
ГЕНЕТИКА, СЕЛЕКЦІЯ І БІОТЕХНОЛОГІЯ

УДК 634.8 : 631.524.84 : 527.543

**ОЦЕНКА КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ИСХОДНЫХ
ФОРМ ВИНОГРАДА ПО ПРИЗНАКАМ ПРОДУКТИВНОСТИ
В СИСТЕМЕ НЕПОЛНЫХ ТОПКРОССОВ**

© 2008 г. В. П. Клименко

Национальный институт винограда и вина "Магарач"

Украинской академии аграрных наук

(Ялта, Украина)

Оценивали комбинационную способность трех опылителей винограда по 14-ти количественным признакам в системе неполных топкроссов из 9 экспериментальных популяций. Определяли влияние факторов комбинационной способности родительских форм, эффекты общей комбинационной способности (ОКС) и специфической комбинационной способности (СКС). Выявили, что влияние СКС исходных форм на изменчивость большинства признаков продуктивности является достоверным на высоком уровне, влияние ОКС на проявление гетерозиса у гибридного потомства значительно ниже. Существенные различия между отцовскими формами по СКС наблюдали для всех признаков.

Ключевые слова: *Vitis (Tournef.) Linn., продуктивность, изменчивость, комбинационная способность, неполные топкроссы*

Гибридизация является самым важным и необходимым этапом селекционного процесса. Повышению эффективности гибридизации может способствовать использование в скрещивании родительских форм с высокой комбинационной способностью. Под комбинационной способностью в селекции подразумевается способность сортов, используемых в качестве компонентов скрещивания, давать гетерозисное потомство. Комбинационная ценность может быть выражена двумя способами: общая комбинационная способность (ОКС) и специфическая комбинационная способность (СКС) [20].

Анализ результатов диаллельных скрещиваний может дать важную информацию о генетической природе родительских форм [23, 25]. Однако использование таких скрещиваний связано с необходимостью осуществления и испытания значительного числа комбинаций, поэтому схема диаллельных скрещиваний не всегда бывает вы-

держана. Часто при гибридизации материнские формы скрещивают с разными группами отцовских форм и наоборот, группу отцовских форм скрещивают с разными группами материнских форм [26]. В системе топкроссов можно оценивать ОКС и СКС генетически разнокачественных наборов родительских форм, в том числе при наличии неодинакового количества семян в различных комбинациях скрещивания и при отсутствии повторностей [21, 22]. Поскольку у культур, размножаемых вегетативно, от родительских форм требуется скорее способность производить отдельные выдающиеся экземпляры, а не высокая ОКС, то методы оценки СКС имеют решающее значение [8].

Как показали проведенные исследования, на степень проявления хозяйственно ценных признаков у винограда большое влияние оказывали не только генотипические особенности исходных сортов, но и их взаимное сочетание [7]. По проблеме скрещиваемости и комбинационной способности исходных форм винограда имеется довольно ограниченное количество сообщений [2-4, 6, 17]. В частности, определяли сравнительную среднюю комбинационную способность 17 сортов и

Адрес для корреспонденции: Клименко Виктор Павлович, Национальный институт винограда и вина "Магарач" УААН, ул. Кирова, 31, г. Ялта, Автономная республика Крым, 98600, Украина;
e-mail: magarach@rambler.ru

ОЦЕНКА КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ

гибридов винограда, использованных в качестве исходных форм по схеме Северная Каролина-1 [24]. Выделен ряд родительских форм с высокими значениями комбинационной способности по таким хозяйственно ценным признакам, как величина ягоды, величина и масса грозди. Следует отметить, что в большинстве исследований селекционной ценности родительских форм у винограда объективный количественный анализ не проводили.

