

Список литературы

1. Еремин Г.В. Генофонд рода *Prunus* L. и его использование в селекции // Труды по прикл. ботанике, генетике и селекции. – 2007. – Т. 164. – С. 208-217.
2. Косточковые культуры. Выращивание на клоновых подвоях и собственных корнях / Г.В. Еремин, А.В. Проворченко, В.Ф. Гавриш и др. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2000. – 256 с.
3. Layne R.E. Peach rootstocks // Poy C. Rom and Robert F. Carlson. Rootstocks for Fruit Crops / Ed. J. Wiley and Sons. – Oregon, 1987. – P. 185-217.
4. Okie W.R. Plum rootstocks // Poy C. Rom and Robert F. Carlson. Rootstocks for Fruit Crops / Ed. J. Wiley and Sons. – Oregon, 1987. – P. 321-360.
5. Perry R.L. Cherry rootstocks // Poy C. Rom and Robert F. Carlson. Rootstocks for Fruit Crops / Ed. J. Wiley and Sons. – Oregon, 1987. – P. 217-204.
6. Raunaud P.C., Anderson G.M. Apricot rootstocks // Poy C. Rom and Robert F. Carlson. Rootstocks for Fruit Crops / Ed. J. Wiley and Sons. – Oregon, 1987. – P. 295-320.
7. Les porte-greffes des especes fruieties de genre *Prunus* / Saless G., Grossely C., Renaud R., Clauerie J. // Amelioration des especes vegetales cultivees. Objectifs et criteres de selection / Ed. A. Gallais H. Bannerot. – Paris: I.N.R.A, 1992. – P. 605-619.
8. Register of Fruit and Nut Varieties. – 3rd edition. – Alexandri: ASHSPress, 1997. – 744 p.

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ВИРУСА ШАРКИ СЛИВЫ (*PLUM POX VIRUS*) И ОТБОРА ТОЛЕРАНТНЫХ СОРТОВ КОСТОЧКОВЫХ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР

О.В. МИТРОФАНОВА¹, доктор биологических наук;
 И.В. МИТРОФАНОВА¹, доктор биологических наук;
 С.Н. ЧИРКОВ², доктор биологических наук;
 В.Н. ЕЖОВ¹, доктор технических наук;
 Н.П. ЛЕСНИКОВА-СЕДОШЕНКО¹

¹Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Москва, Россия

Введение

В современном садоводстве огромный ущерб урожаю плодовых насаждений причиняют вирусные инфекции, роль которых в обозримом будущем будет возрастать. Интенсивное развитие сельскохозяйственной отрасли, расширение международного обмена семенным и посадочным материалом способствуют интродукции вирусов в новые регионы. При этом непрерывно увеличивается число известных вирусов, а глобальное потепление расширяет ареалы насекомых-переносчиков вирусов и увеличивает их численность [16, 22]. Среди известных и вредоносных вирусных болезней косточковых плодовых культур одной из самых опасных является шарка сливы, вызываемая вирусом *Plum pox virus* (PPV) (род *Poifyvirus*, семейство *Poivyridae*). Это заболевание относится к карантинным объектам, и сегодня оно распространено в 38 странах мира [18, 25]. Первая публикация о шарке сливы появилась в Болгарии в 1932 г. [17]. Позже, в 1937 г., шарка была выявлена в Югославии, а затем она постепенно распространилась в другие страны. В Украине шарка сливы впервые была зарегистрирована в 1966 г. в Черновицкой области [12]. В настоящее время, по данным областных Государственных инспекций по карантину растений и результатов наших

исследований, очаги заражения шаркой зарегистрированы в 9 регионах Украины (АР Крым, Винницкая, Закарпатская, Ивано-Франковская, Львовская, Николаевская, Одесская, Тернопольская, Черновицкая области) [7, 8, 10, 11, 13, 21, 23].

