеет наибольшее значение среднего квадратичного отклонения (0,5 см) по данному

признаку. Поэтому отбор образцов люцерны из такой популяции не обеспечит получения сортов со стабильными показателями содержания сырого белка в растениях. Вместе с тем, популяция № 2, также как и популяция № 5 характеризуется высокими средними показателями длины средней доли листа люцерны (2,9см), но со значительно меньшим значением среднего квадратичного отклонения (0,2 см) и меньшим коэффициентом вариации (10,7%). Следовательно, из популяции № 2 отбор образцов люцерны позволит получать высокобелковые сорта, с генотипами, характеризующимися узкой нормой реакции по данному признаку, т.е. высокой выравненностью отмеченного признака, не подверженного сильным колебаниям (табл.1, рис.2).

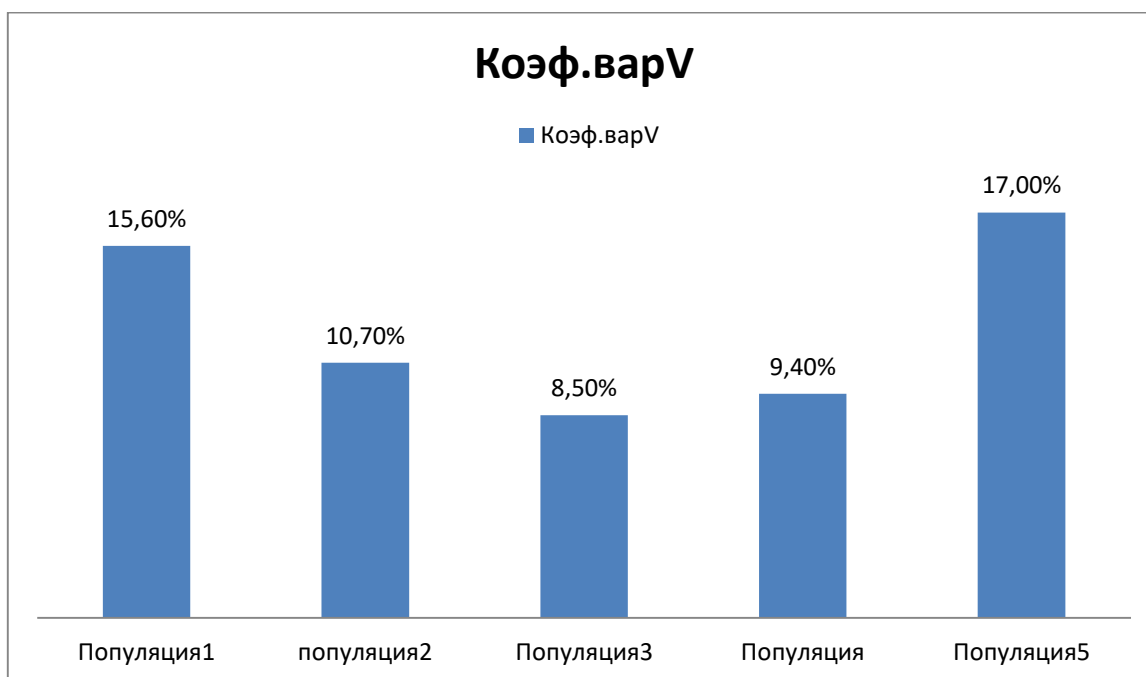


Рисунок 2 – Вариационная диаграмма значений коэффициента вариации признака длины средней доли листа люцерны.

Таким образом, факт присутствия в дикорастущих популяциях люцерны синей образцов как с широкой нормой реакции, так и с узкой нормой реакции свидетельствует о возможности отбора интродуцентов на уровне их популяционной структуры. Дифференцировать их как на интродуценты, которые могут произрастать в разнообразных почвенно-климатических условиях и при этом не претерпевать больших изменений в проявлении признаков, так и на интродуценты, с малым показателем внутривидового

варьирования и большей детерминацией признаков генотипом и использовать этот селекционный материал как для селекции сортов как экстенсивного типа, так и для выведения сортов интенсивного типа.

### Список литературы:

1. Лакин Г.Ф. Биометрия // М.: Просвещение. 1973. 321 с.
2. Лутова Л.А., Тиходеев О.Н. Генетика развития растений // М.: Наука. 2000. 539 с.
3. Тиходеев О.Н., Тихонович И.А., Ходжайлова Л.Т. Генетика развития цветка // М.: Просвещение. 2000. 156 с.
4. Дарвин Ч. Происхождение видов путем естественного отбора / Под ред. А.В.Яблокова. М.: Просвещение. 1950. 383с.
5. Фролова Л.А. Изучение концентрации аллельных форм гена I в популяциях человека на примере г. Мичуринска / Тамбов на карте генеральной: социокультурный, образовательный, духовно-нравственный аспекты развития региона: сборник материалов Всероссийской научной конференции (20 мая 2016 г.).
6. Фролова Л.А. Использование интерактивных методов в образовательном процессе / Современные педагогические технологии в организации образовательного пространства региона: сборник материалов Областной научно-практической конференции (24 апреля 2018 г.) // под общей редакцией Е.С. Симбирских. Мичуринск: Изд-во ООО «БиС». 2018. С.177-180.
7. Фролова Л.А., Демочкина С.С., Костырина Т.В. Закономерности формообразовательного процесса в потомстве от скрещивания разнохромосомных форм смородины чёрной / Наука и образование. 2018. № 3-4. С. 49.
8. Фролова Л.А., Петрищева Л.П., Попенко Н.В., Клишина М.Н. Цитологический анализ семян от свободного опыления автотриплоидных форм смородины черной // Наука и Образование. 2019. №2-3. С.102-105.

UDC 653.723.630\*164

## ECOLOGICAL AND STATISTICAL PATTERNS OF INHERITANCE OF POLYMER TRAITS IN FLOWERING PLANTS

**Lyubov Al. Frolova**

candidate of biological sciences, associate professor

ljubafr@rambler.ru

**Olga M. Zolotova**

head of the department of biology and chemistry

candidate of agricultural sciences, associate professor

olga1@mail.ru

**Yulia Al. Fedulova**

candidate of agricultural sciences, associate professor

yulia\_fed@mail.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Abstract.** The article deals with the issues of phenotypic variability of alfalfa synegybrid, the limits of the adaptive norm of its genome.

**Keywords:** reaction rate, certain variability, phenotype.

Статья поступила в редакцию 11.11.2024; одобрена после рецензирования 20.12.2024; принята к публикации 25.12.2024.

The article was submitted 11.11.2024; approved after reviewing 20.12.2024; accepted for publication 25.12.2024.