

УДК 631.527.5: 575.127:635.67

## ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ГЕТЕРОЗИСА У САХАРНОЙ КУКУРУЗЫ

Новоселов С.Н.

*Кабардино-балкарский научно-исследовательский  
институт сельского хозяйства,  
г. Нальчу, Россия*

**На обширном фактическом материале испытаний 1997-2004гг. в Кабардино-Балкарской республике гибридов сахарной кукурузы (N=3895), полученных в рамках авторской модификации рекуррентного реципрокного отбора [1,2], были изучены основные закономерности проявления гетерозиса (гипотетического и истинного) в различных фазах (молочно-восковая и полная биологическая) спелости и на различном экспериментальном материале (коммерческие, межпопуляционные гибриды, гибридные комбинации различного типа, популяции).**

1. Изучение гетерозиса в гибридах молочно-восковой и полной биологической фаз спелости сахарной кукурузы. Результаты анализа уровня гетерозиса сестринских В1хВ1 и межпопуляционного гибрида ВС1хАС1 в обеих фазах развития по пяти основным хозяйственно-ценным признакам в молочно-восковой и по трем - в полной биологической фазах спелости зерна показали, что средний уровень гипотетического гетерозиса в большинстве матриц 1997 года достоверно превысил 100% и характеризовался относительной стабильностью. При этом наблюдающийся по годам исследований (1997-1998гг.) высокий размах варьирования свидетельствует о создании из популяции ВС1 как близкородственных сублиний (низкий уровень минимального гетерозиса), так и достаточно дивергентных форм (высокий уровень максимального гетерозиса).

В обеих фазах спелости по всем признакам и годам исследований имеются гибридные комбинации со следующими генетическими механизмами наследования: сверхдоминирование, неполное доминирование высокого и низкого показателей, а также промежуточный тип наследования.

Установлено, что природа признака в обеих фазах развития в значительной мере влияет на уровень показателей варьирования. Так, варьирование значений гетерозиса по диаметру и длине початка были ниже, чем коэффициенты варьирования при-

знаков общей, товарной продуктивности и длины вегетационного периода.

Отмеченные для сестринских гибридов тенденции в целом сохранили свою направленность и для межпопуляционного гибрида.

2. Изучение уровня гетерозиса в сестринских гибридах. В 2003-2004 гг. был изучен уровень гетерозиса сестринских гибридов от обеих реципрокных популяций А и В II цикла отбора.

При сравнительном анализе средних показателей варьирования сестринских гибридов АхА и ВхВ по обоим признакам продуктивности наблюдалось существенное превышение гибридов от источника А. У этих гибридов размах варьирования был значительно выше, что преимущественно объясняется соответствующим увеличением максимальных показателей. Коэффициент варьирования у обоих признаков продуктивности был примерно одинаков по гибридам одного источника со значительным превалированием - у гибридов типа АхА. Природа остальных изученных признаков также существенно влияла на величину коэффициента варьирования. Средние показатели уровня гетерозиса были несколько выше у гибридов от источника В, однако эти отличия находились в пределах математической ошибки.

В детерминации признаков продуктивности и ее элементов изученных гибридов представлен весь спектр генетических механизмов наследования: сверхдоминирование, промежуточное наследова-

ние, неполное доминирование, доминирование. В детерминации признака «продолжительность вегетационного периода» преобладающую роль играют доминирование в сторону родителя с более низким значением, что является крайне ценным в селекционном отношении, а также неполное доминирование и промежуточное наследование.

3. Гетерозис у реципрокных популяций и межпопуляционных гибридов. Результаты анализа уровня гетерозиса и его природы в межпопуляционном ( $AC2 \times BC2$ ), сортолинейных гибридах ( $BC1 \times 25A1$  и  $BC1 \times 50A1$ ), а также биохимические параметры популяций ( $AC0$ ,  $BC0$ ) и межпопуляционного гибрида ( $AC0 \times BC0$ ) показали, что природа признака и условия года оказывает существенное влияние на величины гетерозиса. Так, по признакам общей и товарной продуктивности наблюдается значительное варьирование показателей гетерозиса в 2004 году, а по сравнению с 2003 годом - значительный рост этих показателей. Частично это может быть объяснено повышением показателей гетерозиса по диаметру початка, произошедшим за счет существенного роста максимальных показателей, что, даже при некотором снижении минимального значения, вызвало резкое увеличение размаха и коэффициента варьирования.

По большинству из изученных хозяйственно-ценных признаков, за исключением высоты растений, наблюдался положительный уровень гетерозиса.

При анализе гетерозиса нескольких версий родительских форм гибрида Ника 252 по биохимическим признакам установлено, что уровень гетерозиса трехлинейного гибрида по содержанию белка выше, чем у изученных двух версий его материнской формы. При этом гетерозис по этому признаку имеет отрицательное значение с доминированием в сторону лучшего родителя.

Представлен также весь спектр схем наследования.