Вирус шарки сливы имеет широкий круг растений-хозяев в пределах рода *Prunus*, а также может поражать более 60 видов травянистых растений. Вирус распространяется соком, пыльцой и тлями [15, 16]. Перенос вирусной инфекции осуществляется путем прививки, либо неперсистентно – тлями [2, 3, 22]. Скорость динамики распространения инфекции может быть различной и зависит от конкретного штамма и вида поражаемого растения. В настоящее время выделено 6 штаммов PPV: D, M, Rec, EA, C, W. Каждый из этих штаммов может быть идентифицирован с использованием иммуноферментного анализа (DASI-ELISA) и системы ПЦР [19, 20]. Заболевание шаркой снижает урожай у восприимчивых сортов на 70-100% и ведет к быстрой гибели пораженных, особенно молодых, деревьев [2, 24]. Огромных финансовых затрат требуют фитосанитарная профилактика, программы обследования и диагностики, а также непосредственно ликвидация вируса шарки. Суммарная оценка затрат, связанных с ликвидацией вируса шарки во всем мире, за истекшие 30 лет превышает 10.000 миллионов евро [18]. Однако совершенствование методов, применяемых для выявления PPV, и углубление знаний о нем существенно помогает в борьбе с этим вирусом и дает возможность сдерживать возникновение и распространение эпифитотий.

Как известно, производство безвирусного посадочного материала основано на отборе здоровых растений и их последующем размножении [7, 10]. При тотальном заражении сорта оздоровление растений от вирусов проводят с помощью комплекса биотехнологических методов (термотерапии, культуры меристем, хемотерапии *in vitro*). Поскольку безвирусное растениеводство существует с традиционными технологиями, при массовом тиражировании оздоровленных растений высокий инфекционный фон *in situ* не исключает их повторное заражение. Получение и выращивание устойчивых или толерантных к вирусу шарки сортов косточковых плодовых культур существенно снижает потери от заболевания при производстве плодовой продукции. Один из подходов к выявлению устойчивости основан на определении содержания стероидных гликозидов, являющихся природными стимуляторами защитных механизмов растений. Очевидным является тот факт, что для отбора здоровых растений, контроля, оздоровления, размножения, сертификации посадочного материала и мониторинга своевременного выявления и ликвидации очагов вируса шарки, предупреждения эпифитотий, а также поиска и отбора устойчивых и толерантных сортов и форм к PPV необходимы надежные и эффективные методы диагностики.

Целью настоящего исследования являлась разработка и совершенствование системы методов диагностики, тестирования и отбора толерантных к PPV сортов косточковых плодовых культур для последующего получения оздоровленного посадочного материала и обеспечения селекционных работ на безвирусной основе.

Объекты и методы исследования

Объектами исследований были сорта персика (*Prunus persica* L.), абрикоса (*Prunus armeniaca* L.), алычи (*Prunus cerasifera* Ehrh.) и сливы (*Prunus domestica* L.). Материалом для проведения исследований служили сортообразцы, отобранные во время визуального обследования (март-июнь, август-сентябрь) при мониторинге на поражаемость вирусом шарки косточковых плодовых культур в коллекционных и промышленных насаждениях НБС-ННЦ, Бахчисарайского, Джанкойского, Симферопольского, Севастопольского районов АР Крым, Беляевского и Овидиопольского районов Одесской области. Проанализированы сортообразцы персика Агрофирмы «Сады Украины» (Днепропетровская область и АР Крым).

Исследования выполнены в лаборатории биотехнологии и вирусологии растений отдела биотехнологии и биохимии растений Никитского ботанического сада – Национального научного центра.

Вирус шарки идентифицировали на растениях-индикаторах *Chenopodium foetidum* Schrad, *Nicotiana benthamiana* Domin, *N. clevelandii* A.Gray и древесном индикаторе *Prunus serrulata* Lendl. ‘Schirofugen’. Инокулюмы лепестков цветков, почек и листьев готовили в 0,1М фосфатном буфере Серенсена (рН 7,0), 0,01М буфере Трис-HCl (рН 8,5) и 0,1М боратном буфере (рН 8,0). Все буферы содержали вирусстабилизирующие добавки [4, 7]. Инокуляцию древесных растений-индикаторов проводили способом окулировки 4-8 почками (глазками) испытуемого сортообразца. Тестирование и диагностику вируса шарки проводили молекулярно-биологическим методом, используя систему «Пиротест-ИФА» («Иммунохим», Россия) и метод иммунохроматографического анализа [14]. При оценке сортов абрикоса, персика, сливы и алычи на устойчивость к вирусу шарки применяли в качестве маркера вирусоустойчивости стероидные гликозиды. Изучение локализации вируса шарки сливы и стероидных гликозидов осуществляли в различных органах и тканях пораженных растений (лепестки цветков, почки, листья, плоды, кора и древесина). Наличие фуростановых гликозидов определяли методом тонкослойной хроматографии [5, 9]. Измельченное воздушно-сухое сырье сортообразцов экстрагировали 70%-ным этанолом в соотношении 1:5 при комнатной температуре в течение 7 суток. Тонкослойную хроматографию проводили в системе хлороформ:метанол:вода (1:5:до насыщения), на пластину (ПТСХ-АФ-А «Sorbfil Plates», Россия) наносили по 5 мкл экстракта каждого образца. В качестве проявляющего реагтива использовали реактив Эрлиха.

