

**ИЗУЧЕНИЕ ТОЛЕРАНТНОСТИ СЛИВЫ ДОМАШНЕЙ
К ВИРУСУ ШАРКИ СЛИВЫ (PPV) ПО КРИТЕРИЮ
«ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕГЕНЕРАЦИИ МИКРОПОБЕГОВ» *IN VITRO***

Бунцевич Л.Л., канд. биол. наук, Винтер М.А.

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский
федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»
(Краснодар)*

Реферат. Изучена эффективность регенерации микропобегов эксплантами от симптоматических и бессимптомных маточных деревьев сливы домашней, вирусоносителей PPV, в ходе микроклонирования *in vitro*. Результаты регенерации микропобегов показывают, что экспланты с бессимптомных растений приживаются и регенерируют микропобеги существенно эффективнее, чем экспланты с симптоматических растений.

Ключевые слова: слива домашняя, PPV, толерантность, клональное микроразмножение, регенерация микропобегов

Summary. The efficiency of shoots' regeneration by explants from symptomatic and asymptomatic mother plum trees that are PPV carriers in the course of microcloning *in vitro* is studied. The results of microshoots' regeneration show that explants from asymptomatic plants strike root and regenerate the microshoots significantly more efficiently than explants from symptomatic plants.

Key words: *Prunus domestica*, PPV, tolerance, clonal micro-propagation, regeneration of microshoots

Введение. Современные плодовые агробиоценозы подвержены нарастающему воздействию вирусных инфекций [1-6]. Известно, что массовое неконтролируемое распространение вирусов и фитоплазм, других хронических заболеваний является одной из важнейших причин деградации плодовых насаждений. По вредоносности для плодовых культур вирусы и фитоплазмы занимают третью позицию после грибов и вредителей [7].

Самым вредоносным вирусным заболеванием сливы во всем мире, и в России в том числе, является вирус шарки сливы (PPV) [8], который может привести к потерям урожая у восприимчивых сортов до 85-100 %, вследствие ухудшения качества плодов, их преждевременного опадения [9-15].

В целом, вирусные болезни воздействуют практически на все параметры растений: состояние и функциональную активность фотосинтетического аппарата, активность ферментных систем, потребление и накопление минеральных элементов, архитектуру и скорость прохождения фенофаз [16, 17]. При этом большинство вирусных заболеваний не вызывает летальных изменений в растениях. У плодовых вирусные болезни обычно задерживают развитие, стимулируют аномальные ростовые процессы, перерождение органов (из генеративных в вегетативные) [18].

Решением проблемы широкого распространения вирусных болезней плодовых культур могут быть радикальные карантинные мероприятия, производство оздоровленного посадочного материала, либо создание, отбор и размножение сортов, форм и клонов, в той или иной степени устойчивых к вирусам [19], например, толерантных. В научной литературе толерантность трактуется как одно из состояний устойчивости к возбудителям. Напомним, что основными типами устойчивости принято считать иммунитет (полная устойчивость), толерантность и сверхчувствительность [20]. Толерантность сливы до-

машней (*Prunus domestica*) к вирусу шарки сливы (PPV) – явление распространённое. Именно благодаря толерантности к шарке в плодоводстве юга России доминируют сорта Стенлей и Кабардинская ранняя. В то же время природа толерантности сливы к виروزам изучена недостаточно. Например, не ясно, как толерантность сливы к вирусу шарки сливы (PPV) коррелирует с развитием симптомов на листьях заражённых деревьев.

В полной мере это касается и толерантных растений. У сливы немало сортов, проявляющих толерантность к заражению вирусом шарки. Эти сорта при заражении в стабильных условиях внешней среды практически не теряют урожайность и качество плодов [21]. Другие проявления толерантности сливы к вирусу шарки исследованы меньше. Считается, что толерантность определяется изменениями метаболизма растений, вызванными проникновением и размножением вирусов.

При накоплении вирусных частиц в клетках растений происходит использование ресурсов хозяина, функционирования отдельных клеток. При этом активируются различные защитные механизмы растения-хозяина, которые работают на ограничение распространения вируса и требуют определенной перестройки метаболизма [22].

Известны разные формы толерантности. В одних случаях в толерантных растениях вирус распространяется по всему растению и накапливается, при отсутствии четких симптомов заболевания [23, 24], в других – размножение вируса ингибируется, но симптомы заболевания хорошо выражены, и третья форма толерантности – ослабление (вплоть до полного отсутствия) симптомов и слабое накопление вируса [25, 26].

