

УДК 634.11:631.52

ОСОБЕННОСТИ ОНТОГЕНЕЗА ЯБЛОНИ И ИНТЕНСИФИКАЦИЯ СЕЛЕКЦИИ

© 2012 г. **Е. Н. Седов**

ГНУ Всероссийский НИИ селекции плодовых культур Россельхозакадемии,
Орловская обл., Орловский р-н, д. Жилина, Россия, e-mail: info@vniispk.ru

Поступила в редакцию 2 февраля 2012 г. Принята к публикации 11 апреля 2012 г.

Исследования особенностей онтогенеза яблони в связи с интенсификацией селекции во ВНИИСПК ведутся более полувека. Выявлено, что возрастная разнокачественность по длине ствола наблюдается даже у 24–34-летних сеянцев яблони. Установлено, что растения, выращенные из черенков прикорневой поросли сеянцев, а также растения, полученные из корней, обычно вступают в плодоношение на 1–3 года позже, чем растения, выращенные из черенков верхней части кроны этих же сеянцев. Позднее вступление сеянцев яблони в пору плодоношения связано с длительным ювенильным периодом. В связи с выявленными особенностями онтогенеза яблони рассмотрены возможности ускорения и интенсификации селекционного процесса за счет совмещения его этапов, условий агротехники, многократных бравок на инфекционных и провокационных фонах, прививки двухлетних сеянцев на 3–6-летние деревья-скелетообразователи; изучения гибридных сеянцев в различных географических точках; использования связей между анатомо-физиологическими и морфологическими признаками молодых сеянцев с их хозяйственно полезными качествами во взрослом состоянии; использования молекулярно-генетических методов.

Ключевые слова: яблоня, особенности онтогенеза, биолого-морфологические особенности сеянцев, ускорение и интенсификация селекции, инфекционные и провокационные фоны.

Н.И. Вавилов (1935) считал, что особенно-стью селекции растений как науки является комплексный подход к растениям с привлечением разных методов исследований, в том числе и знания физиологических особенностей растений.

Цель данной работы – изучение особенностей онтогенеза яблони *Malus domestica* Borkh. в связи с селекцией.

Весь жизненный цикл многолетних древесных растений можно разделить на следующие этапы развития: 1) эмбриональный; 2) ювенильный; 3) возмужание; 4) взрослое состояние; 5) старение. Ювенильный («юношеский») период, или период «молодости» начинается с момента прорастания семян и заканчивается к началу плодоношения. С первых лет плодоношения растение вступает в период возмужания, а затем переходит в зрелое состояние.

И. В. Мичурин (1948) был первым, кто обратил внимание на существование ювенильного

периода у плодовых. Он указывал, что у сеянцев яблони наиболее желательны следующие признаки: тучное развитие всего растения; опушенность побегов; частое расположение почек и их более крупные размеры; большая выпуклость подпочечных подушечек; матовая и морщинистая лицевая сторона листовой пластинки и хорошо опушенная тыловая сторона; густое и мелкое жилкование («нервация») листа, городчатая, а не пильчатая зазубренность края листовой пластинки; короткий, толстый и опушенный черешок листа, крупные прилистники; отсутствие мелких колючек. Для предварительного отбора гибридных сеянцев до плодоношения этими морфологическими признаками пользуются селекционеры и в настоящее время.

Для более быстрого прохождения ювенильного периода у сеянцев яблони и раннего их вступления в пору плодоношения необходимо, чтобы они развили значительную вегетативную массу. Только по достижении определенной

вегетативной массы сеянцы способны вступить в плодоношение.

Многолетнее изучение особенностей индивидуального развития яблони позволило выявить ряд закономерностей в онтогенезе этой культуры (Седов, 1966, 1968, 1973, 1984, 2007). Рассмотрим их.

Ускорение селекционного процесса за счет совмещения его этапов

Весь период, необходимый для создания сорта яблони, состоит из трех основных этапов. Первый этап – собственно селекция – продолжается от гибридизации до выделения отборных или элитных сеянцев в селекционном саду, второй – первичное изучение, третий – государственное сортоиспытание. Каждый из этапов при работе с яблоней до недавнего времени занимал от 13 до 17 лет. Все три этапа, необходимые для выведения сорта яблони, продолжались от 43 до 57 лет. Эти сроки создания новых сортов не удовлетворяют ни селекционеров, ни производство. В условиях глобального и локального изменений погодно-климатических условий особую ценность приобретает ускорение селекционного, сортоиспытательного и семеноводческого процессов (Жученко, 2010). При использовании сортов-доноров скороплодности можно значительно уменьшить продолжительность периода от гибридизации до выделения сеянца в элиту. Время вступления сеянцев яблони в плодоношение в сильной степени зависит от условий выращивания. Чем лучше эти условия, тем быстрее наступает плодоношение у сеянцев. Поэтому очень важно создавать оптимальные условия для роста сеянцев в теплице и открытом грунте. Значительного ускорения начала плодоношения у гибридных сеянцев можно достичь, как было показано нами ранее, за счет прививки их на слаборослые подвои или их вставки (Седов, 1986; Седов и др., 1989). За счет перечисленных мероприятий продолжительность селекционного процесса можно уменьшать на 7–9 лет – т. е. до 36–48 лет. Многолетний опыт показывает, что значительно, на 13–17 лет, можно сократить селекционный процесс по яблоне за счет совмещения во времени и пространстве первичного сортоизучения и государственного сортоиспытания. С этой целью лучшие элитные