Результаты и обсуждение

Для изучения распространения вируса шарки и степени поражаемости косточковых плодовых культур вирусной инфекцией нами обследовано более 2000 сортов и селекционных форм персика (*Prunus persica* (L.) Batch), абрикоса (*Prunus armeniaca* L.), сливы (*Prunus domestica* L.), алычи (*Prunus cerasifera* Ehrh.) в промышленных и коллекционных насаждениях южных регионов Украины. В связи с недостаточной изученностью заболевания и необходимостью ранней диагностики вируса шарки сливы (*Plum pox virus*) в органах и тканях косточковых плодовых культур разрабатывали методы комплексной диагностики вирусной инфекции. При этом наиболее эффективным оказалось использование системного подхода в выявлении и идентификации вируса шарки сливы, основу которого составили: проведенный мониторинг распространения вируса и поражаемости сортов персика, абрикоса, сливы и алычи в ряде регионов Украины; применение растений-индикаторов; иммунохроматографический метод и ИФА – система «Пиротест». Многолетними наблюдениями установлены оптимальные сроки проявления внешних признаков болезни – апрель-май, август-сентябрь. Выявлены наиболее характерные симптомы вируса шарки. Так, у ряда сортов персика – Бекетовский, Достойный, Золотая Москва, Тракийский Ранний, Эрли Ред Хейвен, California, Maria Marta, Venus на листьях были обнаружены хлоротические пятна, дуги и кольца вдоль центральной и боковых жилок, на зеленых плодах – хлоротические пятна и кольца, на зрелых плодах – красные кольца, яркие сливающиеся сиренево-красные пятна или крупные кольца с розовым центром (рис. 1 а-г). У таких плодов косточки часто деформированы.

