

УДК: 634.11:631.52 (470.6)

DOI:10.31857/2500-2082/2022/6/62-66, EDN: KCVIXB

ГЕНОТИПИЧЕСКАЯ ВЗАИМОЗАВИСИМОСТЬ ПРИЗНАКОВ И СВОЙСТВ ПРИ ИХ НАСЛЕДОВАНИИ ГИБРИДНЫМ ПОТОМСТВОМ ЯБЛОНИ

Рашид Султанович Шидаков, доктор сельскохозяйственных наук
Асият Сугдановна Шидакова, доктор биологических наук
Батырбек Хамишевич Халилов, кандидат сельскохозяйственных наук
ФГБНУ «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и
предгорного садоводства», г. Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия
E-mail: kbrapple@mail.ru

Аннотация. Важное значение для развития частной генетики и селекции яблони имеют исследования, касающиеся влияния индивидуальных отборов по одним признакам на проявление других. Приведенные в статье результаты показывают, что важно знать сопряженность между основными хозяйственно-биологическими признаками и свойствами при их наследовании гибридным потомством. Несмотря на то, что практически все приоритетные признаки сорта яблони наследуются независимо друг от друга, представленные в статье примеры сопряженного наследования следует учитывать при использовании генотипов в качестве родительских форм. Это поможет упростить практику отбора и интенсифицировать процесс

селекции. Чтобы в будущем иметь более эффективные примеры сопряженного наследования, необходимо создать комплексные доноры с максимально выраженными основными хозяйственно ценными признаками и свойствами яблони.

Ключевые слова: сорта яблони, селекция, комбинационная способность

GENOTYPIC INTERDEPENDENCE OF TRAITS AND PROPERTIES WHEN THEY ARE INHERITED BY THE HYBRID OF SPRING OF THE APPLE TREE

R.S. Shidakov, *Grand PhD in Agricultural Sciences*

A.S. Shidakova, *Grand PhD in Biological Sciences*

B.H. Khalilov, *PhD in Agricultural Sciences*

*State Scientific Organization North Caucasian Scientific Research Institute
of Mountain and Foothill Gardening, Nalchik, KBR, Russia*

E-mail: kbrapple@mail.ru

Abstract. *The research concerning the influence of individual selections on one Characteristics on the manifestation of others is of great importance for the development of private genetics and apple breeding. The results presented in the article show that it is very important for a breeder to know the conjugacy between the main economic and biological characteristics and properties when they are inherited by hybrid offspring. Despite the fact that almost all the priority features of the apple variety are inherited independently of each other, the examples of conjugate inheritance given in this section should be taken into account when using these genotypes as parental forms. Knowing a certain conjugacy, it is possible to simplify the practice of selection and thereby intensify the selection process. Therefore, in order to have more effective examples of conjugate inheritance in the future, it is necessary to create complex donors with the most pronounced main economically valuable characteristics and properties of the apple tree.*

Keywords: *apple varieties, selection, combinational ability*

Важное значение для развития генетики и селекции яблони имеют исследования, касающиеся влияния индивидуальных отборов по одним признакам на проявление других.

Достигнуты значительные успехи и осуществлены важные теоретические разработки по изучению генетических основ закономерностей наследования отдельных признаков и на их базе созданы доноры по приоритетным признакам сорта. Известно, что одни наследуются независимо, а другие в тесной связи (сила роста дерева и скороплодность, характер ветвления кроны и зимостойкость, зимостойкость и урожайность). [4] Интенсивный отбор по скороплодности приводит к увеличению параметров дерева, урожайности — к снижению зимостойкости. Существует корреляция между положительными признаками и свойствами. Высокая корреляция между длиной ювенильного периода и сроками созревания плодов, продолжительностью периода от цветения до созревания плодов, содержанием в плодах РСВ и сахаров, началом распускания почек и наступлением периода цветения, величиной листовой пластинки и крупноплодностью. [2, 3] Интенсивным односторонним отбором можно повысить потенциал двух или нескольких взаимосвязанных признаков.