Для сливы домашней типичный пример толерантного сорта – Стенлей. Вирус шарки (PPV) вызывает у него специфическую мозаику на листьях и плодах [21]. Обычно урон, наносимый вирусом сорту Стенлей, тем и ограничивается. Толерантны к вирусу шарки также Кабардинская ранняя, Анна Шпет и др. У этих сортов толерантность к вирусу проявляется в сохранении близких к среднемуголетним для конкретного сорта урожаев плодов при достоверном вирусоносительстве. Симптоматика заражения, как правило, передается вегетативному потомству [15].

Практика вирусологических исследований показывает, однако, что бывают исключения – симптомы появляются не у всех вегетативных потомков (саженцев), выращенных от инфицированных маточных растений. Культивирование *in vitro* эксплантов от симптомированных и бессимптомных растений в одинаковых и строго контролируемых условиях позволит установить взаимосвязь симптомированности и уровня толерантности экспериментальных растений. Решение вопроса, связана ли бессимптомность растений сливы – вирусоносителей PPV с усилением толерантности в части вегетативного потомства, позволит по-иному подойти, если не к проблеме создания толерантных клонов, то, как минимум, к проблеме выращивания здорового посадочного материала.

Цель работы – изучить эффективность регенерации микропобегов эксплантами от симптомированных и бессимптомных маточных деревьев сливы домашней, вирусоносителей PPV, в ходе микроклонирования *in vitro*. Мы исследуем ту форму толерантности, которая проявляется в ослаблении симптомов или в их полном отсутствии у заражённых растений [26]. Согласно этому, у бессимптомных деревьев-вирусоносителей толерантность должна быть выражена сильнее, чем у симптомированных.

Работа выполнена на примере толерантности к вирусу шарки сливы (PPV) как наиболее вредоносному объекту на этой культуре. Актуальность исследования обусловлена большим экономическим значением вируса шарки в питомниководстве и плодоводстве. Изучение толерантности сливы в ходе клонального микроразмножения *in vitro* позволяет провести анализ в контролируемых условиях с максимально возможной достоверностью. В доступной литературе отсутствует информация об изучении толерантности сливы к вирусу шарки (PPV) по критерию «эффективность регенерации микропобегов» в культуре *in vitro*, в чём и заключается новизна исследований.

Объекты и методы исследований. Работа выполнена в 2011-2017 гг. Исследования проведены на сортах сливы Донецкая, Кубанская ранняя. Сорт Стенлей использован в качестве контроля по причине его хорошо изученной толерантности к вирусу шарки сливы [14]. Исходные деревья произрастают в ООО «ОПХ «Центральное» (г. Краснодар). Всего обследовано на заражение шаркой сливы свыше 10000 деревьев.

В коллекции инфицированных вирусом растений выделены симптомированные и бессимптомные образцы (по 20 деревьев на каждый сорт) и диагностированы на заражение. Тестирование выполнено в лаборатории генетики и молекулярной биологии СКФНЦСВВ с использованием комплекта реагентов для диагностики вируса методом ОТ-ПЦР с праймерами и реакционными смесями, приготовленными в ООО «АгроДиагностика». Отбор образцов и диагностика проведены в мае – в период максимального накопления вирусных частиц в листьях деревьев сливы.

Экспланты опытных сортов были введены в культуру *in vitro* на питательные среды, приготовленные по прописям Мурасиге-Скуга (МС) [27], Гамборга В₅ [28], МС модифицированная [29]. В качестве регуляторов роста использованы 6-БАП (0,1 мг/л для МС и В₅, 0,2 мг/л для МС модифицированная), ГК (0,1 мг/л для всех вариантов) и янтарная кислота 0,1 % (4 мг/л для МС модифицированная), рН среды 5,4-5,6.

Для интродукции *in vitro* изолировали апексы вегетирующих терминальных побегов размером 1-3 мм и после стерилизации использовали их в качестве эксплантов. В каждом варианте эксперимента (сорт × питательная среда × фитосанитарный статус (симптомированные или бессимптомные)) в культуру *in vitro* вводилось по 20 эксплантов.

Высаженные на питательные среды экспланты сливы культивировали при верхне-боковом освещении при 16-часовом световом дне, освещенности 3,5-5 тыс. лк, температуре 23-26 °С и относительной влажности воздуха 70-75 %.