сеянцы после выделения в селекционном саду размножают и высаживают в сад первичного изучения по типу государственного сортоиспытания (в трех повторностях по 10 деревьев в каждой). При этом весь период от гибридизации до передачи сорта в Госреестр сокращается до 23–27 лет.

Селекционный процесс можно также сократить на 13–17 лет в результате совмещения во времени первичного изучения в учреждении-оригинаторе и испытания на госсортоучастках, что и практикуется в последние годы.

Иногда возможно большее сокращение селекционного процесса, если очень небольшую часть (не более 0,5–1 %) самых перспективных по морфологическим признакам сеянцев на второй год жизни размножить по 10 шт. на подвое. В этом случае до известной степени совмещаются во времени и пространстве селекционный процесс и процесс первичного изучения. Весь цикл выведения сорта займет 22–29 лет.

В том случае когда самые перспективные по морфологическим признакам сеянцы на второй год жизни будут размножены на подвое и высажены в сад первичного сортоизучения по типу государственного испытания (30 деревьев по 10 деревьев в каждой из 3 повторностей), можно совместить во времени и пространстве селекционный процесс, первичное сортоизучение и государственное испытание. При этом весь период от гибридизации до районирования нового сорта может сократиться до 12–16 лет, или в 3–4 раза меньше, чем по ранее принятой схеме (Седов, 1986; Седов и др., 1989).

Опыт ВНИИСПК убедительно показывает большие возможности значительного ускорения селекционного процесса за счет совмещения во времени и пространстве его этапов. В табл. 1 представлены данные о времени, затраченном на создание 41 сорта яблони во ВНИИСПК. Наибольшее число лет затрачено при выведении сортов Пепин орловский (49), Орловская заря (47), Низкорослое (44), Олимпийское (41). Эти сорта создавались по ранее используемой схеме селекционного процесса, по которой на каждый из этапов (собственно селекционный процесс, первичное сортоизучение и государственное испытание) затрачивалось по 13–17 лет. С 1980 г. с целью ускорения селекционного процесса при создании сортов

Таблица 1

Число лет, затраченных на создание сортов яблони селекции ВНИИСПК
(на примере районированных сортов)

| № п/п | Сорт | Год гибри- дизации | Число лет от гибридизации до | |
|-------|---|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| | | | передачи сорта в Гос- испытание | включения сорта в Госреестр |
| 1 | Пепин орловский (Пепин шафранный – свободное опыление) | 1953 | 31 | 49 |
| 2 | Орловская заря (Мекинтош × Бессемянка мичуринская) | 1957 | 31 | 47 |
| 3 | Низкорослое (Скрыжапель × Пепин шафранный) | 1954 | 30 | 44 |
| 4 | Олимпийское (Мекинтош – свободное опыление) | 1959 | 21 | 41 |
| 5 | Память воину (Уэлси × Антоновка обыкновенная) | 1959 | 21 | 39 |
| 6 | Куликовское (Кинг – свободное опыление) | 1960 | 25 | 38 |
| 7 | Синап орловский (Северный синап × Память Мичурина) | 1955 | 25 | 35 |
| 8 | Раннее алое (Мелба × Папировка) | 1965 | 33 | 34 |
| 9 | Память Исаева (Антоновка краснобочка × SR0523) | 1976 | 17 | 33 |
| 10 | Славянин (Антоновка краснобочка × SR0523) | 1976 | 17 | 33 |
| 11 | Ветеран (Кинг – свободное опыление) | 1960 | 21 | 30 |
| 12 | Орловское полосатое (Мекинтош × Бессемянка мичуринская) | 1957 | 14 | 30 |
| 13 | Юбиляр (814 – свободное опыление) | 1981 | 15 | 30 |
| 14 | Орлик (Мекинтош × Бессемянка мичуринская) | 1958 | 13 | 29 |
| 15 | Память Семакину (Уэлси × 11-24-28) | 1974 | 21 | 29 |
| 16 | Бежин луг (Северный синап × Уэлси тетраплоидный) | 1983 | 20 | 28 |
| 17 | Августа (Орлик × Папировка тетраплоидная) | 1982 | 21 | 27 |
| 18 | Желанное (Мекинтош – свободное опыление) | 1976 | 25 | 27 |
| 19 | Болотовское (Скрыжапель × 1924) | 1977 | 17 | 26 |
| 20 | Здоровье (Антоновка обыкновенная × OR48T47) | 1977 | 24 | 26 |
| 21 | Свежесть (Антоновка краснобочка × PR12T67) | 1976 | 20 | 26 |
| 22 | Ивановское (Уэлси × Прима) | 1985 | 22 | 26 |
| 23 | Афродита (814 – свободное опыление) | 1982 | 18 | 25 |
| 24 | Орловское полесье (814 – свободное опыление) | 1978 | 21 | 24 |
| 25 | Зарянка (Антоновка краснобочка × SR0523) | 1976 | 23 | 24 |
| 26 | Орлинка (Старк Эрлиест Прекос × Первый салют) | 1978 | 17 | 24 |
| 27 | Орловский пионер (Антоновка краснобочка × SR0523) | 1976 | 14 | 24 |
| 28 | Орловим (Антоновка обыкновенная × SR0523) | 1977 | 13 | 23 |
| 29 | Орловский партизан (Орлик × 13-6-106) | 1988 | 21 | 23 |
| 30 | Кандиль орловский (1924 – свободное опыление) | 1981 | 17 | 22 |
| 31 | Курнаковское (814 × ПА-29-1-1-63) | 1981 | 16 | 22 |
| 32 | Памяти Хитрово (OR18T13 – свободное опыление) | 1981 | 21 | 22 |