Цель работы — выявить основные генетические связи и закономерности наследования признаков и свойств при скрещивании различных по происхождению сортов яблони.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследований — выделенные ранее местные и интродуцированные североамериканские и европейские сорта яблони.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Сопряженное наследование слаборослости с зимостойкостью.

В различных экологических регионах сорт *Вагнера призовое* выделен как один из наиболее эффективных в качестве исходного материала в селекции на слаборослость. Он — единственный в сорimente южного региона, проявляющий стабильность по формированию в потомстве значительного числа (8,5...30,8%) слаборослых растений с небольшими параметрами кроны дерева. Однако выделенные в его потомстве карлики проявляют очень слабую устойчивость к неблагоприятным факторам зимнего периода. При критических температурах воздуха — минус 27,0...минус 29,6°C, частых оттепелях с возвратными холодами, выделенные в потомстве семей *Вагнера призовое* × *Ренет Симиренко*, *Вагнера призовое* × *Джонаред*, *Вагнера призовое* × *Редспур Делишес*, *Вагнера призовое* × *Хардиспур* и *Вагнера призовое* × *Вайнеспур* карлики были повреждены морозами (2,5...4,0 балла) и практически полностью вымерзли. Небольшое число карликовых растений, выделенных в гибридной популяции, полученной при опылении *Вагнера призового* сортами *Макинтош* (2,6%), *Голден Делишес* (3,3), *Голдспур* (3,2), *Еллоуспур* (3,9), *Ред Делишес* (1,2), *Старкримсон* (1,3), *Старкспур Голден Делишес* (1,6), *Уэллспур* (1,6) и *Аувелспур* (1,3%), проявили относительную устойчивость (повреждение основных скелетных ветвей дерева — до 2,5 балла) к неблагоприятным факторам зимы. Способность *Вагнера призового* передавать потомству совместно со слаборослостью зимостойкость ($r = 0,86$), относительную устойчивость к парше ($r = 0,34$) и скороплодность ($r = 0,44$) позволяет ему оставаться в числе доноров по комплексу этих признаков.

Сопряженное наследование силы роста со скороплодностью.

Существует тесная связь между силой роста дерева в высоту и скороплодностью. Выявлено, что только по достижении сеянцами яблони достаточной вегетативной массы они вступают в пору плодоношения. Однако по результатам других исследований гибридные сеянцы способны плодоносить уже на третий год при наличии нескольких боковых разветвлений. [1, 5] По формированию таких сеянцев хорошо зарекомендовали себя в разных экологических регионах сорта *Вагнера призовое* и *Голден Делишес*. В их потомстве у большинства сеянцев плодоношение наступает на пятый-шестой год, у части гибридов (3,2%) — до четырехлетнего возраста.

Многие из скороплодных сеянцев, формирующихся в потомстве *Вагнера призового* и *Голден Делишес*, одновременно характеризуются слабым ростом в высоту и мощной энергией развития (утолщенные побеги с укороченными междоузлиями, хорошая облиственность, большой диаметр штамба). Из этого следует, что наступление периода плодоношения у гибридных сеянцев яблони зависит не от силы роста дерева в высоту, а от энергии развития.

В потомстве *Вагнера призового* среди 734 гибридных сеянцев формируется 57 скороплодных растений, 45 (78,9%) из которых с мощной энергией развития. Среди 2165 гибридных сеянцев потомства *Голден Делишес* формируется 115 скороплодных растений, мощной энергией развития обладают 82 (71,3%) из них. Такая взаимосвязь между скороплодностью и слаброслостью при их наследовании подтверждается высоким числовым значением коэффициента корреляции ($r = 0,65$). В гибридной популяции, полученной с использованием сортов *Вагнера призового* и *Голден Делишес*, возможно интенсивным односторонним отбором по одному из признаков существенно повысить выраженность другого. *Голден Делишес* передает гибриднему потомству устойчивость к неблагоприятным факторам зимы, а также привлекательную ярко-желтую окраску, отличный десертный вкус и другие качества плодов.