Полученные результаты обработаны с помощью дисперсионного анализа. Все необходимые вычисления выполнены с помощью прикладных программ MS Office (Excel) и Stat Soft STATISTICA 7.0.

За основу использованных нами методических подходов взяты материалы методического характера, опубликованные в различных научных изданиях [29-32].

Обсуждение результатов. В ходе исследования толерантности растений сливы к вирусу шарки (PPV) симптомированные и бессимптомные исходные деревья этой культуры были тестированы на вирусоносительство. По результатам ПЦР-анализа установлено, что симптомированные и бессимптомные деревья сливы сортов Донецкая, Кубанская ранняя и Стенлей заражены вирусом.

Наличие или отсутствие симптоматики вирусного заражения само по себе является признаком различной восприимчивости сортов сливы к инфекции: более устойчивые сорта (клоны) не проявляют симптомов заражения при инфицировании (размножении от инфицированных маточных деревьев), менее устойчивые – проявляют [9]. В нашем случае часть деревьев одних и тех же сортов проявили признаки заражения вирусом шарки сливы в форме специфической кольцевой пятнистости, а часть – не проявили, что является признаком различной восприимчивости.

На следующем этапе исследования (*in vitro*), на фоне прочих равных условий (состав питательной среды, влажность воздуха, стерильность, фотопериод, освещение и пр.), изучены различия в успешности регенерации микропобегов эксплантами экспериментальных сортов от симптомированных и бессимптомных исходных деревьев-вирусоносителей PPV.

Результаты регенерации микропобегов растений сливы в культуре *in vitro* представлены в табл. 1-6 и на рисунке.

Таблица 1 – Результаты регенерации микропобегов *in vitro* из эксплантов от бессимптомных и симптомированных деревьев сливы – вирусоносителей PPV, сорт Донецкая

Вариант питательной среды	Фитосанитарный статус	Посажено меристем, шт./%	Успешно регенерировали микропобеги	
			шт.	%
1. МС	Бессимптомные	20/100	15	75
	Симптомированные	20/100	11	55
2. Гамборга	Бессимптомные	20/100	12	60
	Симптомированные	20/100	7	35
3. Среда МС модифицированная	Бессимптомные	20/100	16	80
	Симптомированные	20/100	12	60
В среднем	Бессимптомные	20/100	14,3	71
	Симптомированные	20/100	10	50

Анализируя данные табл. 1, видим, что у сорта сливы Донецкая из каждых 20 апексов, посаженных на разные питательные среды, успешно регенерировали микропобеги от 12 до 16 (в среднем 14,3 шт. или 71 %) эксплантов, изолированных с бессимптомных маточных растений. У эксплантов с симптомированных деревьев прижились и регенерировали микропобеги из каждых 20 посаженных меристем от 7 до 12 шт. (в среднем 10 шт. или 50 %). Снижение эффективности регенерации микропобегов симптомированными эксплантами в сравнении с бессимптомными составило 21 %.