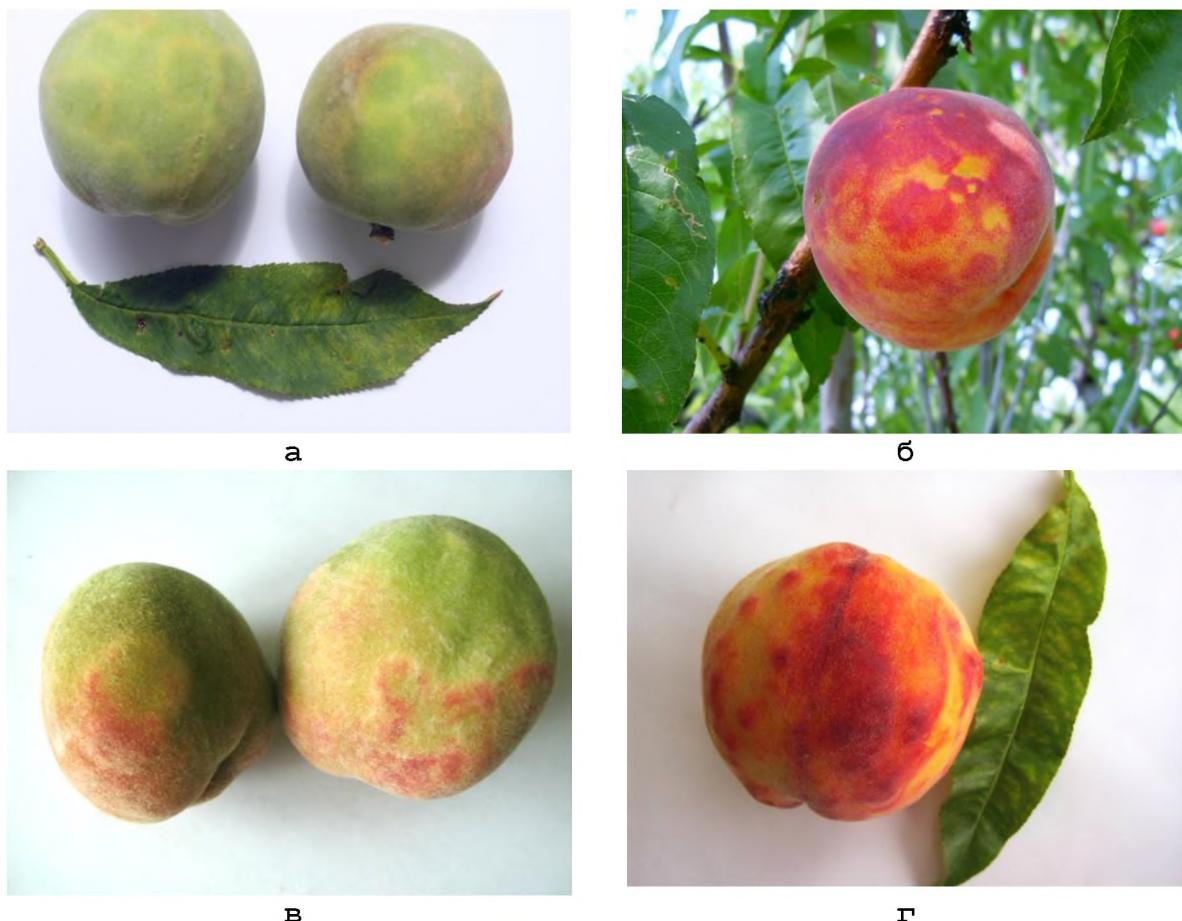


Рис. 1. Внешние признаки проявления вируса шарки на листьях и плодах персика: а и б – сорт Эрли Ред Хейвен; в – сорт Тракийский Ранний; г – сорт Золотая Москва

На листьях сортов абрикоса сортов Детский, Маркулешти, Мечта и Mandule Kayszi наблюдались желто-зеленые кольца, пятна и дуги, на плодах – светлоокрашенные пятна, окруженные зеленым кольцом, бугристость. У пораженных плодов сорта Маркулешти на косточках были заметны кольца и язвы. Сходные симптомы отмечены у сортов алычи Бордовая, Пурпуровая, Салгирская Румяная и сортов сливы Верити, Изюм Эрик, Клеймен, Ренклод Альтана, Стенлей. На листьях – мелкие хлоротические пятна, кольца, дуги, полосы; на плодах проявлялись светлые кольца с более темным центром, вдавленные пятна; плоды сливы, как правило, деформированы, на косточках – темноокрашенные пятна (рис. 2 а, б). При этом установлено, что основная вредоносность вируса связана с неравномерным созреванием и некротическим поражением плодов, что согласуется с литературными данными [1, 13].

При идентификации возбудителя шарки сливы (PPV) сортообразцы отбирали с деревьев определенного сорта, имеющих как явные симптомы поражения, так и с бессимптомных. На растениях-индикаторах *Ch. foetidum*, *N. clevelandii*, *N. benthamiana* протестировано 418 сортообразцов, из них абрикоса – 102, персика – 199, сливы – 81 и алычи – 36. Тестирование на растениях-индикаторах показало положительную реакцию на вирус шарки в 287 сортообразцах.



**Рис. 2. Симптомы поражения вирусом шарки на листьях сливы сортов
Поп Харитон (а) и Клеймен (б)**

Включение в систему комплексной диагностики методов ИФА-«Пиротест» и иммунохроматографического анализа (иммunoстріпов) значительно ускоряет процесс идентификации вируса шарки. Система «Пиротест» выполняется как стандартный сэндвич-вариант твердофазного иммуноферментного анализа. В качестве фермента использована неорганическая пирофосфатаза, расщепляющая молекулу пирофосфата на два иона фосфата, которые окрашиваются стоп-реагентом в яркий зелено-синий цвет. Интенсивность окрашивания пропорциональна концентрации вируса в образце. В отрицательном контроле и в образцах, не содержащих вирус, наблюдается желтое окрашивание. Результаты исследований, представленные на рисунке 3 а, показывают положительную реакцию на вирус шарки (PPV) сортобразцов абрикоса, персика, сливы (лунки окрашены в зелено-синий цвет разной интенсивности).