Ранее была проведена работа по изучению результативности гибридизации винограда в степном Крыму, оценке скрещиваемости сортов и гибридов винограда, выделению источников и доноров хозяйственно ценных признаков винограда [10, 12-14]. Оказалось, что некоторые родительские формы демонстрируют высокую ценность во всех гибридных комбинациях, в то время как другие - только в отдельных конкретных комбинациях скрещивания. К настоящему моменту возникла необходимость в проведении эксперимента для исследования комбинационной способности родительских форм у винограда по достаточно большому спектру признаков, характеризующих продуктивность гибридных растений.

Основной целью данной работы явилась оценка эффектов комбинационной способности ряда исходных форм винограда, часто используемых в качестве опылителей, для изменчивости количественных признаков продуктивности гибридного потомства.

МЕТОДИКА

Материалом для данного исследования служили гибриды винограда в количестве 312 сеянцев (табл. 1). Гибридное потомство представляет собой 9 экспериментальных популяций. Исходные формы для скрещивания являются межвидовыми комплексными гибридами ви-

нограда, созданными на основе большого количества культурных сортов и диких видов в пределах рода *Vitis* (Tournef.) Linn. [11].

Гибридизацию проводили в 1990 г. по схеме неполных топкроссов (Северная Каролина-1). Каждую отцовскую форму скрещивали с несколькими материнскими формами, так что общими родителями для ряда семей являются опылители. Сеянцы с 1992 г. произрастают в гибридном питомнике на степных экспериментальных участках института "Магарач" (п. Клепинино Красногвардейского р-на Автономной республики Крым). Элементы продуктивности винограда исследовали по общепринятым в виноградарстве методикам [1].

Для расчетов использовали средние значения за 2002-2004 гг. 14-ти признаков винограда, характеризующих продуктивность гибридных растений. Экспериментальные данные группировали по типу двухфакторного иерархического дисперсионного комплекса [16]. Расчеты проводили с помощью приложения Microsoft Excel, в результате анализа изменчивости количественных признаков определяли эффективность действия факторов комбинационной способности исходных форм, эффекты общей комбинационной способности и специфической комбинационной способности, а также соответствующие погрешности [5, 9].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Сопоставление средних значений признаков в популяциях со средней арифметической всей изучаемой выборки с учетом стандартной ошибки и стандартного отклонения показало, что результаты варьируют как внутри групп гибридов по опылителям, так и между этими группами [15]. Сходство значений средней арифметической, медианы и моды указывает на

Таблица 1

Экспериментальные популяции винограда, использованные для анализа комбинационной способности

Популяция	Комбинация скрещивания		Количество сеянцев, шт.
	материнская форма	отцовская форма	
FS 1-90	М. № 31-77-8	Звездный	25
FS 2-90	М. № 31-77-10	Звездный	32
FS 3-90	М. № 31-77-15	Звездный	25
FS 4-90	М. № 23-74-65	М. № 44-77-22	40
FS 5-90	М. № 23-74-67	М. № 44-77-22	61
FS 6-90	М. № 23-74-73	М. № 44-77-22	25
FS 7-92	М. № 31-77-10	Фрумоаса албэ	54
FS 8-92	М. № 31-77-13	Фрумоаса албэ	25
FS 9-92	М. № 31-77-15	Фрумоаса албэ	25

Таблица 2

Результаты дисперсионного анализа комбинационной способности исходных форм винограда по признакам продуктивности