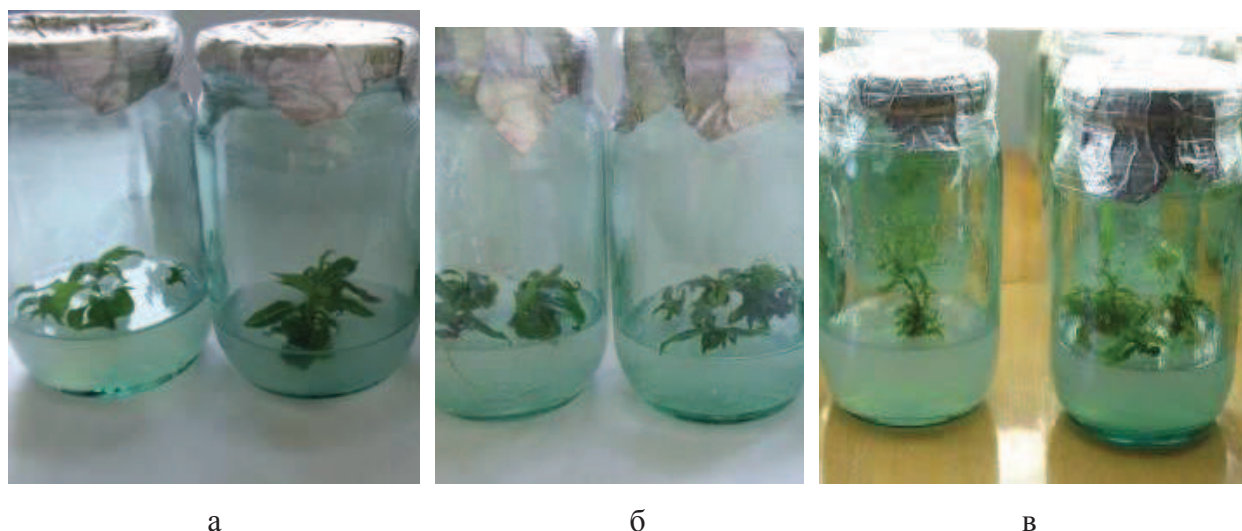


Рис. Регенерация микропобегов сливы *in vitro* эксплантами сортов Донецкая (а), Кубанская ранняя (б), Стенлей (в)

Дисперсионный анализ результатов регенерации микропобегов из эксплантов сорта Донецкая показал, что фитосанитарный статус (симптомированные или бессимптомные

саженцы) достоверно воздействует на изучаемый параметр ($F_{\text{факт.}} > F_{\text{табл.}}$). Доля влияния у фактора 58,3 (табл. 2).

Таблица 2 – Дисперсионный анализ результатов регенерации микропобегов *in vitro* эксплантами от симптомированных и бессимптомных деревьев сливы, вирусоносителей РРV (фактор 1 – среда, фактор 2 – наличие или отсутствие симптомов), сорт Донецкая

Изменчивость	Степень свободы	Средний квадрат	F-отношение	F ст. при 0,05	Дисперсия	Доля влияния
Количество регенерировавших меристем						
Между средами	2	22,33	3,72	5,14	0,00	0,0
Между симптомированными и бессимптомными (фитосанитарный статус)	1	56,33	9,39	5,99	8,39	58,3
Взаимодействие: среда x фитосанитарный статус	2	0,33	0,056	5,14	0,00	0,0
Остаточная	6	6,0	-	-	6,00	41,7

У сорта Кубанская ранняя из каждых 20 высаженных меристем успешно регенерировали микропобеги от 13 до 16 (в среднем 14 шт. или 70 %) эксплантов от бессимптомных маточных растений, что близко к выходу микропобегов от бессимптомных эксплантов у сорта Донецкая (табл. 3). У эксплантов с симптомированных деревьев сорта Кубанская ранняя прижились и регенерировали микропобеги из каждых 20 меристем – от 3 до 8 шт. (в среднем 6 шт. или 30 %), что значительно меньше, чем у сорта Донецкая (50 %, см. табл. 1. Снижение эффективности регенерации микропобегов симптомированными эксплантами в сравнении с бессимптомными у сорта Кубанская ранняя составило 40 %.

Таблица 3 – Результаты регенерации микропобегов *in vitro* из эксплантов от бессимптомных и симптомированных деревьев сливы, вирусоносителей РР, сорт Кубанская ранняя

Вариант питательной среды	Фитосанитарный статус	Посажено меристем, шт./%	Успешно регенерировали микропобеги	
			шт.	%
1. МС (st)	Бессимптомные	20/100	16	80
	Симптомированные	20/100	7	35
2. Гамборга	Бессимптомные	20/100	13	65
	Симптомированные	20/100	3	15
3. Среда МС модифицированная	Бессимптомные	20/100	13	65
	Симптомированные	20/100	8	40
В среднем	Бессимптомные	20/100	14	70
	Симптомированные	20/100	6	30

Дисперсионный анализ результатов регенерации микропобегов из эксплантов сорта Кубанская ранняя показал, что фитосанитарный статус (симптомированные или бессимп-

томные саженцы) достоверно воздействует на изучаемый параметр ($F_{\text{факт.}} > F_{\text{табл.}}$). Доля влияния у фактора 89,5 (табл. 4).