Окончание таблицы 1

| № п/п | Сорт | Год гибри- дизации | Число лет от гибридизации до | |
|-----------|--|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| | | | передачи сорта в Гос- испытание | включения сорта в Госреестр |
| 33 | Старт (814 – свободное опыление) | 1981 | 17 | 22 |
| 34 | Юбилей Москвы (814 – свободное опыление) | 1981 | 17 | 22 |
| 35 | Веньяминовское (814 – свободное опыление) | 1981 | 17 | 21 |
| 36 | Солнышко (814 – свободное опыление) | 1981 | 17 | 21 |
| 37 | Строевское (814 – свободное опыление) | 1981 | 17 | 21 |
| 38 | Яблочный Спас (Редфри × Папировка тетраплоидная) | 1989 | 16 | 21 |
| 39 | Масловское (Редфри × Папировка тетраплоидная) | 1990 | 16 | 21 |
| 40 | Имрус (Антоновка обыкновенная × OR18T13) | 1977 | 13 | 20 |
| 41 | Рождественское (Уэлси × VM41497) | 1985 | 16 | 18 |
| В среднем | | | 20 | 28 |

мы стремились хотя бы частично совмещать отдельные его этапы.

Для изучения возможности совмещения во времени и пространстве собственно селекционного процесса и первичного сортоизучения были проведены специальные исследования. С этой целью в 1981 г. гибридные семена яблони были посеяны в дерново-перегнойные горшочки в теплице и после искусственного заражения и отбора сеянцев на устойчивость к парше они были высажены в селекционную школку, где была проведена повторная инокуляция патогеном (Седов и др., 1993). В 1982 г. на втором году роста из числа устойчивых гибридов было отобрано 85 сеянцев, наиболее перспективных по морфологическим признакам. Сеянцы были размножены путем окулировки на трех вставочных подвоях: 57-366, П-22 и 57-491. В этом же году в селекционном саду № 16 на шестом году жизни и в селекционном саду № 18 на пятом году жизни было отобрано по морфологическим признакам соответственно 32 и 28 гибридных сеянцев, которые были размножены на полукарликовом интеркалярном подвое 3-3-72 по 10 растений каждого сеянца.

Весной 1984 г. однолетки всех отобранных гибридных форм были высажены в сад первичного сортоизучения в количестве 1450 растений на четырех интеркалярных подвоях.

Первое плодоношение размноженных гибридных форм было отмечено в 1986 г. на 3-й год после посадки, а к 1989 г. по комплексу хозяйственно-биологических признаков были выделены перспективные сеянцы. Из них 6 лучших иммунных и высокоустойчивых к парше сеянцев на 13–17-м году жизни от посева семян в дальнейшем получили сортовые названия и были приняты на государственное испытание. Это иммунные к парше сорта Имрус и Болотовское, которые были включены в Госреестр (районированы) в 1996 и 2002 гг. соответственно, а также Орловский пионер (районирован в 1999 г.) и сорта Память Исаева, Славянин и Чистотел. Сорт Имрус был включен в «Госреестр селекционных достижений РФ» на 20-й год после гибридизации.