Признак, единица измерения	ОКС отцовских форм			СКС отцовских форм			Случайная изменчивость		
	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат
Длина побега, м	1,288	2	0,644	14,811	7	2,116	25,073	216	0,116
Общее количество побегов, шт.	51,5	2	25,7	592,1	7	84,6	4185,0	216	19,4
Количество плодоносных побегов, шт.	13,7	2	6,8	157,0	7	22,4	946,3	216	4,4
Доля плодоносных побегов	218,6	2	109,3	2513,9	7	359,1	41955,2	216	194,2
Масса грозди, г	28675	2	14338	329763	7	47109	2004016	216	9278
Количество гроздей, г	54,8	2	27,4	630,1	7	90,0	2522,2	216	11,7
Урожай с куста, кг	0,729	2	0,364	8,382	7	1,197	96,371	216	0,446
Массовая концентрация сахаров, г/100 см ³	7,3	2	3,7	84,3	7	12,0	59,0	216	0,3
Коэффициент плодоношения	0,130	2	0,065	1,497	7	0,214	14,242	216	0,066
Коэффициент плодоносности	0,349	2	0,175	4,018	7	0,574	29,139	216	0,135
Урожай гроздей на плодоносном побеге, г	12893	2	6447	148272	7	21182	4243004	216	19644
Продуктивность побега по сырой массе гроздей, г	981	2	490	11278	7	1611	1402585	216	6493
Продуктивность побега по массе сахара гроздей, г	0,8	2	0,4	9,2	7	1,3	9812,6	216	45,4
Удельная хозяйственная продуктивность, г/м	309,3	2	154,6	3556,9	7	508,1	26592,3	216	123,1

ОЦЕНКА КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ

Таблица 3

Достоверность влияния комбинационной способности исходных форм на изменчивость признаков продуктивности винограда

Признак	ОКС отцовских форм			СКС отцовских форм		
	эффектив- ность дей- ствия	крити- ческое значение	достовер- ность	эффектив- ность дей- ствия	крити- ческое значение	достовер- ность
Длина побега	5,548	5,300	0,995	18,228	3,090	0,995
Общее количество по- бегов	1,329	3,040	0,950	4,365	3,090	0,995
Количество плодонос- ных побегов	1,558	3,040	0,950	5,120	3,090	0,995
Доля плодоносных побегов	0,563	3,040	0,950	1,849	2,050	0,950
Масса грозди	1,545	3,040	0,950	5,078	3,090	0,995
Количество гроздей	2,346	3,040	0,950	7,709	3,090	0,995
Урожай с куста	0,817	3,040	0,950	2,684	2,050	0,950
Массовая concentra- ция сахаров	13,419	5,300	0,995	44,090	3,090	0,995
Коэффициент плодо- ношения	0,987	3,040	0,950	3,244	3,090	0,995
Коэффициент плодо- носности	1,295	3,040	0,950	4,255	3,090	0,995
Урожай гроздей на плодоносном побеге	0,328	3,040	0,950	1,078	2,050	0,950
Продуктивность побе- га по сырой массе гро- здей	0,076	3,040	0,950	0,248	2,050	0,950
Продуктивность побе- га по массе сахара гроздей	0,009	3,040	0,950	0,029	2,050	0,950
Удельная хозяйствен- ная продуктивность	1,256	3,040	0,950	4,127	3,090	0,995

нормальность распределения случайной величины по ряду признаков продуктивности. Эмпирически полученные значения асимметрии и эксцесса свидетельствуют о том, что распределение растений винограда по многим хозяйственно полезным признакам не согласуется с нормальной кривой. Наличие существенных различий между гибридами по признакам продуктивности дает основание перейти к исследованию источников варьирования урожая гибридов, исходя из предположения, что родительские формы обладают определенной комбинационной способностью.

Согласно результатам исследования, в целом статистически достоверным на высоком уровне являлось только влияние фактора ОКС отцовских форм на изменчивость длины побега и содержания сахаров (табл. 2, 3). На изменчивость гибридного потомства по остальным признакам ОКС опылителей не влияла.

Изучаемые исходные формы достоверно отличались друг от друга по силе действия СКС. Этот источник варьирования оказал существенное влияние на большинство признаков. Недостоверным оказалось только влияние СКС опылителей на долю плодоносных побегов, урожай гроздей и продуктивность побега. Значимые различия обнаружены по большинству признаков, несмотря на то, что материнские формы, скрещенные с одним и тем же опылителем, являются между собой сибсами.

