

## СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФЕНОТИПИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПО ВЫСОТЕ ГИБРИДНЫХ СЕЯНЦЕВ ИЛЬМОВЫХ

Иозус А.П.<sup>1</sup>, Морозова Е.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Камышинский технологический институт (филиал) Государственного образовательного учреждения «Волгоградский государственный технический университет», г. Камышин, Россия (403874, г. Камышин, ул. Ленина, 6А) [phis@kti.ru](mailto:phis@kti.ru)

Рассматривается использование дисперсионного анализа для статистической оценки фенотипической изменчивости высоты гибридных сеянцев ильмовых. Дисперсионный анализ позволяет рассчитать оценку силы влияния факторов. При помощи дисперсионного анализа была проведена комплексная оценка влияния эколого-генетических факторов на изменчивость признака «высота сеянцев» гибридов ильмовых. Из фенотипической изменчивости высоты сеянцев гибридов были выделены и исследованы генетический фактор А, экологический фактор В, экогеноклиматический фактор С и случайный фактор D. Доля влияния фактора С составляет 67,7%; фактора В – 13,8%, на долю случайного фактора D приходится 17,5% от общей фенотипической изменчивости высоты сеянцев вяза. Выявлено большее влияние климатических факторов на изменчивость высоты сеянцев вяза, чем типов скрещивания. Недооценка влияния экологических факторов на изменчивость изучаемых признаков у гибридных сеянцев вяза произвольно приводит к переоценке генетических факторов.

Ключевые слова: дисперсионный анализ, изменчивость, ильмовые, гибрид, сеянцы.

## THE STATISTICAL EVALUATION OF THE PHENOTYPIC VARIABILITY HEIGHT OF HYBRID SEEDLINGS ELM

Iozus A.P.<sup>1</sup>, Morozova E.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Reader of Kamyshin Technological Institut (branch) of Volgograd State Technical University, Kamyshin, Russia (403874, Kamyshin, Lenina Street, 6A) [phis@kti.ru](mailto:phis@kti.ru)

The article discusses the use of analysis of variance (ANOVA) for the statistical evaluation of the phenotypic variability of height the hybrids seedlings elms. The analysis of variance allows the calculation of the force of the influence of factors. Using ANOVA was carried out a comprehensive assessment of the influence of the ecological--genetic factors on the variability of the attribute "height of the seedlings" elms' hybrids. Of phenotypic variability in height of seedlings of hybrids have been isolated and studied the genetic factor A, the environmental factor B, ecological-genetic-climatic factor C and random factor D. The contribution of factor C is 67.7%; factor B - 13.8%, the share of a random factor D is 17.5% of the total phenotypic variation of height of the seedlings elm. The climatic factors have a greater impact on the variability of the elm' seedlings in height than the types of crossing. Underestimation of the impact of environmental factors on the variability of the studied signs leads consensually to an overestimation of genetic factors at hybrid seedlings elm.

Keywords: analysis of variance (ANOVA), variability, elm, hybrid, seedlings.

Почвенные и климатические условия юго-востока европейской части России весьма неблагоприятны для роста и развития древесных и кустарниковых пород. Этим объясняется бедность породного состава древесной растительности в районах Нижнего Поволжья. Такие интродуцированные виды, как вяз приземистый, клен ясенелистный, ясень зеленый, в лесомелиоративных насаждениях дают хороший прирост в высоту в первые годы жизни, но к 15 - 20 годам он резко прекращается, и в 20 - 30 лет начинается отмирание верхних и боковых побегов.

К настоящему времени на Нижневолжской станции по селекции древесных пород ВНИАЛМИ (г. Камышин) созданы маточные насаждения из гибридных растений вяза. В течение продолжительного периода времени на посевном отделении выращивались и

изучались гибридные сеянцы одних и тех же вариантов скрещивания. При этом в пределах изучаемого рода была отмечена различная изменчивость высоты сеянцев. [1, 5]

Для изучения особенностей фенотипической изменчивости высоты гибридных сеянцев ильмовых был использован дисперсионный анализ.

Дисперсионный анализ – статистический метод, позволяющий анализировать влияние различных факторов на исследуемую переменную. Метод был разработан биологом Р. Фишером в 1925 году и первоначально применялся для анализа агрономических данных. В дальнейшем Н.А. Плохинский, Е.К. Меркурьева, Г.Ф. Лакин [2, 3, 4] наряду с алгоритмами «классического» фишеровского дисперсионного анализа, приводят в своих работах по биометрии для селекционеров схемы различных вариантов дисперсионного анализа качественных признаков. Но в других классических и базовых учебниках и пособиях по биометрии дисперсионный анализ качественных признаков не рассматривается.

Скорее всего, такое отношение к дисперсионному анализу качественных признаков можно объяснить «конкуренцией» со стороны критерия  $\chi^2$  Пирсона и его аналогов, которые очень часто решают те же задачи, но с меньшими затратами времени. Кроме того, бурное развитие лог-линейных моделей, сопряженное с усовершенствованием и доступностью компьютерной техники, также не способствовали развитию дисперсионного анализа качественных признаков, в результате чего этот метод практически не используется в современных научных исследованиях.