Среди проанализированных 1500 сортобразцов персика доказано наличие вируса шарки в 487, что составляет 32,5%. Из 238 сортобразцов абрикоса вирус обнаружен в 59 (24,8%). Самый высокий процент (61,7%) пораженных сортобразцов был выявлен у сливы – из 300 сортобразцов вирус обнаружен в 185. Среди выращиваемых косточковых плодовых культур наиболее устойчивой к вирусу шарки оказалась алыча. Из 186 сортобразцов положительную реакцию дал лишь 21 (11,3%). В период обследования нами впервые был обнаружен новый природный резерватор вируса – дурман (*Datura stramonium* L.), произрастающий в междуядыях промышленных насаждений персика. Лабораторный анализ подтвердил наличие вируса шарки в соке, выделенном из листьев дурмана. Как показали наши исследования, система «Пиротест», по сравнению с другими серологическими методами для обнаружения вируса шарки в том или ином сорте, является наиболее перспективной и позволяет выявить минимальные концентрации вируса PPV в сортобразце – 10-50 нг/мл. Поэтому при отборе толерантных сортов к PPV применяли систему «Пиротест» в сочетании с методом оценки сортов на содержание стероидных гликозидов, что обеспечило достоверность полученных результатов.

Проведение диагностики вируса шарки во внелабораторных полевых условиях показало эффективность высокочувствительного экспресс-метода иммунохроматографического анализа. Принцип применения иммunoстріпов заключается в следующем: тест-полоску погружали в анализируемую пробу (экстракт листа) на 1,5 мин в вертикальном положении, а затем извлекали и помещали на горизонтальную поверхность. Реакцию оценивали визуально в течение 10 мин. Результаты анализа представлены на рисунке 3 б.