Для урожая гроздей и продуктивности побега обнаружена низкая вариация значений ОКС между опылителями (рис. 1). Эффекты ОКС по длине побега и содержанию сахаров имели наибольшие различия. Существенно высокую ОКС показал опылитель Фрумоаса албэ по длине побега и содержанию сахаров, а существенно низкую ОКС – гибрид М. № 44-77-22 по тем же признакам. Следовательно, сорт

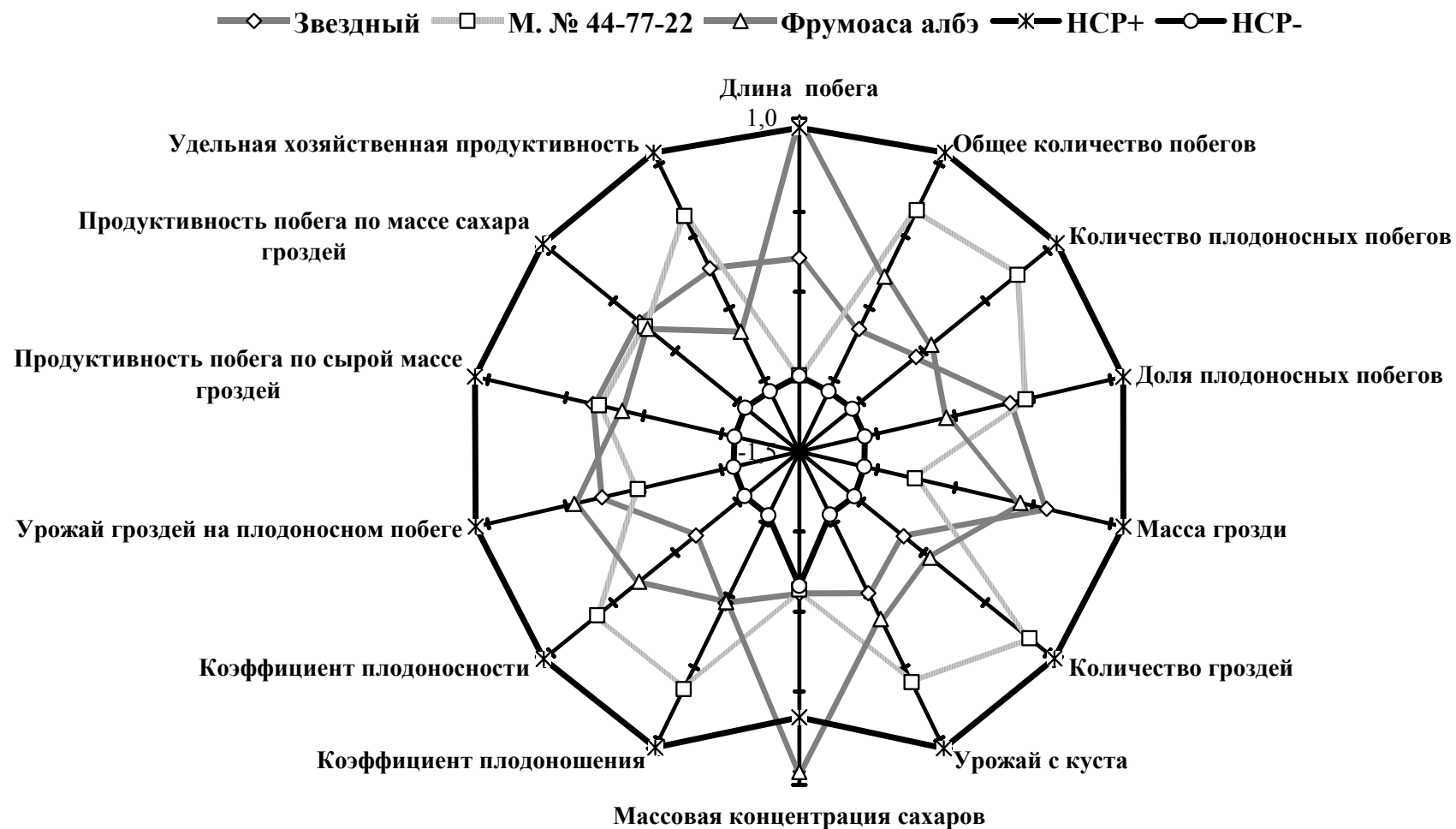


Рис. 1. Общая комбинационная способность исходных форм винограда по признакам продуктивности. Значения комбинационной способности для всех признаков нормированы.