В то же время, по сравнению с использованием критерия  $\chi^2$  Пирсона, дисперсионный анализ имеет определенные преимущества. Например, важное значение для исследователя имеет возможность получить не только оценку значимости проверяемой гипотезы, но и рассчитать оценку силы влияния факторов. Поэтому для изучения изменчивости высоты гибридных сеянцев и был выбран дисперсионный анализ.

Последовательное расчленение фенотипической изменчивости по случайным и контролируемым факторам и их соподчиненность дают основание использовать для оценки влияния перечисленных факторов метод иерархического дисперсионного анализа. Методика расчетов подробно изложена в работах Е. К. Меркурьевой и С.С. Крамаренко [2, 4].

Нами изучалось влияние 5 типов скрещивания на изменчивость высоты сеянцев вяза:

I – вяз приземистый x вяз гладкий; II – вяз приземистый x вяз гладкий x вяз гладкий;  
III – вяз приземистый x вяз листоватый; IV – вяз приземистый x вяз листоватый x вяз листоватый; V — вяз приземистый x вяз приземистый.

Поскольку сеянцы объединены генетическим родством, была определена средняя высота 1870 сеянцев ильмовых.

Зная происхождение сеянцев, для каждой из групп I—V вычислили частные средние, характеризующие определенный тип скрещивания (таблица 1).

Таблица 1

Средняя высота однолетних гибридных сеянцев вяза по типу скрещивания

Тип скрещивания	Количество сеянцев, шт.	Частное среднее $\bar{x}$ , см
I – вяз приземистый х вяз гладкий	570	43,8
II – вяз приземистый х вяз гладкий х вяз гладкий	387	38,8
III – вяз приземистый х вяз листоватый	550	41,9
IV – вяз приземистый х вяз листоватый х вяз листоватый	183	27,3
V — вяз приземистый х вяз приземистый	180	27,8

Таким путем вычленили из общей фенотипической изменчивости сеянцев долю изменчивости, обусловленную генетическими факторами различных типов скрещивания. Этот фактор условно обозначили буквой «А».

Из общей фенотипической изменчивости сеянцев также выделили комплексный экологический фактор «В» и экогеноклиматический фактор «С», имеющий сложную природу. Во-первых, экогеноклиматический фактор в какой-то степени отражает экологические условия роста материнских деревьев, семена которых использованы для посева; во-вторых, генетические различия тех деревьев, плоды которых высевались в каждую генерацию; в-третьих, климатические условия, которые изменялись и оказывали влияние на характер цветения, опыления, формирование плодов и их качество.

В пределах каждого года выделялись две-три группы сеянцев одного и того же типа скрещивания, произраставших на разных грядках, или экологических фонах. Влияние микроэкологических различий в пределах грядки на рост сеянцев вполне очевидно.

В пределах каждой повторности посева выращивали по несколько сотен сеянцев, из которых для измерения высоты произвольно отбирали около 50. Колебания высоты в пределах каждой выборки обусловлены комплексом неучитываемых факторов, объединяемых в один случайный фактор «Д».

Лучшие средние значения высоты имеют сеянцы I и III типов скрещивания. При II и IV типах скрещивания (повторное опыление гибрида пыльцой отцовского вида) качество потомства по скорости роста ухудшилось. Колебания высот сеянцев по годам в пределах одного типа скрещивания достигали 200—300%, причем предугадать реакции сеянцев на климатические условия года невозможно: в одни годы лучшим оказывается потомство гибридов от I - II типов скрещивания, в другие – III - IV.

Заметно отличаются высоты сеянцев одного происхождения, выращенных на разных грядках в один и тот же год.

Результаты дисперсионного анализа (таблица 2) показали, что влияние на высоту сеянцев различных типов скрещивания статистически недостоверно, а факторов экогеноклиматических (С) и экологических различий (В) достоверно с вероятностью 0,999. Доля влияния фактора С составляет 67,7%; В – 13,8%, на долю случайного фактора D приходится 17,5% от общей фенотипической изменчивости высоты сеянцев.

Таблица 2

Результаты дисперсионного анализа изменчивости высоты гибридных сеянцев вяза

Расчетные величины	Фактор (изменчивость между)			
	А (типами скрещивания)	В (экологическими повторностями)	С (экогеноклиматическими повторностями)	Д (индивидуальная изменчивость сеянцев)
Сумма квадратов	39497,7	71560,8	504590,2	145748,8
Число степеней свободы	4	32	19	1814
Средний квадрат	9874,4	2236,3	26557,4	80,4
Эмпирические значения F	0,37	27,83	11,88	–
Табличные значения F	7,2 – 2,9	2,0 – 1,5	3,5 – 1,9	
Достоверность	0	0,999	0,999	

Отсутствие влияния типа скрещивания в роде ильмовых объясняется, на наш взгляд, неоднородностью генетического материала, получаемого с селекционных участков в различные годы. Плодовитые растения чаще участвуют в семенном размножении гибридов, но не всегда оказываются лучшими по высоте семенного потомства, которое они производят. Таким образом, при генетической оценке гибридов и форм следует более строго выдерживать генетическую однородность семенного материала.