Эти опыты показали, что при совмещении во времени собственно селекционного процесса и первичного сортоизучения в качестве слаборослых вставок большой интерес представляют наряду с карликовым подвоем 57-366 полукарликовые 3-4-98 и 3-3-72. Использование их позволяет сократить селекционный процесс на 12–17 лет. Примером тому могут служить упомянутые выше 6 новых сортов яблони (Седов и др., 1993).

В другом случае лучшие по качеству плодов, отобранные в селекционном саду сеянцы

и контрольные сорта размножались в трех повторностях (по 7–9 деревьев в каждой) путем окулировки в омоложенные 10–12-летние деревья на карликовой вставке 57-366. При этом совмещались во времени и пространстве первичное сортоизучение и государственное испытание. Таким путем были созданы сорта Кандиль орловский, Курнаковское, Памяти Хитрово, Старт, Веняминовское, Солнышко, Строевское и др. Как видно из табл. 1, на их создание от гибридизации до включения в «Госреестр...», было затрачено 22 года.

Значительное ускорение селекционного процесса яблони во ВНИИСПК достигается также тем, что после многократных браковок в теплице на искусственном инфекционном фоне и в селекционной школке все двулетние сеянцы начиная с 1994 г. прививаются на 3–6-летние деревья-скелетообразователи полукарликового подвоя 3-4-98 (один сеянец на одно дерево), которые ежегодно высаживаются в виде двулетних саженцев.

Интенсификация селекции яблони на иммунитет к парше

Эффект интенсификации при селекции яблони на иммунитет достигается благодаря как раннему отбору и браковке гибридов по признаку устойчивости к парше, так и появляющейся возможности значительного увеличения объемов гибридизации, наиболее рационального и экономного использования селекционных теплиц, земельных участков под селекционными школками и садами.

Например, в Институте селекции плодовых культур площадь селекционной теплицы составляла всего 150 м². В феврале ежегодно высевалось обычно около 20–30 тыс. шт. гибридных семян. Благодаря лучшему, чем в поле, режиму, всхожесть семян достигала 80–90 %. Высокая всхожесть семян обусловлена еще и тем, что посев ведется, как правило, только наклюнувшимися семенами, что достигается многократным отбором их в течение периода стратификации и помещением наклюнувшихся семян в снежник до момента посева.

После искусственного заражения гибридных сеянцев в стадии первых настоящих листочков выбраковывается около 48 % восприимчивых

сеянцев. Кроме восприимчивых к парше, выбраковываются сеянцы, неполноценные по силе роста (ранняя и сильная карликовость). В результате общий процент браковки в теплице обычно составляет свыше 70 % всех всходов. Часть сеянцев погибает от черной ножки и генетической летальности. Отобранные иммунные к парше сеянцы высаживаются в мае в селекционную школку, где проводится дополнительная браковка по другим нежелательным признакам (слабой культурности, недостаточной жизнеспособности, сильному подмерзанию, мелколистности, сильному поражению мучнистой росой). В среднем за много лет в селекционный сад передается не более 15 % сеянцев от всходов.

Использование искусственного инфекционного фона на тепличной площади 150 м² позволяло в 1,5–2 раза увеличить объем гибридизации и оценивать ежегодно по устойчивости к парше до 20 тыс. сеянцев. К сожалению, в связи с износом теплицы посев гибридных семян в последние 5 лет приходится проводить непосредственно в открытый грунт, что ведет к значительному снижению всхожести и ухудшению условий для искусственного заражения паршой сеянцев.

Ускорение селекционного процесса за счет различных вставочных подвоев

В эксперименты по изучению пригодности вставочных подвоев для ускорения селекционного процесса нами были взяты следующие подвои: карликовые: 57-491, 57-366 (селекции В.И. Будаговского), П-22 (польский подвой селекции С. Загайя) и полукарликовые: 3-4-98 и 3-3-72 (селекции С.Н. Степанова).

Вставочные подвои оказали сильное влияние на силу роста деревьев. Самыми слаборослыми на 6-й год после посадки однолетками были деревья на вставочных подвоях П-22 – 174 см и 57-491 – 178 см, более сильнорослыми – на вставочных подвоях 3-3-72 – 375 см и 3-4-98 – 58 см (табл. 2).