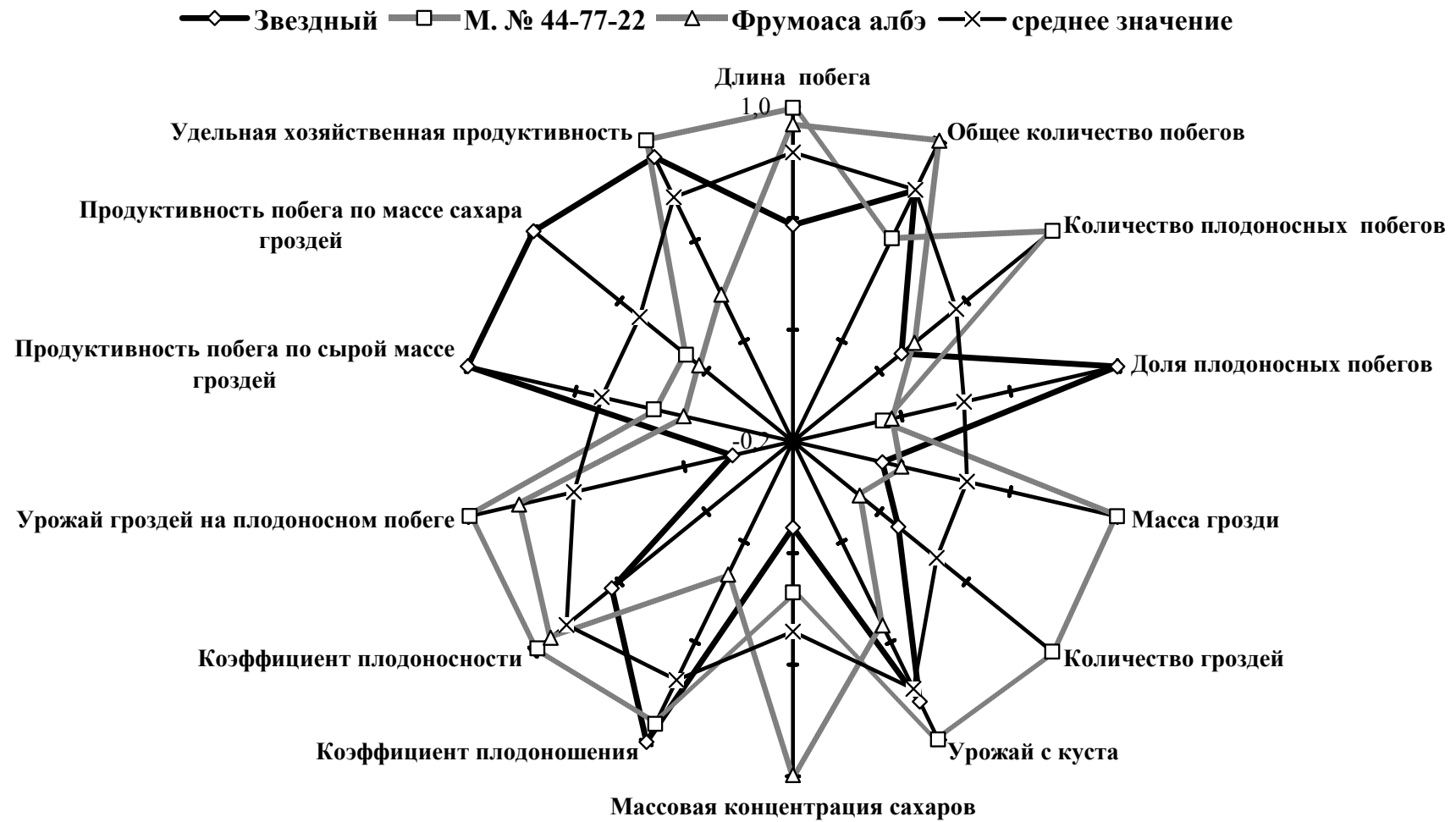


Рис. 2. Существенность различий специфической комбинационной способности исходных форм винограда по признакам продуктивности. Значения существенности различий комбинационной способности для всех признаков нормированы.