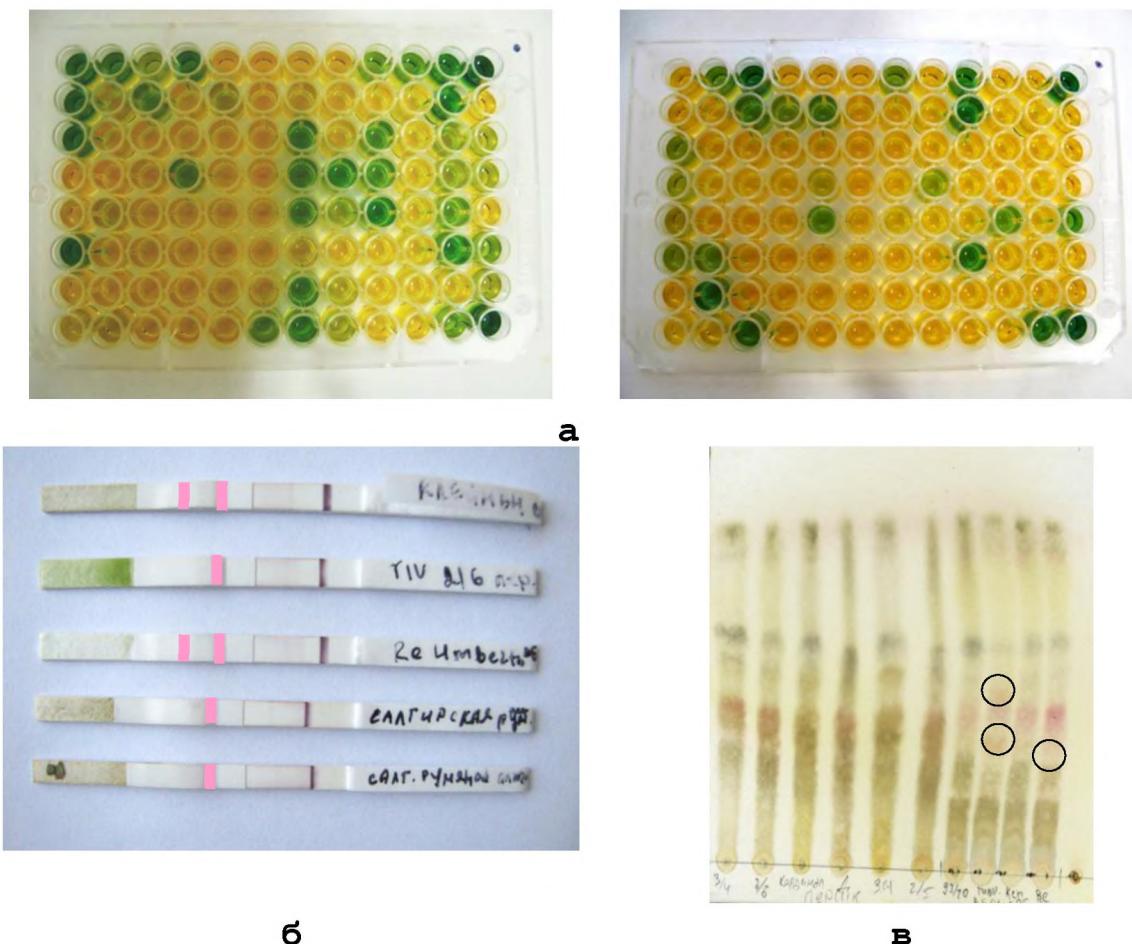


Рис. 3. Метод диагностики вируса шарки косточковых плодовых культур на основе комплексного использования системы «Пиротест», метода ИХА и использования как маркера вирусоустойчивости стероидных гликозидов фуростанового ряда: а – диагностика вируса шарки сливы сортов персика, абрикоса, алычи и сливы методом ИФА системы «Пиротест»: желтое окрашивание – вирус отсутствует; зелено-синее окрашивание – вирус выявлен; б – определение вируса PPV в экстрактах из листьев сливы ‘Клеймен’, персика ‘Бархатистый’, абрикоса ‘Re Umberto’ и алычи ‘Салгирская Румянная’ методом иммунохроматографического анализа; в – выявление стероидных гликозидов в коре и вегетативных почках сортов косточковых плодовых культур методом тонкослойной хроматографии (пятна морковного цвета)

При оценке и отборе толерантных и устойчивых к вирусу шарки сортов косточковых плодовых культур разрабатывались методы определения качественного и количественного содержания стероидных гликозидов, как маркеров вирусоустойчивости, и одновременно изучали локализацию вируса в органах и тканях сортов персика, абрикоса, сливы и алычи.

Как видно из таблицы, вирус шарки обнаружен в вегетативных почках, листьях и плодах сортов абрикоса Детский, Маркулешти, Re Umberto, персика сортов Золотая Москва, Понтийский, Stark Early Glo, сливы сортов Клеймен, Ренклод Альтана, Стенлей, алыче сортов Бордовая и Салгирская Румянная.

Принцип использования стероидных гликозидов при оценке устойчивых или толерантных сортов косточковых плодовых культур основан на том, что стероидные гликозиды фуростанового ряда могут выступать в качестве маркера вирусоустойчивости благодаря своим антиоксидантным свойствам и способны стимулировать защитные реакции растения-хозяина, индуцируя у него устойчивость [5, 6].

Таблица

Результаты изучения локализации вируса шарки (PPV) и стероидных гликозидов (СГ) в сортообразцах абрикоса, персика, сливы и алычи

№ пп	Сортообразец	Локализация вируса PPV ^{*)}			Локализация СГ ^{**)}	
		плоды	почки	листья	листья (почки)	древесина
1	2	3	4	5	6	7
<i>Абрикос</i>						
1.	Альтаир	-	+	+	-	-
2.	Гибридный	-	+	+	+	-
3.	Детский	+	+	+	+	+
4.	Кеч-Пшар	-	+	+	0	0
5.	Маркулешти	+	+	+	+	+
6.	Палава	-	0	0	-	-
7.	Юпитер	+	+	+	0	-
8.	97-20	+	+	+	0	-
9.	Harcot	0	0	0	0	-
10.	Mandule Cayszi	-	+	+	+	+
11.	Re Umberto	+	+	+	0	-
<i>Персик</i>						
12.	Бархатистый	0	0	0	0	-
13.	Гранатовый	-	+	+	-	-
14.	Декоративный	-	+	+	0	-
15.	Достойный	-	+	+	-	-
16.	Золотая Москва	+	+	+	0	0
17.	Кардинал	-	+	+	0	0
18.	Лакомый	-	+	+	-	-
19.	Любимый	-	+	+	-	-
20.	Мечта	-	0	0	-	-
21.	Нарядный Никитский	-	0	0	-	-
22.	Никитский Подарок	-	0	0	-	-
23.	Памятный Никитский	-	+	+	-	-
24.	Понтийский	+	+	+	-	-
25.	Темисовский	-	+	+	-	-
26.	Санбим	-	+	+	0	-
27.	Frederica	-	+	+	-	-
28.	Loadel	-	0	0	-	-
29.	Stark Early Glo	+	+	+	-	-
<i>Слива</i>						
30.	Клеймен	+	+	+	0	0
31.	Монфор	0	0	0	0	+
32.	Нивена	0	0	0	0	0
33.	Ренклод Альтана	+	+	+	0	+
34.	Стенлей	+	+	+	0	+
<i>Алыча</i>						
35.	Бордовая	+	+	+	0	-
36.	Идиллия	0	0	0	+	0
37.	Орбита	0	0	0	+	-
38.	Салгирская Румянная	-	+	+	0	0
39.	Субхи Ранняя	0	0	0	0	0
40.	Таврическая	0	0	0	0	0