Сопряженное наследование продуктивности с зимостойкостью.

Величина урожая зависит от генотипических особенностей сорта и факторов окружающей среды. Существует тесная взаимосвязь между продуктивностью и зимостойкостью. Поэтому изучают взаимообусловленность этих признаков в потомстве различных скрещиваний. Для этого проводят два последовательных цикла отборов: вначале — на продуктивность, затем — на устойчивость к неблагоприятным факторам зимы и ранней весны.

В гибридной популяции, полученной при опылении зимостойких, скороплодных и высокоурожайных сортов *Уэлси*, *Кендал* и *Голден Делишес* с *Джонатан*, *Айдаред*, *Банан зимний*, *Ренет шампанский* и *Ренет Симиренко*, у которых анализируемые признаки выражены в разной степени, скороплодные и высокоурожайные сеянцы оказались менее зимостойкими. В потомстве анализируемых скрещиваний из общего числа формирующихся скороплодных и высокоурожайных сеянцев (5375 шт.) только 849 (15,8%) растений проявляют хорошую устойчивость к неблагоприятным факторам зимы. У зимостойкого сорта *Уэлси*

из 1141 гибридных сеянцев, вступивших в пору плодоношения до пятилетнего возраста, только 560 (49,1%) растений — зимостойкие, а остальные 581 (50,9%) в значительной степени повреждаются морозами (3,0 балла и более). Коэффициент корреляции между скороплодностью и зимостойкостью в потомстве *Уэлси* составляет 0,62. Из 1729 высокоурожайных сеянцев этой же гибридной популяции только 796 (46,0%) проявляют высокую устойчивость к неблагоприятным факторам зимы (повреждение морозами — не более 2,0 балла), остальные 933 (53,9%) — слабозимостойкие. Коэффициент корреляции между урожайностью и зимостойкостью высокий ($r = 0,64$). Эта зависимость наиболее четко проявляется в потомстве сорта *Кендал*. Из 1274 гибридных сеянцев, вступивших в пору плодоношения до пятилетнего возраста только 245 (23,8%) — зимостойкие, остальные 1029 (80,8%) повреждаются морозами (4,0 балла). Коэффициент корреляции между скороплодностью и зимостойкостью в потомстве *Кендал* составил 0,48, урожайностью и зимостойкостью — 0,42. Из 1498 высокоурожайных сеянцев этой же гибридной популяции только 412 (27,6%) растений проявляют хорошую устойчивость к неблагоприятным факторам зимы, остальные 1086 (72,5%) — слабозимостойкие. В потомстве *Голден Делишес* из 1955 скороплодных и высокоурожайных сеянцев, вступивших в пору плодоношения до пятилетнего возраста, 1057 (54,1%) — зимостойкие. Коэффициент корреляции между зимостойкостью и скороплодностью в потомстве *Голден Делишес* — 0,69, урожайностью и зимостойкостью — 0,77. Из 2146 высокоурожайных сеянцев 1298 ($r = 60,5\%$) проявляют высокую устойчивость к неблагоприятным факторам зимы.