Свойства гибридных деревьев второго и последующих поколений, полученных от свободного, неконтролируемого скрещивания, будут отличаться от свойств гибридов первого поколения своим сдвигом в сторону родительского (материнского) вида.

У гибридных сеянцев и исходных видов вяза изменчивость высоты на 2/3 обусловлена влиянием климатических факторов.

Статистически достоверно влияние экологического фактора, характеризующего различие условий роста сеянцев гибридов вяза на разных грядках, или экологических фонах. Влияние этого фактора на высоту сеянцев составляет у вяза 13,8%. Чем выше доля влияния этого фактора, тем сеянцы более требовательны к плодородию почвы и другим условиям

окружающей среды Норма реакции у вяза показывает, что он может расти одинаково успешно на различных почвах.

На долю неконтролируемой изменчивости приходится 17,5%.

Чтобы генетические изменения гибридных растений были очевидны и более устойчивы, необходимо усовершенствовать весь процесс предварительного отбора родительских растений и гибридизации, учитывая эволюционные последствия каждого этапа работ по искусственному отбору родительских пар и контролируемому скрещиванию.

В заключение следует отметить, что в условиях юго-востока европейской территории России селекционные работы, направленные на повышение жизнеспособности, устойчивости и долговечности искусственных насаждений из древесных пород, совпадают с естественным отбором, и это обстоятельство значительно облегчает весь процесс селекции.

Для оценки внутривидовой изменчивости и генетической оценки видов с естественным ареалом распространения по хозяйственно ценным признакам могут использоваться естественные популяции (клен, дуб, вяз, береза).

### **Выводы**

Таким образом, применение дисперсионного анализа позволило по-новому понять причины и особенности изменчивости высоты сеянцев, этого хозяйственно и биологически важного количественного признака, а также по-новому и в эволюционном плане оценить последствия гибридизационных работ с вязами, у которых не удалось получить степени гетерозиса, достигнутой травянистыми растениями.

Дисперсионный анализ устанавливает сам факт достоверного различия двух или многих совокупностей по изучаемому признаку, но не подменяет собой специального генетического или гибридологического анализа.

Анализ изменчивости высоты сеянцев выявил преимущества гибридов: вяз приземистый  $\times$  вяз обыкновенный, вяз приземистый  $\times$  вяз листоватый.

Комплексной оценкой влияния эколого-генетических факторов на изменчивость признака «высота сеянцев» при помощи иерархического дисперсионного анализа было выявлено большее влияние климатических факторов на изменчивость высоты сеянцев вяза, чем типов скрещивания. Таким образом, регулируя экологические условия роста, можно значительно улучшить качество посадочного материала.

Недооценка влияния экологических факторов на изменчивость изучаемых признаков у гибридов сеянцев произвольно приводит к переоценке генетических факторов, в частности типа скрещивания, что тормозит развитие гибридизации и селекции древесных пород. Исходя из современных положений эволюционного учения и популяционной генетики, предлагается продолжить работы по гибридизации на новом, более обширном

материале с учетом и использованием тех перспективных форм в генофонде изучаемых видов вяза, которые прошли испытание естественным отбором в искусственных и естественных насаждениях юго-востока европейской части России за последние десятилетия.

### Список литературы

1. Калинина И. В. и др. Рост гибридов клена, вяза и ясеня селекции ВНИАЛМИ в лесных полосах. Бюлл. ВНИИ агролесомелиорации, вып. 1 (26). Волгоград, 1978. – с.18-21.
2. Крамаренко С.С. Дисперсионный анализ качественных признаков (ANOVA) в популяционно-фенетических исследованиях [электронный ресурс] // Электронный журнал "Jahrbuch für EcoAnalytic und EcoPatologic". – 2004 URL: [www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Article/A23/Kr\\_da.html](http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Article/A23/Kr_da.html).
3. Лакин Г.Ф. Биометрия. Учебное пособие для биол. спец. вузов, 4-е изд.- М.: Высшая школа, 1990. - 352 с.
4. Меркурьева Е.К., Шангин-Березовский Г.Н. Генетика с основами биометрии. М.: «Колос», 1983. – 400 с.
5. Озолин Г.П., Маттис Г.Я., Калинина И.В. Селекция древесных пород для защитного лесоразведения. – М.:Лесная промышленность, 1978. – 152 с.

### Рецензенты:

Васильев Ю.И., д.с.-х.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник Всероссийского НИИ агролесомелиорации Российской академии наук, г.Волгоград;

Рулев А.С., д.с.-х.н., заместитель директора по науке Всероссийского НИИ агролесомелиорации Российской академии наук, г. Волгоград.