Таблица 4 – Дисперсионный анализ результатов регенерации микропобегов *in vitro* эксплантами от симптомированных и бессимптомных деревьев сливы, вирусоносителей PPV (фактор 1 – среда, фактор 2 – наличие или отсутствие симптомов), сорт Кубанская ранняя

Изменчивость	Степень свободы	Средний квадрат	F-отношение	F ст. при 0,05	Дисперсия	Доля влияния
Количество регенерировавших меристем						
Между средами	2	13,00	3,54	5,14	0,0	0,0
Между симптомированными и бессимптомными (фитосанитарный статус)	1	192,00	52,36	5,99	31,39	89,5
Взаимодействие: среда x фитосанитарный статус	2	7,00	1,91	5,14	0,00	0,0
Остаточная	6	3,67	-	-	3,67	10,5

Из данных табл. 5 видим, что у сорта Стенлей (контроль) число бессимптомных эксплантов, регенерировавших микропобеги, составило от 10 до 15 (в среднем 13 шт. или 65 %), что незначительно ниже уровня регенерации микропобегов от бессимптомных эксплантов у сортов Донецкая (70 %, см. табл. 1) и Кубанская ранняя (71 %, см. табл. 3). У эксплантов с симптомированных деревьев прижились и регенерировали микропобеги от 5 до 10 шт., (в среднем 8 шт. или 40 %), что существенно меньше, чем у сорта Донецкая (50 %), но выше, чем у сорта Кубанская ранняя (30 %). Снижение эффективности регенерации микропобегов симптомированными эксплантами в сравнении с бессимптомными у сорта Стенлей составило 25 %.

Таблица 5 – Результаты регенерации микропобегов *in vitro* из эксплантов от бессимптомных и симптомированных деревьев сливы, вирусоносителей PPV, сорт Стенлей

Вариант питательной среды	Фитосанитарный статус	Посажено меристем, шт./%	Успешно регенерировали микропобеги	
			шт.	%
1. МС (st)	Бессимптомные	20/100	14	70
	Симптомированные	20/100	9	45
2. Гамборга	Бессимптомные	20/100	10	50
	Симптомированные	20/100	5	25
3. Среда МС модифицированная	Бессимптомные	20/100	15	75
	Симптомированные	20/100	10	50
В среднем	Бессимптомные	20/100	13	65
	Симптомированные	20/100	8	40

Дисперсионный анализ результатов регенерации микропобегов из эксплантов сорта Стенлей (табл. 6) показал, что факторы «фитосанитарный статус» и «питательная среда»

достоверно воздействуют на изучаемый параметр ($F_{\text{факт.}} > F_{\text{табл.}}$). Доля влияния фактора «фитосанитарный статус» 52,0, фактора «среда» 25,6 (табл. 6).

Таким образом, результаты регенерации микропобегов в культуре *in vitro* показывают, что экспланты с бессимптомных растений сливы приживаются и регенерируют микропобеги существенно эффективнее, чем экспланты с симптомированных растений (см. табл. 1-5). В ходе культивирования эксплантов сливы *in vitro* проявились различия в результатах регенерации микропобегов между питательными средами.

Таблица 6 – Дисперсионный анализ результатов регенерации микропобегов *in vitro* эксплантами от симптомированных и бессимптомных деревьев сливы, вирусоносителей PPV (фактор 1- среда, фактор 2 - наличие или отсутствие симптомов), сорт Стенлей

Изменчивость	Степени свободы	Средний квадрат	F-отношение	F ст. при 0,05	Дисперсия	Доля влияния
Количество регенерировавших меристем						
Между средами	2	28,00	5,6	5,14	5,75	25,6
Между симптомированными и бессимптомными (фитосанитарный статус)	1	75,00	15,00	5,99	11,67	52,0
Взаимодействие: среда x фитосанитарный статус	2	0,00	0,00	5,14	0,00	0,0
Остаточная	6	5,00	-	-	5,00	22,4

Для оценки эффективности питательных сред в регенерации эксплантами опытных сортов сливы микропобегов *in vitro* составлена сводная таблица (табл. 7).

Таблица 7 – Сводные результаты эффективности регенерации *in vitro* микропобегов эксплантов опытных сортов сливы на экспериментальных питательных средах, %

Вариант питательной среды	Фитосанитарный статус	Успешно регенерировали микропобеги, %				
		Донецкая	Кубанская ранняя	Стенлей (контроль)	В среднем	Сумма значений по варианту
1. МС (st)	Бессимптомные	75	80	70	75	120
	Симптомированные	55	35	45	45	
2. Гамборга	Бессимптомные	60	65	50	58	83
	Симптомированные	35	15	25	25	
3. Среда МС модифицированная	Бессимптомные	80	65	75	73	123
	Симптомированные	60	40	50	50	

Лучшие результаты по эффективности регенерации *in vitro* микропобегов сортов сливы Донецкая, Кубанская ранняя, Стенлей показали среды, приготовленные по прописи Мурасиге-Скуга – суммы значений по варианту (бессимптомные + симптомированные экспланты) у них составили 123 % у среды МС модифицированная и 120 % у МС стандартной. Сумма значений в варианте среда Гамборга составила только 83 %.