Нами изучалась также возможность сокращения ювенильного (предплодоносящего) периода у гибридных сеянцев за счет выращивания их на слаборослых вставочных подвоях. Например, из 50 сеянцев, привитых на вставоч-

Таблица 2

Влияние вставочных подвоев на высоту деревьев на 6-й год посадки однолетками (1989 г.)

| Вставочный подвой (А) | Сорта и гибридные сеянцы (В) | Средняя высота дерева по сортам и сеянцам, см | | | | | | $\bar{X}(A)$ | |
|-----------------------|------------------------------|---|-------------------|-------|----------|----------|-----------|--------------|-----------|
| | | Антоновка обыкновенная | Осеннее полосатое | Мелба | 16-37-45 | 16-37-88 | 16-37-125 | | 16-37-201 |
| П-22 | | 175 | 168 | 191 | 158 | 157 | 209 | 163 | 174 |
| 57-491 | | 197 | 162 | 205 | 155 | 188 | 159 | 181 | 178 |
| 57-366 | | 241 | 243 | 270 | 223 | 236 | 252 | 240 | 244 |
| 3-4-98 | | 324 | 228 | 371 | 442 | 375 | 398 | 365 | 358 |
| 3-3-72 | | 293 | 384 | 380 | 452 | 348 | 407 | 362 | 375 |
| $\bar{X}(B)$ | | 246 | 237 | 283 | 286 | 261 | 285 | 262 | |

Примечание. НСР(A)₀₅ = 10, НСР(B)₀₅ = 12, НСР(AB)₀₅ = 17.

Таблица 3

Влияние вставочных подвоев на начало цветения и плодоношения гибридных сеянцев яблони

| Варианты | Кол-во сеянцев, шт. | Цвело и плодоносило, % на год жизни | | | | | |
|---|---------------------|-------------------------------------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|
| | | на 6-й | | на 7-й | | на 10-й | |
| | | цвело | плодоносило | цвело | плодоносило | цвело | плодоносило |
| Подвой 57-366 | 50 | 44,0*** | 40,0*** | 90*** | 88,0*** | 100*** | 100*** |
| Корнесобственные (контроль) | 50 | 4,0 | 2,0 | 10,0 | 4,0 | 72,0 | 52,0 |
| Подвой 57-491 | 6 | 66,7** | 50,0* | 100*** | 100*** | 100 | 100 |
| Корнесобственные (контроль) | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 66,7 | 66,7 |
| Подвой П-22 | 29 | 55,2*** | 37,9*** | 100*** | 86,2*** | 100*** | 100*** |
| Корнесобственные (контроль) | 29 | 0 | 0 | 13,8 | 6,9 | 58,6 | 7,0 |
| В сумме по подвоям 57-366, 57-491, П-22 | 85 | 49,4*** | 40,0*** | 94,1*** | 88,2*** | 100*** | 100*** |
| Корнесобственные (контроль) | 85 | 2,4 | 1,2 | 10,6 | 4,7 | 67,1 | 37,6 |

* P > 0,95; ** P > 0,99; *** P > 0,999.

ном подвое 57-366, на 6-й год жизни цвело 44 % и плодоносило 40 % сеянцев (табл. 3).

Из этих же 50 сеянцев при выращивании на собственных корнях без вставочного подвоя (контроль) на 6-й год жизни цвело только 4 % и плодоносило 2 % сеянцев. На 7-й год жизни из 50 сеянцев, выращенных на вставочном подвое,

цвело 90 % и плодоносило 88 % сеянцев, тогда как из этих же сеянцев на своих корнях цвело только 10 % и плодоносило 4 %. На 10-й год жизни все сеянцы, привитые на вставочном подвое 57-366, цвели и плодоносили, а из этих же сеянцев на своих корнях цвело лишь 72 % и плодоносило 52 %.

Ускорение создания сортов яблони за счет использования молекулярно-генетических методов

Инновационный прорыв в селекционной работе с яблоней, как и с другими плодовыми культурами, возможен на основе использования как оригинальных и усовершенствованных традиционных методов селекции, отдаленной гибридизации, полиплоидии, мутагенеза, клоновой селекции, так и современных молекулярно-генетических методов. Современный уровень генетико-селекционных исследований предполагает высокую наукоемкость и эффективность процесса создания новых сортов плодовых растений. Эффективная его модернизация возможна на основе использования комплекса традиционных и новых методов селекции, в том числе активного вовлечения в селекционный процесс современных молекулярно-генетических методов изучения исходного и селекционного материала. Использование ДНК-маркирования позволяет проводить оценку практически на всех этапах вегетационного развития растений (Tanksley, 1983).

Нами экспериментально подтверждена эффективность применения ДНК-маркирования для генов устойчивости к парше V_f и V_m . Это позволит в дальнейшем продолжить исследования, направленные на идентификацию этих генов в селекционном материале яблони, в том числе и объединение в образцах одновременно двух генов устойчивости, что наиболее ценно. Таким образом, привлечение в селекционный процесс ДНК-маркеров дает возможность осуществлять перенос целевого гена устойчивости в создаваемые сорта яблони.

Кроме того, ускоренное создание новых генотипов яблони с применением ДНК-маркирования позволит получить поколение сортов, сочетающих комплекс ценных признаков и пригодных для создания ресурсосберегающих, эколого-адаптивных технологий промышленного возделывания яблони (Ульяновская и др., 2011).

