

Глава 3.  
**СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО**

УДК 534.13:631.523

doi: 10.31360/2225-3068-2018-66-91-97

**ПОДБОР РОДИТЕЛЬСКИХ ПАР  
В СЕЛЕКЦИИ ГРУШИ ПО КРИТЕРИЮ  
«ЕВКЛИДОВА РАССТОЯНИЯ»**

**Киселёва Н. С.**

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур»,  
г. Сочи, Россия, e-mail: nskiselyeva\_05@mail.ru*

В селекции плодовых культур комбинации скрещивания оцениваются на основании данных по их потомству, поэтому проблема подбора родительских пар по исходным формам весьма актуальна. В данной работе статистическими методами реализованы два принципа подбора родительских пар: выбор одной родительской формы по комплексу выраженных селекционно-ценных признаков; родительские формы подбираются исходя из оценки генотипической удалённости их друг от друга. В нашем случае, оценка проведена с помощью «евклидова расстояния» (от 1 до 1,9) по 9-бальной шкале кодирования признаков, используемых для оценки отличимости, однородности и стабильности, и степени их выраженности. Селекционный эффект изучаемых комбинаций скрещиваний определяется как отношение числа продуктивных пар к числу испытанных селекционерами родительских пар. Большим значениям «евклидова расстояния», рассчитанным для разных родительских пар по комплексу признаков, соответствует большая вероятность получения нового сорта. Таким образом, при селекции на комплекс признаков, «евклидово расстояние» может являться критерием оценки отбора родительских пар.

**Ключевые слова:** груша, сорт, генотип, селекция, комплекс признаков, «евклидово расстояние», селекционный эффект.

Успех в получении новых сортов растений с использованием гибридизации во многом зависит от правильного выбора родительских компонент. Идеальным методом подбора родительских компонент следует считать тот, который позволил бы для любой пары растений вычислить вероятность получения гибрида, обладающего требуемыми характеристиками, но для плодовых растений таких методов не разработано. Большую пользу могут оказать методы, которые, хотя непосредственно и не позволяют вычислить вероятность получения гибрида с определенными свойствами, но позволяют выявить, какая из родительских пар в сравнении с другой парой обладает большей вероятностью получения такого гибрида. Используя «евклидово расстояние», в какой-то мере, это можно

осуществить. Применение компьютерных программ для обработки больших объёмов данных существенно повысит эффективность применения подобных методов в селекции плодовых культур и, в частности, груши.

Основной целью проводимых исследований является разработка методов и средств, повышающих результативность селекции груши. Исследования по данной теме предусматривали решение таких задач как: создание детальной базы данных комплекса признаков по генофонду груши; компьютерная реализация с использованием базы данных имеющегося генофонда определенных методов подбора родительских пар для гибридизации, которые основаны на:

- а) применении «евклидова расстояния» для оценки степени различия сортов между собой по комплексу признаков;
- б) взаимном дополнении признаков.

**Место проведения, объекты и методика исследования.** Исследования проводили в 2004–2017 гг. на базе коллекционных насаждений Опытного-технологического отдела сектора плодовых культур Всероссийского НИИ цветоводства и субтропических культур (ФГБНУ ВНИИЦиСК, г. Сочи) по общепринятым методикам [4–7].

Объектами исследования служили 7 генотипов груши различных сроков созревания ('Вильямс', 'Черноморская Янтарная', 'Вега', 'Вербена', 'Сюрприз', № 8520 и № 11480). Учитывалось 8 основных признаков: сила роста, возраст вступления в плодоношение, срок созревания плодов, продуктивность, масса плода, вкусовые качества, зимостойкость, засухоустойчивость. Коды признаков, используемых для оценки отличимости, однородности и стабильности, и степени их выраженности приведены в «Методике проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Груша» (*Pyrus communis* L. и *Pyrus ussuriensis* Maxim. × *Pyrus communis* L.) в таблице VII [9].

Статистические вычисления проведены в программах STAT и пакете анализа данных MSExcel [1, 8].

**Результаты.** Целью современной селекции является получение сортов, обладающих комплексом хозяйственно-ценных признаков. У плодовых растений в число таких показателей входят: продуктивность, устойчивость к болезням и вредителям, качество, срок созревания плодов и др. Правильный подбор опылителей для самобесплодных сортов не только повышает завязываемость плодов, но и улучшает их качество, обеспечивает проявление всех сортовых признаков. Анализ селекционной работы института свидетельствует о возможности выведения новых сортов груши путем скрещивания гибридов первого поколения с лучшими европейскими и отечественными сортами, обладающими комплексом хозяйственно-ценных признаков.

Так как в селекции плодовых культур разные комбинации скрещивания оцениваются на основании данных по их потомству, то проблема подбора родительских пар на основании данных по исходным формам весьма актуальна. Поэтому изучена возможность использования «евклидова расстояния» (ЕР) по 9-бальной шкале кодирования признаков для подбора родительских пар груши.

$$d_{1,2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - x_{2i})^2}{n}}$$

В программе MS Excel разработаны матрицы планирования для необходимых расчётов по формуле:

где:  $d_{1,2}$  – значение ЕР между объектами 1 и 2;

$x_{ji}$  – значение свойства  $i$  объекта  $j$ ;

$n$  – количество свойств, которым описывают объект.