Две выделившиеся самоопыленные линии I цикла отбора – 25A1 и 50A1 - были скрещены с популяцией BC1, и их гибриды испытаны по комплексу признаков. По основным хозяйственно-ценным при-

знакам наблюдалось превышение уровня гетерозиса сортолинейного гибрида  $BC1 \times 50A1$  в сравнении с  $BC1 \times 25A1$ , которое можно объяснить влиянием более поздней, а потому и более продуктивной, линии 50A1.

По большинству признаков отмечен положительный гетерозис, за исключением значений признаков продолжительности вегетационного периода и длины початка у гибрида  $BC1 \times 25A1$ . Для признаков «общий урожай початков в обертках», «урожай стандартных початков без оберток» и «диаметр початка» у  $BC1 \times 25A1$ , вероятно, актуальным является доминирование и неполное доминирование, по признакам общей и товарной продуктивности, помимо выше перечисленных моделей, вероятно, имеет место и сверхдоминирование.

4. Изучение гетерозиса у простых и простых модифицированных гибридов. Уровень гетерозиса по различным признакам у гибридов различного типа I и II циклов отбора (простых гибридов по формуле  $V \times A$ , простых модифицированных ( $V \times B$ ) $\times A$ ) свидетельствует об использовании следующих генетических механизмов: сверхдоминирование – для товарной продуктивности, доминирование – для общей продуктивности и продолжительности вегетационного периода, неполное доминирование – для длины и диаметра початка.

Для реципрокных гибридов  $A \times B$  использование генетических механизмов установлено следующее: продуктивность – весь спектр наследования; длина и диаметр початков, продолжительность вегетационного периода - сверхдоминирование, доминирование в большую сторону и неполное доминирование; высота растений - промежуточное наследование, неполное доминирование и доминирование; высота прикрепления нижнего хозяйственно-ценного початка – промежуточное наследование, неполное доминирование, доминирование и сверхдоминирование.

Коэффициенты варьирования товарной и общей продуктивности, длины и диаметра початка, высоты растений и прикрепления початков для реципроков имели попарно практически одинаковые значения.

От анализа простых гибридов обратимся к простым модифицированным. В 2003-2004гг. по признаку общей продуктивности средние значения уровня гетерозиса простых модифицированных гибридов  $(V \times B) \times A$  I цикла отбора для трехлинейных форм были существенно выше аналогичного показателя для сестринского гибрида. При этом для гибридов второго цикла отбора ситуация была противоположная. Размах варьирования в первом, как и во втором циклах отбора, у трехлинейных гибридов больше, чем у сестринских, преимущественно за счет повышенных максимальных значений. Повышение было настолько существенное, что смогло нивелировать снижение минимального показателей. Для второго цикла отбора в 2003 году преимущественную роль сыграло увеличение минимальных значений и чуть меньшее, но тоже существенное, повышение максимальных показателей. В 2004 году увеличение размаха варьирования достигнуто за счет увеличения минимального значения и снижения максимального показателя.

Коэффициент варьирования для I цикла отбора отличался стабильностью по годам и практически равенством между трех- и двухлинейными формами, для II цикла отбора – на протяжении двух лет исследований у простых форм наблюдались низкие значения по сравнению с простыми модифицированными.

При этом по I и II циклам отбора у гибридов по признакам «общий урожай початков в обертках» и «урожай стандартных початков без оберток» отмечены с высокой степенью вероятности следующие генетические механизмы: сверхдоминирование, доминирование и неполное доминирование.

Коэффициент варьирования для I цикла отбора отличался относительной стабильностью по годам и типам гибридов с некоторым снижением в 1998 году для простых модифицированных форм. Сохранением данных тенденций, хотя и с несколько меньшими по величине значениями, характеризуются показатели II цикла отбора с несущественным снижением для простых форм в 2003 году и резко выра-

женным падением этих значений в 2004 году.

Средние значения уровня гетерозиса по признакам «диаметр початка» и «длина початка» в обоих циклах отбора у простых модифицированных форм больше, чем у простых. Максимальные и минимальные величины отличались относительной стабильностью, объясняемой природой самих признаков. При этом размах варьирования в I цикле отбора был выше у простых модифицированных форм, а во втором – отличался крайней нестабильностью по годам: в 2003 году он был выше у простых форм, а в 2004 году – ниже.

Для первого цикла отбора коэффициент варьирования был выше у простых модифицированных форм, а во втором – в 2003 году выше у простых форм, а в 2004 году – наоборот.

Размах варьирования у простых модифицированных гибридов был больше, чем у простых гибридов, при этом после второго цикла отбора он сократился.

Низкие значения коэффициентов варьирования говорят о слабой изменчивости во всех изученных опытах. По большинству сравниваемых позиций у простых модифицированных форм он был выше простых, за исключением данных 1997 года.

Генетические механизмы, детерминирующие диаметр и длину початков представлены преимущественно доминированием и неполным доминированием. Вероятно, и сверхдоминирование в некоторых комбинациях играет определенную роль, приобретая особую значимость для длины початка.