Другие приемы ускорения селекционного процесса

Продолжительность ювенильного периода у сеянцев яблони значительно варьирует, поли-

генно наследуется и зависит от ряда факторов (Седов, 1973; Visser *et al.*, 1976). Установлено, что ускорение роста сеянцев яблони способствует более раннему вступлению в пору плодоношения (Седов, 1973; Visser *et al.*, 1976; Murawski, Focke, 1978).

Многолетнее изучение связи между морфологическими и биологическими особенностями молодых 1–4-летних сеянцев яблони, с одной стороны, и хозяйственными качествами взрослых растений, с другой стороны, позволяет сделать следующие заключения:

- тесная положительная связь отмечена между сильнорослостью сеянцев и их скороплодностью;

- выявлена положительная связь между интенсивностью осенней окраски листвы у взрослых сеянцев яблони и окраской плодов; сеянцы яблони с летним созреванием плодов обычно раньше приобретают интенсивную окраску листьев;

- гораздо больше форм с повышенным вкусом плодов отбирается среди сеянцев, которые в однолетнем возрасте обладали крупными листьями с короткими черешками;

- среди сеянцев яблони, которые в 3–4-летнем возрасте имели более высокую общую селекционную оценку, в дальнейшем выделено вдвое больше отборных форм, чем среди сеянцев с низкой селекционной оценкой (табл. 4).

Выявленные связи морфологических и биологических особенностей молодых сеянцев с хозяйственно ценными качествами взрослых сеянцев используются в селекционной практике.

Следует отметить, что браковку 1–4-летних сеянцев яблони по морфологическим признакам перед их высадкой в сад нужно проводить с большой осторожностью. Необходимо использовать комплекс связанных между собой признаков. Прежде всего, следует учитывать происхождение сеянцев, их зимостойкость и устойчивость к болезням. Основным приемом браковки сеянцев яблони на ранних стадиях развития по зимостойкости является промораживание в камерах искусственного климата, а по устойчивости к болезням – браковка после заражения на искусственных фонах.

Большое значение в сокращении ювенильной фазы сеянцев имеет подбор скороплодных форм (Седов, 1973; Шоферистов и др., 1990; Казаков, Кичина, 1991; Козловская, Семашко,

Таблица 4

Связь между общей селекционной оценкой 3–4-летних сеянцев в селекционной школке и выходом отборных сеянцев в саду

| Общая селекционная оценка 3–4-летних сеянцев в селекционной школке | Изучено сеянцев, шт. | Выход отборных сеянцев в саду | | Разница по группам сеянцев | |
|--|----------------------|-------------------------------|-------|----------------------------|-------------|
| | | число | P (%) | $P_1 - P_i$ | $P_2 - P_i$ |
| Высокая (балл 4 и 5) | 957 | 18 | 1,88 | – | – |
| Средняя (балл 3) | 5037 | 60 | 1,19 | +0,69 | – |
| Низкая (балл 1 и 2) | 1328 | 11 | 0,83 | +1,05* | +0,36 |

1995; Козловская, Васеха, 2009). У гибридов яблони можно сократить ювенильный период с помощью круглосуточного освещения (Калинина, Марфенко, 1985; Марфенко, 1987).

Важным приемом сокращения селекционного процесса является отбор сеянцев до плодоношения (Коваленко, 1985).

Установлено наличие корреляции ($r = 0,31 - 0,97$) между отдельными парами сопряженных признаков, что свидетельствует о возможности сравнительно точного предсказания при отборе перспективных сеянцев яблони на ранних этапах развития. Из изученных 150 пар признаков практическое значение в ускорении селекционного отбора сеянцев яблони, по данным П.В. Сологалова (1980), имеют: площадь листа – величина плода; устойчивость листьев к парше – устойчивость плодов к парше (что подтверждает ранее полученные нами данные (Седов, 1973); содержание сахаров в листьях – содержание их в плодах, площадь и толщина листьев – масса плодов (Фомина, 1986, 1989), размер семядолей – крупноплодность (Кондратьева, 2007).

Отсутствие антоциановой окраски листового черешка свидетельствует о привлекательности внешнего вида плодов; толстый черешок листа обеспечивает большую вероятность отбора гибридных форм с окрашенными плодами; короткий черешок листа связан с высокими достоинствами плодов; толстые побеги и черешок листа указывают на более ранний срок созревания плодов; слабая опушенность листа, короткий черешок и его менее интенсивная окрашенность свидетельствуют о более раннем вступлении сеянца в плодоношение (Виновец, 1987).

Выявлена положительная корреляция ($r = +0,7...09$) между массой плодов и количеством содержащихся в них семян (Кочешкова, Вартапетян, 1979).