**Объекты** – 7 генотипов груши коллекции ФГБНУ ВНИИЦиСК, **свойства** – 8 основных селекционно-ценных признаков, по которым описываются эти генотипы.

В подготовленную матрицу-таблицу по каждому исследуемому генотипу кодировались основные признаки (в баллах) (рис. 1а). Далее рассчитывалась разница значений свойства (признаков) между объектами (генотипами) (рис. 1б).

генотипы	Признаки (баллы)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	3	5	2			
2	3	4	5	0	2			
3	1	2	5	3	3			
4	3	3	3	3	0			
5	3	4	5	5	5			
6	3	3	3	4	4			
7	4	2	0	5	5			

а.

	5	6	7	8
1	0	-1	-2	5
2	2	2	0	-3
3				
4				
5				
6				
7				

б.

**Рис. 1.** Матрица предварительного расчёта по баллам кодируемых признаков изучаемых генотипов

Полученные значения вводились в созданный нами «программный калькулятор» расчёта «евклидова расстояния» (рис. 2),

где:  $n$  – количество описанных признаков, сумма –  $\sum x_{1i} - x_{2i}$ , которая возводится в квадрат,

EP – окончательный расчёт «евклидова расстояния» по вышеприведённой формуле.

The image shows a digital calculator interface. At the top, 'n=' is followed by a box containing the number '5'. Below this, there are two boxes: the first contains '2' and is labeled 'сумма=' to its left; the second contains '4' and is labeled 'в квадрате' to its right. At the bottom, the result is displayed as 'EP= 0,894427'.

**Рис. 2.** «Калькулятор» расчёта «евклидова расстояния» между объектами (генотипами груши)

Предварительно были определены продуктивные и родительские пары, исходя из опыта селекционной работы по груше, проводимой в 1980–2000 гг. в институте [2, 3]. Распределение 25 продуктивных и родительских пар по интервалам EP приводится в таблице 1.

*Таблица 1*

**Интервалы «евклидова расстояния» и селекционный эффект продуктивных и родительских пар груши**

№ интервала	Евклидово расстояние, $d$	Продуктивные пары, $k$	Родительские пары, $k_1$	Селекционный эффект, $e = k/k_1$
0	< 0,62	0	4	0
1	0,62–0,9	1	7	0,13
2	0,9–1,18	6	18	0,33
3	1,18–1,46	4	30	0,13
4	1,46–1,74	5	24	0,21
5	1,74–2,02	7	19	0,37
6	2,02–2,3	2	7	0,29
7	> 2,3	0	2	0

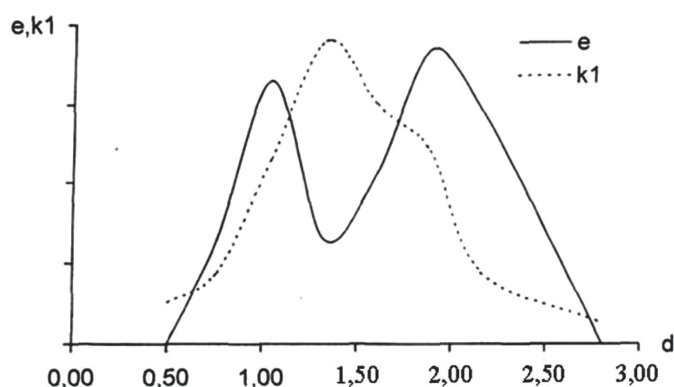
Продуктивные пары (пары, от которых получен хотя бы один сорт): 'Бере Боск' × 'Память Конгресса' ('Хостинская', 'Рассвет', 'Сюрприз', 'Лучистая'); 'Бонлуиз' × 'Спадоне' ('Сочинская Крупноплодная', 'Приморская'); 'Память Конгресса' × 'Лесная Красавица' ('Туапсинская'); 'Память Конгресса' × 'Деканка Осенняя' ('Нектарная', 'Августовская'); 'Вильямс' × 'Дюшес Ангулем' (№ 8520); 'Деканка Осенняя' × 'Бере Клержо' ('Славянка'); 'Бере Боск' × 'Спадоне' ('Южанка'); 'Бере Гарди' × 'Бере Клержо' ('Скороплодная'); 'Бере Боск' × 'Лесная Красавица' ('Медуница'); 'Бере Боск' × 'Дюшес Ангулем' ('Хохлатка'); 'Бере Боск' × 'Бере Жиффар' ('Тиссовая'); 'Бере Боск' свободного опыления ('Черноморская Янтарная', 'Вербена', 'Сочинская Ананасная', 'Вега', 'Мальва', 'Яснотка', 'Душица'); 'Лесная Красавица' свободного опыления ('Смуглянка').