При сравнении средних показателей уровня гетерозиса  $(V \times B) \times A$  и  $V \times A$  за 2004 год следует отметить бо́льшие значения у гибридов простого типа по всем изученным признакам, за исключением признака «продолжительность вегетационного периода». Более высокий уровень гетерозиса показали комбинации с формулой  $V \times A$  относительно  $A \times B$ . Очевидно, что мы имеем дело с существенными реципрокными эффектами и еще одним доказательством правильности выбранного положения родительских форм источников A и B в формулах конечных продуцентов предложен-

ной авторской программы. Размах и коэффициент варьирования также были выше у форм ВхА в сравнении с (ВхВ)хА. Вероятно, это объясняется меньшей величиной гомеостаза простых гибридов.

Было проведено аналогичное сравнение данных простых модифицированных (ВхВ)хА и сестринских гибридов ВхВ по данным 1997-1998гг. и 2004г. Средние значения и размах варьирования по признакам продуктивности и ее элементам превышают эти показатели у простых модифицированных над сестринскими гибридами. Исключение наблюдалось лишь для данных 1998 года по длине початка. Превышение размаха варьирования по признаку «диаметр початка» было крайне незначительным.

По продолжительности вегетационного периода отмечены более высокие значения средних показателей уровня гетерозиса у сестринских гибридов по сравнению с простыми модифицированными.

Анализ коэффициентов варьирования не позволил выявить сколько-нибудь определенной тенденции. Так, по общей продуктивности (в 1997 году примерное равенство, а в 1998 году – незначительное снижение) и диаметру початка были установлены меньшие значения простых модифицированных гибридов, по длине початка – большие, хотя и незначительно. По товарной продуктивности значения существенно менялись по годам: в 1997 году было отмечено превышение простых модифицированных форм, а в 1998 году – сестринских гибридов.

Во II цикле по признакам общей и товарной продуктивности, в отличие от показателей I цикла, средний уровень гетерозиса и размах варьирования простых модифицированных гибридов был меньше аналогичных показателей сестринских гибридов. (При этом превышение имело место лишь для гипотетического гетерозиса по признаку «урожай стандартных початков»). По длине и диаметру початка средние значения и размах варьирования, также как и в первом цикле, у простых модифицированных гибридов были больше, чем у сестринских гибридов. Исключения составляют значения размаха варьирова-

ния истинного гетерозиса по длине початка.

Также как и для I цикла отбора, коэффициент варьирования у простых модифицированных форм II цикла отбора меньше сестринских гибридов по общей продуктивности и больше – по товарной продуктивности и длине початка. В отличие от показателей I цикла отбора наблюдается примерное равенство значений коэффициента варьирования по длине початка. По продолжительности вегетационного периода отмечено превышение у простых модифицированных форм. По продолжительности вегетационного периода отмечено полное совпадение тенденций средних значений и размаха варьирования у гибридов обоих циклов.

Превосходство урожайности у простых модифицированных над сестринскими гибридами в I цикле отбора, которое может объяснено специфической реакцией генотипов с большими адаптивностью и гомеостазом на условия среды, во втором цикле сменилось на превышение сестринских гибридов.

Таким образом, в результате анализа уровня и генетических механизмов гетерозиса в гибридах различного типа и циклов отбора по большинству хозяйственно-полезных признаков в различные годы и в различных фазах развития следует отметить следующее. Установлена высокая степень влияния природы изучаемого признака на проявление уровня гетерозиса вне зависимости от фазы развития, условий года и других факторов. При этом размер выборки оказывает незначительное влияние на силу и направление отмеченных тенденций. Также получены объективные свидетельства конвергенции и дивергенции при создании самоопыленных линий из одного источника. В изученных типах гибридов был представлен весь спектр генетических механизмов наследования (сверхдоминирование, промежуточное наследование, неполное доминирование, доминирование). Генетические механизмы гетерозиса при переходе от I цикла ко II практически не изменились. Из четырех изученных коммерческих и перспективных гибридов у двух гибридов Ника 151 и (14В1х181В1)хАН по уровню

гетерозиса родительских форм наблюдалось отмечено превышение трехлинейных комбинаций над родительскими простыми, у одного - (Muvt vanyosx США-35)хRew - наоборот и у гибрида Ника 252 - четко выраженной зависимость данных показателей от природы признака. Отмеченные закономерности, как правило, распространяются на все изученные признаки. При этом бо'льшие значения гетерозиса и показателей его варьирования, как правило, на-

блюдаются у сестринских гибридов от источника А.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1.Новоселов С.Н. Изучение комбинационной способности гибридов и сортов и использование элементов рекуррентного реципрокного отбора в селекции сахарной кукурузы: Автореф.дис.... канд.с.-х. наук/ВИР. СПб., 1995. 17с.

2.Сотченко В.С., Новоселов С.Н. // Кукуруза и сорго. 1995. №4. С.2.

#### **The basic laws of display heterosis at the sweet corn**

Novoselov S.N.

In article results of studying heterosis on an experimental material of a sweet corn's hybrids of various type are submitted. Essential influence of the nature of an attribute on level of heterosis is determined, genetic mechanisms of inheritance are established depending on a phase of ripeness, year of researches, the nature of an attribute and other factors.