Следует отметить, что, несмотря на целый ряд выявленных корреляций признаков у молодых и плодоносящих сеянцев яблони, одни из них недостаточно подтверждены широкой селекционной практикой, другие требуют специальное оборудование для их определения и плодоводами, как правило, не используются. Жесткая браковка недостаточно зимостойких сеянцев в 1–2-летнем возрасте в камерах искусственного климата и недостаточно устойчивых к болезням на искусственных инфекционных фонах позволяет сократить объем дальнейших работ в десятки раз.

ВЫВОДЫ

1. Выявлено, что возрастная разнокачественность по длине ствола наблюдается даже у взрослых (24–34-летних) сеянцев яблони, что выражается в наличии у них ювенильных признаков (сильная разветвленность, мелкие остро-зубчатые листья, слабая их опушенность) у однолеток, когда в качестве прививочного материала использовались черенки с нижней части кроны, прикорневой поросли и однолеток из разных зон (по удаленности от ствола) корней. С возрастом у вегетативно размноженных растений эти различия постепенно сглаживаются, и к моменту плодоношения растения разных вариантов практически не различаются (Седов, 1968; Черненко, 1994).

2. Установлено, что растения, выращенные из черенков прикорневой поросли, а также по-

лученные из корневой системы сеянцев обычно вступают в плодоношение на 1–3 года позже, чем растения, выращенные из черенков верхней части кроны этих же сеянцев.

3. Растения яблони корневого происхождения (из адвентивных почек сеянцев) в своей готовности к плодоношению не равноценны растениям, выращенным из семенных проростков. Корневая система сеянцев яблони хотя и медленнее, чем надземная часть, проходит определенные качественные изменения, связанные с индивидуальным развитием. При этом нами не обнаружено различий в степени подготовленности к плодоношению растений яблони корневого происхождения, полученных из различных по удаленности от корневой шейки зон корней сеянцев (0–20 см, 20–40 см ... 140–160 см).

4. Растения, полученные из адвентивных почек на корнях сеянцев яблони, как правило, к моменту плодоношения обладали всеми признаками, характерными для сорта. При прививке растений с ювенильными признаками на подвой сортовые особенности сохранялись, что свидетельствует об отсутствии в этих случаях изменений наследственного характера.

5. Позднее вступление сеянцев яблони в пору плодоношения связано с длительным ювенильным периодом.

6. Знание особенностей индивидуального развития плодовых сеянцев дает в руки оригинаторов дополнительные возможности браковки неперспективных селекционных сеянцев на ранних этапах их развития.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 11-04-96537-р-юг-ц).

ЛИТЕРАТУРА

- Вавилов Н.И. Селекция как наука // Теоретические основы селекции растений. М.: Л., 1935. Т. 1. С. 1–24.
- Виновец А.Д. Отбор сеянцев яблони на ранних этапах развития // Задачи и современные методы селекции плодовых и ягодных культур. Ереван, 1987. С. 33–35.
- Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений как самостоятельная научная дисциплина. Теория и практика. Краснодар: Просвещение-Юг, 2010. 486 с.
- Казаков И.В., Кичина В.В. Способы сокращения ювенильного периода сеянцев яблони // Достижения в плодоводстве в Нечерноземной зоне РСФСР: Сб. науч. тр. НИЗИСНП. М., 1991. С. 50–54.
- Калинина И.П., Марфенко Ю.Л. О ростовой реакции гибридных сеянцев плодовых и ягодных культур в теплице на круглосуточное освещение и периодизм // Физиология, экология и агротехника садовых культур: Сб. тр. Новосибирск, 1985. С. 55–63.
- Коваленко Г.К. Некоторые вопросы ускорения селекционного процесса яблони // Интродукция, сортоизучение и селекция плодовых и ягодных культур в Западном районе СССР: Тез. докл. Минск, 1985. С. 6–7.
- Козловская З.А., Васеха В.В. Продолжительность ювенильного периода и продуктивность гибридных сеянцев яблони различного происхождения // Тр. по прикл. ботан., генет. и селекции. СПб., 2009. С. 136–140.
- Козловская З.А., Семашко Е.В. Некоторые результаты исследований селекции сортов яблони летнего срока созревания // Современные проблемы плодоводства (тез. докл. науч. конф.). Самохваловичи, 1995. С. 13–14.
- Кондратьева Г.В. Результаты селекции семечковых культур в Саратовской области // Вестн. Саратов. ГАУ (Спец. вып.). 2007. С. 53–55.
- Кочешкова Т.В., Вартапетян В.В. Изучение самоплодности и перекрестного опыления у яблони // Науч. докл. высш. школы. Биол. науки. 1979. № 12. С. 83–87.
- Марфенко Ю.Л. Ускорение селекции многолетних садовых культур в условиях искусственного климата // I съезд ВОГиС: тез. докл. М., 1987. Т. IV. 4. № 4. С. 71.
- Мичурин И.В. Сочинения. М., 1948. Т. 4. С. 551.
- Седов Е.Н. Селекция яблони в связи с некоторыми вопросами онтогенеза // Селекция и сортоизучение плодово-ягодных культур в Нечерноземной зоне. М.: Колос, 1966. С. 59–70.
- Седов Е.Н. Ювенильный период и селекция яблони и груши // Селекция, сортоизучение, агротехника плодовых и ягодных культур. Орел: Приок. кн. изд-во, 1968. Т. 2. С. 3–60.
- Седов Е.Н. Селекция яблони в средней полосе РСФСР / Е.Н. Седов. Орел: Приок. кн. изд-во, Орлов. отд-ние, 1973. 352 с.
- Седов Е.Н. Особенности онтогенетического развития плодовых растений. Яблоня // Промышленное садоводство России. М.: Россельхозиздат, 1984. С. 5–25.
- Седов Е.Н. Ускорение селекционного процесса семечковых // Плодоовощное хозяйство. 1986. № 2. С. 22–27.
- Седов Е.Н. Особенности индивидуального развития плодовых растений // Помология. В 5 т. Т. 2: Груша. Айва. Орел: ВНИИСПК, 2007. С. 30–37.
- Седов Е.Н., Жданов В.В., Седова З.А. и др. Селекция яблони. М.: Агропромиздат, 1989. 256 с.
- Седов Е.Н., Хабаров Ю.И., Серова З.М., Жданов В.В. Ускорение селекционного процесса яблони при помощи интеркалярных клоновых подвоев (рекомендации). Орел, 1993. 29 с.
- Сологалов П.В. Взаимосвязь признаков гибридов яблони и ее использование в селекционном отборе // Биология овощных и плодовых растений и эффективность применения полимерных пленок в Западной Сибири. Омск, 1980. С. 36–38.
- Ульяновская Е.В., Седов Е.Н., Супрун И.И. и др. Ускоренное создание иммунных к парше сортов яблони с