Здесь же отражено распределение по указанным интервалам 11 родительских пар груши, когда-либо использовавшихся в селекции: 'Вильямс' × № 8520, 'Черноморская Янтарная' × 'Вега', 'Вильямс' × 'Черноморская Янтарная', № 8520 × 'Вега', № 11480 × 'Вега', 'Черноморская Янтарная' × 'Вильямс', 'Черноморская Янтарная' × № 11480, № 8520 × 'Сюрприз', № 8520 × 'Вильямс', № 8520 × 'Вербена', 'Черноморская Янтарная' × № 8520.

На рисунке 3 показана зависимость селекционного эффекта ( $e$ ) родительских комбинаций от значения  $EP$  и распределение испытанных в селекции родительских пар ( $k_1$ ).

Так как родительские формы подбираются исходя из оценки генотипической удалённости их друг от друга, в нашем случае, оценка с помощью «евклидова расстояния» показывает наиболее существенный диапазон  $EP$  ( $d$ ) от 1 до 1,9. При совпадении значений  $x_{1i}$  и  $x_{2i}$  для всех значений  $i$ , значение  $EP$  будет равно 0, а при любых различиях  $x_{1i}$  и  $x_{2i}$  друг от друга  $EP$  будет отражать различия в увеличении или уменьшении  $d_{1,2}$  и поэтому  $EP$  следует рассматривать как показатель отличия генотипов друг от друга.

Селекционный эффект родительских пар (изучаемые комбинации скрещиваний)  $e$  определяется, как отношение числа продуктивных пар  $k$  (пара, от которой уже получен хотя бы один сорт) к числу испытанных селекционерами родительских пар. Таким образом, при селекции на комплекс признаков  $EP$  может являться критерием оценки отбора родительских пар.



**Рис. 3.** График зависимости селекционного эффекта (e) родительских комбинаций от значения ER и распределение родительских пар (k1)

**Выводы.** Разработана концепция создания баз данных по селекционно-значимым признакам генофонда груши по плодовым растениям, на основе которой создан комплекс программных средств, обеспечивающий компьютерную реализацию двух широко применяемых в селекции принципов подбора родительских пар. Первый основан на выборе одной родительской формы, обладающей высокими уровнями тех интересующих селекционера признаков, которые у другой родительской формы недостаточно выражены. Согласно второму принципу родительские формы подбираются исходя из оценки генотипической удалённости их друг от друга. Оценивают генотипическую удалённость с помощью евклидова расстояния. Все разработанные программные средства имеют законченный вид и ориентированы на использование непосредственно в селекции груши.

#### Библиографический список

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Колос, 1979. – 416 с.
2. Киселёва Н.С. Особенности опыления груши в условиях влажных субтропиков юга России // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2017. – Вып. 61. – С. 86-93. – ISSN: 2225-3068.
3. Киселёва Н.С. Результаты селекции груши в зоне влажных субтропиков России // Пути повышения эффективности садоводства. – 2017. – № 144-1. – С. 123-127. – ISSN: 0201-799.
4. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орёл: ВНИИСПК, 1995. – 502 с.
5. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орёл: ВНИИСПК, 1999. – 608 с.

6. Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года / под ред. Егорова Е.А. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2013. – 202 с.
7. Седов Е.Н., Долматов Е.А. Селекция груши. – Орёл: ВНИИСПК, 1997. – 254 с.
8. Щеглов С.Н. Применение биометрических методов для ускорения селекционного процесса плодовых и ягодных культур. – Краснодар: СКЗНИИСиВ; КубГУ, 2005. – 106 с. – ISBN: 5-8209-0383-8.
9. Методики испытаний на ООС. Груша [Электронный ресурс] // Федеральное государственное бюджетное учреждение "Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений" – URL: <https://gossort.com/22-metodiki-ispytaniy-na-oos.html> (дата обращения: 13.07.2018).

### SELECTING PARENT PAIRS IN PEAR BREEDING BY THE CRITERION “EUCLIDEAN DISTANCES”

**Kiseleva N. S.**

*Federal State Budgetary Scientific Institution  
“Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops”,  
c. Sochi, Russia, e-mail: nskiselyeva\_05@mail.ru*

In fruit crops breeding crossing combinations are usually estimated on the basis of data about their posterity, therefore the problem of selecting parental pairs under initial forms is rather actual. The given work realized two following principles in selecting parent pairs by statistical methods: a choice of one parent form on a complex of the expressed valuable signs; parent forms are selected according to an assessment of their genotypic remoteness from each other. In our case, the assessment was carried out with the help of “Euclidean distances” (from 1 to 1.9) on a 9 ball scale of signs coding used in order to estimate the distinguishability, uniformity and stability, and the degree of their expressiveness. The breeding effect of the studied crossing combinations is defined as the relation of the number of productive pairs to the number of parent pairs tested by selectors. The great values of “Euclidean distances”, calculated for different parent pairs by a complex of signs, correspond to a high probability to receive a new cultivar. Thus, when selecting by a complex of signs, “Euclidean distances” can be the criterion to estimate the selection of parent pairs.

**Key words:** pear, cultivar, genotype, breeding, complex of signs, “Euclidean distances”, breeding effect.