Существенное превышение уровня эффективности регенерации микропобегов на средах, приготовленных на основе прописи МС, по сравнению со средой Гамборга (на 37-40 % суммы значений по бессимптомным и симптомированным эксплантам) можно объяснить различием в составе питательных сред.

Кроме того, инфицированность эксплантов в большей степени отразилась на регенерации микропобегов сорта Кубанская ранняя, у которого разница между бессимптомными и симптомированными образцами составила 40 %, у сорта Стенлей – 25 %, у сорта Донецкая – 21 % (см. табл. 1-5). Различная эффективность регенерации инфицированных эксплантов в зависимости от сорта говорит о генетической опосредованности её природы.

Выводы. В исследовании толерантности сортов сливы к вирусу шарки (PPV) критерием изучения послужила способность эксплантов регенерировать микропобеги *in vitro*.

Результаты регенерации микропобегов показывают, что экспланты с бессимптомных растений сливы приживаются и регенерируют микропобеги существенно эффективнее, чем экспланты с симптомированных. Разница между уровнем регенерации микропобегов *in vitro*, изолированных из симптомированных и бессимптомных растений составляет 21-40 % в зависимости от сорта.

Выявлено существенное превышение уровня эффективности регенерации микропобегов на средах Мурасиге-Скуга по сравнению со средой Гамборга В₅.

Литература

1. Abtahi, F. Occurrence, distribution, and molecular characterization of apple stem pitting virus in Iran / F. Abtahi, M. Shams-Bakhsh, N. Safaie [et al.] // Journal of Agricultural Science and Technology. - 2017. - Т. 19. - № 1. –Р. 217-230.
2. Упадышев, М.Т. Распространённость вирусных болезней плодовых и ягодных культур / М.Т. Упадышев, К.В. Метлицкая, А.Д. Петрова // Плодоводство и виноградарство юга России [Электронный ресурс]. – Краснодар: СКФНЦСВВ, 2017. - № 44 (02). – С. 5-16. – Режим доступа: <http://journalkubansad.ru/pdf/17/02/02.pdf>.
3. Mikec, I. Occurrence and distribution of plum pox virus in Croatia / I. Mikec, V. Kajić, M. Krajačić, D. Škorić // Acta Horticulturae. - 2008. – V.781. –Р. 193-196.
4. Gurcan, K. Strain identification and sequence variability of plum pox virus in Turkey / K. Gurcan, A. Ceylan // Journal of Agriculture and Forestry. 2016. – V. 40. –Р. 746-760.
5. Бунцевич, Л.Л. Совершенствование системы производства высококачественного безвирусного посадочного материала плодовых и ягодных культур / Л.Л. Бунцевич, М.А. Костюк, Е.Н. Палецкая // Разработки, формирующие современный облик садоводства. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2011. – С. 254-275.
6. Koizumi, M. Problems of insect-borne virus diseases of fruit trees in Asia / M. Koizumi, O. Branch // Fruit tree research station ministry of agriculture, forestry and fisheries, Japan Okitsu, Shimizu, Shizuoka. - 1995. - №424-02. – URL:<http://www.ffc.agnet.org/library.php?func=view&id=20110712175437> (Дата обращения 8.12.2017).
7. Защита растений от болезней; под ред. В.А. Шкаликова. – Москва: КолосС, 2004. – 255 с.
8. Приходько, Ю.Н. Распространённость вирусных болезней косточковых культур в европейской России / Ю.Н. Приходько, С.Н. Чирков, К.В. Метлицкая // Сельскохозяйственная биология. – 2008. – № 1. – С. 26-32.
9. Atanasoff, D. Plum pox. A new virus disease / D. Atanasoff // Ann. Univ. Sofia, Fac. Agric. Silvic. – 1932. - № 11. – P. 49-69.
10. Christoff, A. Izv. na Kamarata na narodnata kultura /A.Christoff // Biologija, zemedelje I lesovodstvo. - 1947. - № 1. - P. 261-296.