Направленный отбор на скороплодность и урожайность приводит к снижению зимостойкости. Особенно четко эта закономерность прослеживается в гибридной популяции, полученной с участием сортов *Айдаред* и *Ренет Симиренко*. Основная масса сеянцев отличается скороплодностью и высокой урожайностью, но с очень слабой устойчивостью штамба и главных скелетных ветвей к сильным морозам, а плодовых почек — к ранневесенним заморозкам. Скороплодные и высокоурожайные растения с хорошей зимостойкостью в потомстве семей *Уэлси* × *Айдаред* (13,5%), *Уэлси* × *Ренет Симиренко* (22,7), *Кендал* × *Айдаред* (5,9), *Кендал* × *Ренет Симиренко* (4,1), *Голден Делишес* × *Айдаред* (24,6) и *Голден Делишес* × *Ренет Симиренко* (15,9%) по морфологическим признакам кроны дерева и плода наиболее близки материнским сортам. В гибридной популяции, созданной с участием сорта *Банан зимний*, очень мало формируется скороплодных и высокоурожайных сеянцев с хорошей устойчивостью плодовых почек к ранневесенним заморозкам. Это указывает на то, что сорта *Айдаред*, *Ренет Симиренко* и *Банан зимний* передают гибриднему потомству скороплодность и высокую продуктивность в тесной связи со слабой зимостойкостью, что ограничивает возможность их использования в качестве доноров других хозяйственно ценных признаков.

Эффективный отбор можно вести в гибридной популяции, созданной при опылении *Уэлси* и *Голден Делишес* сортами *Джонаред* и *Ренет шампанский*. В потомстве семей *Уэлси* × *Джонаред* и *Уэлси* × *Ренет*

шампанский из 363 гибридных сеянцев, вступивших в плодоношение до пятилетнего возраста, 226 (62,3%) растений проявили высокую зимостойкость. Из 659 высокоурожайных сеянцев 343 (32,8%) также показали высокую устойчивость к неблагоприятным факторам зимы. Примерно в таких же пределах расщепляются гибридные сеянцы в потомстве семей *Голден Делишес* × *Джонаред* и *Голден Делишес* × *Ренет шампанский*. Из 664 гибридных сеянцев, вступивших в пору плодоношения до пятилетнего возраста, 447 (67,3%) проявляют высокую зимостойкость, из 931 высокоурожайных сеянцев – 660 (70,9%). Коэффициент корреляции между скороплодностью и зимостойкостью – 0,71, урожайностью и зимостойкостью – 0,81. Следовательно, использование в селекции сортов *Уэлси*, *Кендал* и *Голден Делишес* позволяет создавать гибридные растения с относительно высокой скороплодностью, урожайностью, зимостойкостью и признаками товарности плода.

Наследование устойчивости к парше и мучнистой росе в сопряженности с зимостойкостью и продуктивностью.

Необходимо создавать сорта, сочетающие устойчивость к парше и мучнистой росе с комплексом других хозяйственно ценных признаков. Успехи в этом направлении достигнуты благодаря селекционерам из США и Англии. На основе доноров с геном иммунитета Vf и P1 ими созданы такие сорта. Однако один из недостатков иммунных к парше сортов *Прима*, *Присцилла*, *Редфри*, *Джонафри* и других – слабая устойчивость к мучнистой росе и неблагоприятным факторам зимы. Основными донорами с полигенной устойчивостью к обеим грибным болезням из культивируемых сортов остаются *Антоновка обыкновенная*, *Уэлси* и *Кальвиль снежный*, которые одновременно способны передать гибриднему потомству высокую зимостойкость и продуктивность. В гибридной популяции, полученной при опылении *Уэлси*, *Антоновки обыкновенной* и *Кальвиля снежного* сортами *Спайер золотой*, *Вагнера призовое* и *Пармен зимний золотой*, из 227 устойчивых к парше и мучнистой росе гибридных сеянцев 146 (64,3%) растений проявляют высокую зимостойкость (повреждение основных скелетных ветвей и плодовых почек – не более 2,0 балла). Эти растения дают и наиболее высокий урожай. Связь между признаками в потомстве сортов *Уэлси* ($r = 0,68$) и *Антоновка обыкновенная* ($r = 0,81$) очень высокая. Степень сопряженности между этими признаками существенно варьирует в зависимости от второго родительского компонента. В гибридной популяции, полученной при опылении *Уэлси* и *Антоновки обыкновенной* сортами *Пармен зимний золотой* и *Спайер*, из 152 сеянцев с комплексной устойчивостью к парше и мучнистой росе 110 (72,4%) растений проявляют высокую зимостойкость и дают хороший урожай. Тогда как при опылении их *Вагнером призовым* из 58 гибридных сеянцев только 30 (51,7%) растений показали высокую зимостойкость и урожайность. Значительно меньше растений с хорошей выраженностью всех трех анализируемых признаков формируется в потомстве *Кальвиля снежного* (1,0...3,0%). Использование в селекции сортов *Антоновка обыкновенная* и *Уэлси* позволяет получать от 1,0 до 7,8% гибридных растений, сочетающих в себе комплекс-