Примечание: ^{*)}(0) – вирус отсутствует; (+) – вирус шарки обнаружен; (-) – в период отбора образцов плоды отсутствовали

^{**) (0) – СГ не выявлены; (+) – СГ обнаружены; (-) – опыт не проводился}

В связи с этим нами проведено скрининговое исследование 7 сортов абрикоса, 5 сортов сливы, 6 сортов персика и 6 сортов алычи на присутствие стероидных гликозидов

ряда фуростана. Для каждого сорта отбирали образцы с внешне здоровых и пораженных деревьев. Для извлечения стероидных гликозидов использовали древесину, кору, почки и листья в зимний, весенний и летний периоды. Из 26 сортообразцов гликозиды фуростанового ряда обнаружены в листьях и почках, в том числе у 18 сортообразцов – в древесине (табл.). Наличие стероидных гликозидов выявлено у абрикоса формы 97-20, сортов Детский, Mandula Cayszi, у сортов сливы Монфор, Ренклод Альтана, Стенлей и сортов алых Идиллия и Орбита. Содержание гликозидов в органах растений, пораженных вирусом шарки, оценивали на хроматограмме по яркости окраски пятна морковного цвета, которое является количественной характеристикой присутствия стероидного гликозида в исследуемом образце (рис. 3в).

Выводы

Таким образом, на основании проведенного нами мониторинга выявлены очаги вирусной инфекции, определены некоторые пути интродукции вируса в регионы и дана оценка поражаемости сортов косточковых плодовых культур, что позволило разработать и усовершенствовать комплексные биотехнологические системы методов диагностики, тестирования и отбора толерантных сортов к вирусу шарки (PPV).

Используя биотехнологическую систему комплексной диагностики и отбора толерантных сортов, можно достоверно утверждать о значительном распространении и опасности вируса шарки на юге Украины и, особенно, в АР Крым.

Как показывают результаты наших исследований, для радикального снижения вредоносности вируса шарки необходим перевод косточковых плодовых культур на безвирусную основу, а также поиск и создание устойчивых и толерантных сортов персика, абрикоса, сливы и алых.

Работа выполнена в рамках проекта УААН 09.02/016.

Список литературы

1. Устойчивость сортов и гибридов сливы к вирусу шарки / Вердеревская Т.Д., Бивол Т.Ф., Кеглер Х., Кукурузак Е.А. // Генетика иммунитета и селекция сельскохозяйственных растений на устойчивость в Молдавии. – Кишинев: Штиинца, 1984. – С. 99-107.
2. Вердеревская Т.Д., Маринеску В.Г. Вирусные и микоплазменные заболевания плодовых культур и винограда. – Кишинев: Штиинца, 1985. – 311 с.
3. Вредные организмы, имеющие карантинное значение для Европы // Информационные данные по карантинным вредным организмам для Европейского союза и Европейской и Средиземноморской организаций по защите растений (ЕОЗР) / Пер. с англ. – М.: Колос, 1996. – 912 с.
4. Кеглер Х., Вердеревская Т. Развитие и современный уровень диагностики вирусов плодовых культур // Производство безвирусного посадочного материала плодовых культур и винограда: Второе совещание специалистов стран-членов СЭВ. – Ашерслебен, 6-10 июля 1976 г. – Берлин, 1977. – С. 15-28.
5. Строение и биологическая активность стероидных гликозидов ряда спиростана и фуростана / Кинтя П.К., Лазурьевский Г.В., Балашова Н.Н., Балашова И.Т., Суружи А.И., Лях В.А. – Кишинев: Штиинца, 1987. – 142 с.
6. Лахматова И.Т. Устойчивость сливы к вирусу шарки: Автореф. дис. ... доктора биол. наук / Науч.-исслед. селекционно-технический ин-т плодоводства Республики Молдова. – М., 1997. – 48 с.
7. Диагностика вирусных болезней и биотехнологические приемы получения безвирусного посадочного материала косточковых плодовых культур / Митрофанова О.В., Славгородская-Курпиева Л.Е., Митрофанова И.В., Лукичева Л.А. – Ялта: Крымпресс, 2000. – 46 с.