Фрумоаса албэ демонстрировал себя значительно более эффективным, чем другие, в передаче высокого значения данных признаков.

Существенные различия между исходными формами по взаимодействию, то есть по СКС, наблюдали для всех признаков (рис. 2). Для общего количества побегов и коэффициента плодоносности обнаружена низкая вариация существенности различий по СКС между опылителями. Существенность различий по СКС для доли плодоносных побегов, массы грозди, количества гроздей, содержания сахаров и урожая гроздей имела наибольшую вариацию.

Опылитель Звездный имел существенно высокую СКС по признакам: доля плодоносных побегов, урожай с куста, коэффициент плодоношения, продуктивность побега и удельная хозяйственная продуктивность. Опылитель М. № 44-77-22 демонстрировал существенно высокую СКС по большинству признаков: длина побега, количество плодоносных побегов, масса грозди, количество гроздей, урожай с куста, коэффициенты плодоношения и плодоносности, урожай гроздей, удельная хозяйственная продуктивность.

Опылитель Фрумоаса албэ показал существенно высокую СКС по небольшому количеству признаков: длина побегов, общее количество побегов, содержание сахаров, коэффициент плодоносности и урожай гроздей.

ОБСУЖДЕНИЕ

Благодаря использованию скрещиваний по схеме неполных топкроссов исследователи получают возможность привлечь в гибридизацию большее число тестеров, не увеличивая общее число комбинаций. Однако экспериментальные популяции типа Северная Каролина-1 имеют тот недостаток, что можно оценить эффекты ОКС и существенность различий по СКС только для тестеров.

Существует мнение, что применение комбинационной способности в селекции многолетних культур с целью выявления лучших исходных форм и для подбора родительских пар недостаточно перспективно [19]. Наиболее существенный недостаток оценок комбинационной способности состоит в том, что они являются относительными, так как их значения в большой мере зависят от набора форм, используемых при проведении исследований. Однако в ряде случаев соотношение оценок ОКС и СКС дает возможность судить о степени уча-

стия аддитивного эффекта генов, что облегчает подбор родительских форм. Отбор родителей на основе их комбинационной способности может быть предварительной процедурой для сокращения количества скрещиваний и количества сеянцев, оцененных в селекционной программе.

На ОКС преимущественное влияние оказывают аддитивные гены. Эффекты СКС могут быть результатом доминирования, эпистаза, взаимодействия неаддитивных генов и условий внешней среды. Результаты исследования показали, что для комбинационной способности родительских форм винограда по признакам продуктивности характерно преобладание неаддитивных факторов над аддитивной наследственностью.

Следует отметить, что высокие эффекты как ОКС, так и СКС, имели место только по двум признакам: длина побега и содержание сахаров. Величина и достоверность ОКС и СКС исходных форм по содержанию сахаров согласуется с мнением о необходимости учета комбинационной способности по данному признаку при подборе родительских пар [18].

Высокие эффекты ОКС и СКС исходных форм, как у сорта Фрумоаса албэ по длине побега и содержанию сахаров, свидетельствуют о том, что все варианты скрещивания, включающие эти опылители, имеют высокое выражение изучаемых признаков. Такие формы могут быть использованы в самом широком диапазоне скрещиваний.

Вероятны случаи, когда родительские формы имеют низкие значения ОКС и высокие значения СКС. В частности, в отдельных комбинациях гибрид М. № 44-77-22 будет давать потомство, значительно превосходящее средний уровень по длине побега (или уступающее ему), который можно было получить на основании оценки ОКС. Подобные формы лучше использовать в специфических комбинациях, ранее проверенных на сочетаемость.