ную устойчивость к грибным болезням с зимостойкостью, высокой продуктивностью и хорошей выраженностью многих других хозяйственно ценных признаков плода.

Систематическим отбором сеянцев по одному из анализируемых признаков можно одновременно отобрать растения с максимальной выраженностью других, особенно с участием *Антоновки обыкновенной*. Многие гибриды этой популяции проявляют высокую устойчивость к парше и мучнистой росе, неблагоприятным факторам зимы, отличаются хорошей урожайностью и широкой экологической пластичностью.

Сопряженное наследование признаков товарных качеств плода.

Основные хозяйственно ценные признаки (продуктивность, зимостойкость, устойчивость к грибным болезням) должны сочетаться в новом сорте с привлекательным внешним видом и десертным вкусом плода. В этом направлении эффективно использовать в селекции сорта *Ренет Симиренко*, *Ренет шампанский*, *Мекинтош*, *Джонатан*, *Джонаред*, *Делишес* и его клоны, *Айдаред* и *Голден Делишес* и его клоны, у которых основные признаки плода во многих случаях тесно связаны между собой и наследуются совместно. Знание этих связей имеет важное значение для целенаправленной селекции как на отдельные признаки, так и на несколько признаков плода.

В гибридной популяции, полученной при опылении *Голден Делишес*, *Ренет шампанский* и *Корей* сортами *Кендал*, *Джонаред*, *Айдаред*, *Ред Делишес* и *Старкримсон*, корреляционная связь между многими признаками плода очень высокая. Коэффициент корреляции у материнских сортов между формой и окраской плода соответствует 0,81, формой и вкусом – 0,71, формой, сроком созревания и лежкостью – 0,70, окраской и вкусом – 0,74, окраской, сроком созревания и лежкостью – 0,73, вкусом, сроком созревания и лежкостью – 0,83. Следовательно, независимо от второго родительского компонента сорта *Голден Делишес*, *Корей* и *Ренет шампанский* передают стабильно определенному числу гибридных сеянцев в тесной связи форму, покровную окраску, вкусовые качества, срок созревания и лежкость плодов, свойственную им самим. Чаще всего отбор сеянцев с формой и окраской плода как у *Голден Делишес*, *Корея* и *Ренета шампанского* приводит одновременно к отбору и по другим характерным им признакам плода.

Высокая корреляционная связь существует между вкусом, сроком созревания и лежкостью плодов в потомствах семей *Голден Делишес* × *Ред Делишес* ($r = 0,94$), *Голден Делишес* × *Старкримсон* ($r = 0,82$), *Корей* × *Ред Делишес* ($r = 0,66$), *Ренет шампанский* × *Кендал* ($r = 0,87$), *Ренет шампанский* × *Джонаред* ($r = 0,82$), *Ренет шампанский* × *Айдаред* ($r = 0,94$), *Ренет шампанский* × *Ред Делишес* ($r = 0,89$) и *Ренет шампанский* × *Старкримсон* ($r = 0,67$). В потомстве этих семей формирование гибридных сеянцев с плодами позднезимнего срока созревания и посредственным вкусом обуславливают в основном *Ренет шампанский*, *Ред Делишес* и *Старкримсон*. В гибридной популяции, полученной при опылении *Ренета шампанского* сортами *Кендал*, *Джонаред* и *Айдаред*, формируется большое число сеянцев с плодами от-

личного десертного вкуса. Однако отбор сеянцев по вкусовым качествам плода в потомстве этих семей приводит к выделению растений с плодами более раннего срока созревания и меньшей продолжительной лежкости, чем у исходных сортов.