11. Jordovic, M. Investigation of the spread and some factors spreading plum pox virus disease / M. Jordovic // *Phytopath. Mediterranea*. - 1963. - Vol. 3. - P. 167-170.
12. Blattny, C. Some remarks on the economical importance of sharka disease in Czechoslovakia / C. Blattny, M. Heger // *Zastita Bilja*. - 1965. - V. 16. - P. 417-418.
13. Schmidt, H.E. Five and more years of observation on the proliferation virus of apples in field / H.E. Schmidt // *Zastita Bilja*. - 1965. - 85-88, 16. - P. 285-291.
14. Nemeth, M. Additional evidence on seed transmission of plum pox virus in apricot, peach and plum proved by ELISA / M. Nemeth, M. Kolber // *Acta Hort*. -1983. - № 130. - P. 293-300.
15. Вердеревская, Т.Д. Вирусные и микоплазменные заболевания плодовых культур и винограда / Т.Д. Вердеревская, В.Г. Маринеску // Кишинев: Штиинца, 1985. – 311 с.
16. Kaplan, R.C. Virus infection and nutrient elemental content of the host plant / R.C. Kaplan, E.L. Bergman // *A review Commun. Soil. Sci. Plant Anal*, 1985. - №16. – P. 439-465.
17. Hull, R. Virus resistant plants: potential and risks. - London: Chem. Ind., 1990. – P. 543-546.
18. Плотникова, Л.Я. Иммуитет растений и селекция на устойчивость к болезням и вредителям / Л.Я. Плотникова; под ред. Ю.Т. Дьякова. – М.: КолосС, 2007. – 359 с.
19. Kegler, H. Screening of plum, peach and apricot cultivars for resistance to plum pox potyvirus / H. Kegler, S. Schwarz, E. Fuchs, M. Grüntzig // *Acta Horticulturae*. – 2000. – V. 538. – P. 397-405.
20. Малиновский, В.И. Механизмы устойчивости растений к вирусам / В.И. Малиновский. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 324 с.
21. Бунцевич, Л.Л. Вирусные и вирусоподобные болезни плодовых культур и оздоровление растений способом клонального микроразмножения *in vitro* / Л.Л. Бунцевич, М.В. Захарова, М.А. Костюк, Ю.П. Данилюк, Р.С. Захарченко // Проблемы интенсивного садоводства: сб. науч. трудов. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2010. – С. 191-193.
22. Реунов, А. В. Вирусный патогенез и защитные механизмы растений / А.В. Реунов. – Владивосток: Дальнаука, 1999. – 175 с.
23. Neumüller, M. Die Hypersensibilität der Europäischen Pflaume (*Prunus domestica* L.) gegenüber dem Scharkavirus (Plum pox virus). Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Agrarwissenschaftler. – Universität Hohenheim, 2005. – 153 s.
24. Matthews, R.E.F. (1991). *Plant virology* (3rd ed.). San Diego: Academic Press, 835 p.
25. Ragetli, H.W.J. (1967). Virus-host interactions with emphasis on certain cytopathic phenomena. *Can. J. Bot.*, 45, 1221-1234.
26. Shafer, J.F. Tolerance to plant disease / J.F. Shafer // *Annu Rev. Phytopathol.* - 1971. - V. 9. – P. 235-252.
27. Murashige, T. A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures / T. Murashige, F. Skoog // *Physiologia Plantarum*. - 1962. №15 (3). – P. 473–497. - <http://doi:10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
28. Gamborg Medium (B5). In *Encyclopedia of Genetics, Genomics, Proteomics and Informatics*. - URL: https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-1-4020-6754_9_6405. (Дата обращения: 8.12.2017).
29. Методические рекомендации по использованию биотехнологических методов в работе с плодовыми, ягодными и декоративными культурами; под ред. Е.Н. Джигадло. – Орёл: ГНУ ВНИИСПК, 2005. – 50 с.
30. Innis, M.A. PCR protocols, a guide to methods and applications / M.A. Innis, D.H. Gelfand, J.J. Sninsky [et al.]. – San Diego: Academic Press, 1990. – 45 p.
31. Диагностика ряда карантинных фитопатогенов методом полимеразной цепной реакции с флуоресцентной детекцией результатов при помощи диагностических наборов производства ООО «АгроДиагностика» (методические указания) / ФГУ Всероссийский центр карантина растений. – М., 2009. – 28 с.
32. Щеглов, С.Н. Математические методы в биологии. Реализация с использованием пакета STATISTICA 5.5 / С.Н. Щеглов. – Краснодар: Кубанский гос. Ун-т, 2004. – 36 с.