- использованием молекулярно-генетических методов исследования. Краснодар, 2011. 56 с.
- Фомина И.К. Взаимосвязь хозяйственно ценных и морфологических признаков у гибридных сеянцев яблони в условиях Нижнего Поволжья // Науч.-техн. бюл. ВИР. 1986. № 166. С. 20–22.
- Фомина И.К. Формирование хозяйственно ценных признаков и свойств у гибридных сеянцев яблони в условиях Нижнего Поволжья в зависимости от исходных форм: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Л., 1989. 16 с.
- Черненко Е.С. Онтогенетические особенности яблонь корневого и стеблевого происхождения // Генетика. 1994. Т. 30. Приложение. С. 176.
- Шоферистов Е.П., Казаков И.В., Савельев Н.И., Денисов В.П. Селекция и изучение сортов плодовых культур за рубежом // Науч. докл. Высш. школы. Биол. науки. 1990. № 5. С. 111–126.
- Murawski H., Focke R. Beschleunigung der Generationsfolge beim Apfel // Arch. Züchtungsforsch. 1978. Bd. 8. No. 2. S. 91–98.
- Tanksley S.D. Molecular markers in plant breeding // Plant. Mol. Biol. Rep. 1983. V. 1. P. 3–8.
- Visser T., Verhaegh J.J., De Vries D.P. A comparison of apple and pear seedlings with reference to the juvenile period // Euphytica. 1976. V. 25. P. 339–351.

APPLE TREE DEVELOPMENT AND INTENSIFICATION OF THE BREEDING PROCESS

E.N. Sedov

All-Russia Research Institute of Horticultural Breeding, Orlovsky region, Zhilina, Russia,
e-mail: info@vniispk.ru

Summary

Research of apple tree development features in connection with breeding acceleration has been conducted at the Institute of Horticultural Breeding for over 50 years. Age-related variation in trunk length is recorded even in 24 to 34-year apple seedlings. Plants grown from cuttings of seedling root shoots, as well as plants obtained from roots, usually start fruit bearing 1–3 years later than those grown from cuttings from the upper part of the crown of the same seedlings. Late fruit bearing of apple seedlings is associated with their long juvenile period. In connection with the discovered features of apple tree development, we consider opportunities of breeding acceleration and intensification by means of combination of breeding stages, agricultural methods, multiple screenings against infectious and provocative backgrounds, grafting of 2-year seedlings on 3–6-year skeletogenous trees, study of hybrid seedlings in different geographical areas, utilization of correlations of anatomical, physiological and morphological characters of young seedlings with their commercially valuable properties in adulthood, and application of molecular methods.

Key words: apple, development features, biological and morphological characters of seedlings, breeding acceleration and intensification, breeding stages, infectious and provocative backgrounds, screening, grafting, correlation, varieties.