Такие исходные формы, как опылители Звездный и М. № 44-77-22, которые показали низкие результаты ОКС и СКС по содержанию сахаров, необходимо использовать в поисковых скрещиваниях для подбора хорошо сочетающихся родительских пар.

Таким образом, генетическое изучение гибридного потомства винограда позволяет признать, что влияние СКС родительских форм на изменчивость большинства количественных

ОЦЕНКА КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ

признаков является достоверным на высоком уровне, влияние ОКС на проявление гетерозиса у гибридного потомства значительно ниже. Существенные различия между опылителями по СКС наблюдаются для всех исследованных признаков, в то время как эффекты ОКС имеют значение только для небольшого количества признаков. Комбинационная способность исходных форм винограда по признакам продуктивности характеризуется преобладанием неаддитивных факторов над аддитивной наследственностью. Результаты исследования могут быть использованы для целенаправленного подбора исходных форм.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Амирджанов А.Г.* Методы оценки продуктивности виноградников с основами программирования урожая. – Кишинев: Штиинца, 1992. - 176 с.
2. *Волынкин В.А.* Эффективность гибридизации у винограда // Виноград и вино России. - 2000. - № 1. - С. 11-13.
3. *Волынкин В.А.* Влияние родительских форм на эффективность гибридизации винограда // Виноделие и виноградарство. - 2003. - № 2. - С. 40-41.
4. *Волынкин В.А., Данылейченко В.А.* Эффективность скрещиваемости при гибридизации сортов винограда различного происхождения // "Магарач". Виноградарство и виноделие. - 2005. - № 1. - С. 4-7.
5. *Вольф В.Г., Литун П.П., Хавелова А.В., Кузьменко Р.И.* Методические рекомендации по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности. - Харьков, 1980. - 76 с.
6. *Докучаева Е.Н.* О подборе родительских пар в селекции винограда // С.-х. биология. - 1980. - Т. 15, № 3. - С. 465-467.
7. *Докучаева Е.М., Мелешко Л.Ф.* Успадкування мускатного аромату ягід потомством столових сортів винограду // Виноградарство і виноробство. - 2002. - Т. 40. - С. 13-20.
8. *Кип Э.* Смородина и крыжовник // Селекция плодовых растений / Под ред. Х.К. Еникеева. - М.: Колос, 1981. - С. 274-371.
9. *Клименко В.П.* Методические рекомендации по количественной генетике винограда. - Ялта: ИВиВ "Магарач", 1998. - 24 с.
10. *Клименко В.П.* Скрещиваемость сортов и гибридов винограда // Виноделие и виноградарство. - 2003. - № 3. - С. 32-33.
11. *Клименко В.П.* Родство современных сортов и диких форм винограда // Виноделие и виноградарство. - 2003. - № 5. - С. 40-41.
12. *Клименко В.П.* Результативность гибридизации винограда в степном Крыму // Виноградарство и виноделие. - 2003. - Т.33. - С. 20-24.
13. *Клименко В.П.* Донори цінних ознак винограду // Генетичні ресурси рослин. - 2004. - № 1. - С. 67-73.
14. *Клименко В.П.* Источники хозяйственно ценных признаков винограда // Виноградарство и виноделие. - 2006. - Т. 36. - С. 9-13.
15. *Клименко В.П.* Оценка компонент изменчивости и коэффициентов наследуемости признаков продуктивности винограда // Вісник Харків. націон. аграрн. ун-ту. Серія Біологія. - 2007. - Вип. 1 (10). - С. 85-94.
16. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. - М.: Высшая школа, 1990. - 352 с.
17. *Макиенко В.С.* Анализ диаллельных скрещиваний у винограда // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. - 1979. - № 1. - С. 33-34.
18. *Мелконян М.В., Студенникова Н.Л., Студенникова О.С.* О наследовании хозяйственно ценных признаков ягод винограда в гибридном потомстве // Виноградарство и виноделие. - 2006. - Т. 36. - С. 19-22.
19. *Перфильев В.Е.* К вопросу об использовании оценок комбинационной способности в селекции плодовых культур // Бюл. науч. инф. Центр. генет. лаб. - 1992. - № 51. - С. 3-6.
20. *Турбин Н.В.* Генетика гетерозиса и методы селекции растений на комбинационную способность // Генетические основы селекции. - М.: Наука и техника, 1971. - С. 112-155.
21. *Яковлев С.П.* Комбинационная способность исходных форм гибридов груши по зимостойкости и селекция на этот признак // Генетика. - 1981. - Т. 17, № 8. - С. 1461-1472.
22. *Яковлев С.П., Болдырихина В.Н.* К вопросу о методике оценки комбинационной способности родительских форм гибридов груши в системе топкроссов // Генетика. - 1979. - Т. 15, № 11. - С. 1996-2005.
23. *Arunachalam V.* Evaluation of diallel crosses by graphical and combining ability methods // The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. - 1976. - V. 36, № 3. - P. 358-366.