8. Изучение вирусов и вирусных болезней косточковых плодовых культур на юге Украины и особенности оздоровления растений *in vitro* / Митрофанова О.В., Митрофанова И.В., Ежов В.Н., Лесникова-Седошенко Н.П., Лукичева Л.А., Смыков А.В., Сенин В.В., Литвинова Т.В. // Бюлл. Никит. ботан. сада. – 2005. – Вып. 91. – С. 1-120.
9. Митрофанова О.В., Лесникова-Седошенко Н.П., Ходаков Г.В. Биотехнология в селекции и оздоровлении косточковых плодовых и субтропических культур / Фактори експериментальної еволюції організмів: Зб. наук. пр. Укр. т-ва генетиків і селекціонерів ім. М.І. Вавилова / За ред. М.В. Роїка. – К.: Логос, 2006. – Т. 3. – С. 619-624.
10. Митрофанова О.В., Митрофанова И.В. Вирусы субтропических и косточковых плодовых культур и биотехнологические приемы оздоровления растений // Біоресурси та віруси: II Міжнар. конференція. Київ, 7-10 вересня 1998 р. – Київ: Фітосоціцентр, 1998. – С. 94.
11. Омелюта В.П., Устінова А.Ф., Устінов І.Д. Караптинні об'єкті // Захист рослин. – 1997. – № 3. – С.4-5.
12. Пискун Н.И. «Шарка» сливы на Украине // Защита растений. – 1969. – № 6. – С. 54.
13. Ратушняк Л.К. Розповсюдженность шарки сливи в Україні // Вісник аграрної науки південного регіону. Сільськогосподарські та біологічні науки. – Одеса: СМИЛ, 2003. – Вип. 4. – С. 156-163.
14. Чирков С.Н., Приходько Ю.Н. Пиротест – новый метод диагностики вируса шарки сливы // Промышленное производство оздоровленного посадочного материала плодовых, ягодных и цветочно-декоративных культур: Междунар. науч.-практич. конф. 20-22 ноября 2001 г. – М.: ВСТИСП, 2001. – С. 71-72.
15. Шевченко Т.П., Полищук В.П., Бойко А.Л. Віруси рослин: штамове різноманіття – Київ: Фітосоціцентр, 2002. – 78 с.
16. Шпаар Д. Хозяйственное значение вирусных болезней культурных растений // Борьба с вирусными болезнями растений / Пер. с нем. Г.И. Лойдиной. – М.: Агропромиздат, 1986. – С. 9-35.
17. Atanassov D. Plum pox. A new virus disease // Annals of the University of Sofia Faculty of Agriculture and Silviculture. – 1932. – 11. – P. 49-69.
18. *Plum pox virus* and the estimated costs associated with sharka disease / Cambra M., Capote N., Myrta A., Llacer G. // Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. – 2006. – 36. – P. 202-204.
19. Candresse T., Cambra M. Causal agent of sharka disease: historical perspective and current status of *Plum pox virus* strains // Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. – 2006. – 36. – P. 239-246.
20. James D., Glasa M. Causal agent of sharka disease: new and emerging events associated with *Plum pox virus* characterization // Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. – 2006. – 36. – P. 247-250.
21. Kondratenko P., Udovichenko V. *Plum pox virus* (PPV) in Ukraine // Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. – 2006. – N 36. – P. 217.
22. Kunze L., Krczal H. Transmission of sharka virus by aphids // Fruit Tree Virus Diseases: 8th European Symposium, Paris, France, 1971. – Paris: INRA, 1971. – P. 255-260.
23. Molecular identification of *Plum pox virus* isolates from Lithuania and Ukraine / Norkus T., Staniulis J., Žižytė M., Melnyk M., Yusko L., Snihur H., Budzanivska I., Polischuk V. // Zemdirbyste-Agriculture. – 2008. – V. 95, N 3. – P. 277-285.
24. Nemeth M. History and importance of *Plum pox virus* in stone-fruit production // Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. – 2004. – N 24. – P. 525-536.
25. Roy A.S., Smith I.M. *Plum pox virus* situation in Europe // Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. – 2004. – N 24. – P. 515-523.