Корреляционная связь между окраской плода, сроком созревания и лежкостью высокая в потомстве семьи *Корей* × *Ред Делишес* ($r = 0,88$). В ее гибридной популяции повышение доли сеянцев с плодами позднезимнего срока созревания не приводит к увеличению числа растений с окраской плода как у *Корея*. Аналогичная ситуация и в потомстве семей *Корей* × *Кендал*, *Корей* × *Джонаред* и *Корей* × *Айдаред*. С увеличением доли сеянцев с окраской плода *Корея* не повышается число растений с плодами хорошего десертного вкуса.

При обратных скрещиваниях, когда сорта *Кендал*, *Джонаред*, *Айдаред* и *Ред Делишес* опылены *Голден Делишесом*, *Кореем* и *Ренетом шампанским*, сопряженное наследование отмечается также между отдельными признаками плода. Положительная высокая корреляционная связь между формой и вкусом плода ($r = 0,80$), формой, сроком созревания и лежкостью ($r = 0,72$) проявляется в потомстве сортов *Кендал*, *Джонаред*, *Айдаред* и *Ред Делишес*. Аналогичная положительная связь существует между окраской и вкусом ($r = 0,72$), окраской, сроком созревания и лежкостью плода ($r = 0,75$) в гибридной популяции, полученной при опылении *Кендал* и *Джонаред* сортами *Голден Делишес*, *Корей* и *Ренет шампанский*. Из таких гибридных популяций возможен отбор растений с хорошей фенотипической выраженностью в комплексе этих признаков плода.

Несмотря на то, что практически все приоритетные признаки сорта яблони наследуются независимо друг от друга, приведенные в статье примеры

сопряженного наследования следует учесть при использовании названных генотипов в качестве родительских форм. Чтобы в будущем иметь эффективные примеры сопряженного наследования, необходимо создание комплексных доноров с максимально выраженными основными хозяйственно ценными признаками и свойствами яблони.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кичина В.В. Компактность и спур-тип в селекции яблони домашней // Сельскохозяйственная биология. 1989. № 5. С. 50–54.
2. Седов Е.Н. Селекция яблони в средней полосе РСФСР. Орел, 1973. 351 с.
3. Седов Е.Н., Седова З.А. Селекция яблони на улучшение химического состава плодов. Орел, 1982. 117 с.
4. Таранова А.Е. Наследование признаков у яблони в условиях Латвийской ССР. Рига, 1968. 240 с.
5. Шидаков Р.С. Сортимент яблони и совершенствование его путем селекции в предгорьях Северного Кавказа. Нальчик: Эльбрус, 1991. 303 с.

REFERENCES

1. Kichina V.V. Kompaktnost' i spur-tip v selekcii yabloni domashnej // Sel'skhozoyajstvennaya biologiya. 1989. № 5. S. 50–54.
2. Sedov E.N. Selekcija yabloni v srednej polose RSFSR. Orel, 1973. 351 s.
3. Sedov E.N., Sedova Z.A. Selekcija yabloni na uluchshenie himicheskogo sostava plodov. Orel, 1982. 117 s.
4. Taranova A.E. Nasledovanie priznakov u yabloni v usloviyah Latvijskoj SSR. Riga, 1968. 240 s.
5. Shidakov R.S. Sortiment yabloni i sovershenstvovanie ego putem selekcii v predgor'yah Severnogo Kavkaza. Nal'chik: El'brus, 1991. 303 s.