КЛИМЕНКО

24. Bogoni M., Valenti L., Reina A., Scienza A. Quantitative genetics in a grapevine breeding strategy // Proc. of the VI Int. Symp. on Grape Breeding, Sept. 4-10, 1994. - Dnepropetrovsk, 1994. - P. 70-71.
25. Griffing B. Concept of General and Specific Combining Ability in relation to diallel crossing systems // Austral. J. Biol. Sci. - 1956. - V. 9, № 3. - P. 463-493.
26. Kung F.H. Estimating parent effects in full-sib progeny tests following use of an irregular mating design // Silvae genetica. - 1978. - V. 27, № 5. - P. 196-200.

Поступила в редакцію
06.02.2008 г.

AN ESTIMATION OF COMBINING ABILITY OF GRAPE INITIAL FORMS FOR CHARACTERS OF THE PRODUCTIVITY IN TOPCROSS INCOMPLETE SYSTEM

V.P. Klimenko

*National institute of Vine and Wine "Magarach"
of Ukrainian Academy of Agrarian Sciences
(Yalta, Ukraine)*

The combining ability of three grape pollinators for 14 quantitative characters in the system of incomplete topcrosses from 9 experimental populations was estimated. The influence of factors of combining ability of paternal forms, effects of general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) were determined. The influence of SCA of initial forms on variability of most characters of the productivity was reliable at high level, influence of GCA on the display of heterosis in hybrid progeny was considerably below. Substantial distinctions between paternal forms for SCA looked for all characters.

Key words: *Vitis (Tournef.) Linn., productivity, variability, combining ability, incomplete topcrosses*

ОЦІНКА КОМБІНАЦІЙНОЇ ЗДАТНОСТІ ВИХІДНИХ ФОРМ ВИНОГРАДУ ЗА ОЗНАКАМИ ПРОДУКТИВНОСТІ В СИСТЕМІ НЕПОВНИХ ТОПКРОСІВ

В. П. Клименко

*Національний інститут винограду і вина "Магарач"
Української академії аграрних наук
(Ялта, Україна)*

Оцінювали комбінаційну здатність трьох запилювачів винограду за 14 кількісними ознаками в системі неповних топкросів з 9 експериментальних популяцій. Визначали вплив факторів комбінаційної здатності батьківських форм, ефекти загальної комбінаційної здатності (ЗКЗ) і специфічної комбінаційної здатності (СКЗ). Виявили, що вплив СКЗ вихідних форм на мінливість більшості ознак продуктивності є достовірним на високому рівні, вплив ЗКЗ на прояв гетерозису у гібридного потомства значно нижчий. Істотні відмінності між батьківськими формами за СКЗ спостерігали для всіх ознак.

Ключові слова: *Vitis (Tournef.) Linn., продуктивність, мінливість, комбінаційна здатність, неповні топкроси*