

УДК 634.222:581.1:632.3

UDC 634.222:581.1:632.3

06.00.00 Сельскохозяйственные науки

Agriculture

ВЛИЯНИЕ ВИРУСА ШАРКИ СЛИВЫ (PPV) НА СОДЕРЖАНИЕ ПИГМЕНТОВ, БЕЛКА, ЛИГНИНА, ВОДЫ В ТКАНЯХ ЛИСТЬЕВ СЛИВЫ ДОМАШНЕЙ

THE INFLUENCE OF THE PLUM POX POTYVIRUS (PPV) ON THE CONTENT OF PIGMENTS, PROTEIN, LIGNIN, WATER IN TISSUES OF LEAVES OF PRUNUS DOMESTICA

Бунцевич Леонид Леонтьевич
канд. биол. наук
SPIN-код 2314-5652

Buntsevich Leonid Leontievich
Cand.Biol.Sci.
SPIN-code 2314-5652

Киян Андрей Тимофеевич
д-р с.-х. наук
SPIN-код 2322-2555

Kiyan Andrey Timofeevich
Dr.Sci.Agr.
SPIN-code 2322-2555

Ненько Наталья Ивановна
д-р техн. наук
SPIN-код 2257-0373

Nenko Natalia Ivanovna
Dr.Sci.Agr.
SPIN-code 2257-0373

Винтер Марина Александровна
SPIN-код 4914-5332

Winter Marina Aleksandrovna
SPIN-code 4914-5332

Шестакова Вера Владимировна
канд. с.-х. наук
SPIN-код 9577-3470

Shestakova Vera Vladimirovna
Cand.Agr.Sci.
SPIN-code 9577-3470

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства, Краснодар, Россия

Federal State Budget Scientific Organization «North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture and Viticulture», Krasnodar, Russia

В работе представлены результаты изучения физиолого-биохимических параметров растений сливы, меняющиеся при заражении растений вирусом шарки сливы (PPV). Установлено, что у заражённых листьев на этапе полного развития содержание хлорофилла *a* снижается на 30 % у сорта Стенли и на 6 % у Кабардинской ранней, хлорофилла *b* меньше на 49 % у Стенли, на 37 % у Кабардинской ранней, каротина меньше на 22 % у Стенли и на 11 % у Кабардинской ранней. В листьях, заражённых вирусом шарки (PPV), в сравнении со здоровыми, снижается количество белка: у сорта Стенли на 21 %, у сорта Кабардинская ранняя - на 28 %. В период активного роста листьев изменение содержания пигментов и белка происходит более интенсивно. Содержание лигнина в тканях листьев, заражённых вирусом шарки (PPV), в сравнении со здоровыми, у сорта Стенли было ниже на 13 %, у сорта Кабардинская ранняя - на 8 %. Общая оводненность зараженных тканей на этапе полного развития снижается у больных листьев по сравнению со здоровыми на 11 % у сорта Стенли и на 1 % у сорта Кабардинская ранняя. На протяжении всего периода развития листового аппарата, изучаемые показатели варьируют в зависимости от сорта

The results of the study of physiological and biochemical parameters of plum plants, changing when infecting plants Plum pox potyvirus (PPV) are shown. It was found that the infected leaves at the stage of full development of the content chlorophyll *a* reduced by 30 % in variety Stanley and by 6 % in Kabardinskaya rannaya, chlorophyll *b* in less than 49 % at Stanley, 37% in Kabardinskaya rannaya, carotenoids are less than 22 % in the variety Stanley and by 11% in the variety Kabardinskaya rannaya . Leaves infected with the virus pox (PPV), in comparison with not infected, the amount of protein were decreasing: in the variety Stanley by 21 %, in the variety Kabardinskaya rannaya by 28 %. In the period of active growth of the leaves change in the content of pigments and protein is more intense. The content of lignin in the tissues of leaves, infected with the virus pox (PPV), in comparison with not infected in the variety Stanley was below on 13 % and in the variety Kabardinskaya rannaya - 8 %. The total content of water of infected tissue on the stage of a full-time development is reduced in patients leaves as compared with not infected 11 % in the variety Stanley and by 1 % in the variety of Kabardinskaya rannaya. Throughout the period of development of foliage studied parameters vary depending on the variety.

Ключевые слова: КУЛЬТУРА СЛИВЫ, ПИГ-

Keywords: CULTURE OF PLUM, PIGMENTS,

МЕНТЫ, БЕЛОК, ОВОДНЕННОСТЬ, ВИРУС
ШАРКИ СЛИВЫPROTEIN, CONTENT OF WATER, PLUM POX
POTYVIRUS

Doi: 10.21515/1990-4665-127-029

Известно, что у пораженных вирусом растений нарушается ход обмена веществ, ростовые процессы, что отражается на плодоношении. Инфицированные вирусами растения больше страдают от неблагоприятных условий внешней среды. Самым вредоносным вирусным заболеванием сливы домашней во всем мире и на юге России, в том числе, является вирус шарки сливы (PPV). Это заболевание может привести к потерям урожая до 85-100 %, вследствие ухудшения качества плодов, их преждевременного опадения [1-7].

Изменения метаболизма растений, вызванные проникновением и размножением вирусов, могут быть следствием нескольких процессов, протекающих одновременно. С одной стороны, при накоплении вирусных частиц в клетках растений происходит использование ресурсов хозяина и непосредственное нарушение нормального состояния и функционирования отдельных органелл и клеток в целом. С другой стороны - активируются различные защитные механизмы растения-хозяина, которые работают на ограничение распространения вируса и требуют определенной перестройки метаболизма [8, 9].

Цель нашего исследования заключалась в выявлении изменений биохимического состава тканей листьев сливы при заражении вирусом шарки (PPV). Для решения поставленной цели был проведен физиолого-биохимический анализ листьев с заражённых вирусом PPV и здоровых деревьев сливы сортов Стенли и Кабардинская ранняя в различные периоды онтогенеза (табл. 1-4).

Методика проведения исследований. Определение общего содержания белка и пигментов проводилось спектральным методом на приборе UNICO 2800 UV/VIS согласно общепринятой методике [10, 11].

Содержание лигнина в листьях растений определяли весовым методом [12]. Оводненность, содержание свободной и связанной форм воды проводили по методике Кушниренко, М.Д.[13].

Результаты и обсуждение.

Результаты анализа содержания пигментов в здоровых и заражённых вирусом шарки (PPV) листьях сливы сортов Стенли и Кабардинская ранняя приведены в таблице 1. В первую очередь оценку получили растения с полным развитием листового аппарата (1-я декада июня).

Таблица 1 – Содержание пигментов в тканях листьев сливы, инфицированных и свободных от вируса шарки

№ п/п	Сортообразец	Содержание пигментов			
		хлорофилл <i>a</i> мг/г СВ (%)	хлорофилл <i>b</i> мг/г СВ (%)	сумма <i>a+ b</i> мг/г СВ (%)	каротиноиды мг/г СВ (%)
Сорт Стенли					
Активный рост листового аппарата, май					
1	Листья здоровые	4,35	1,32	5,67	2,72
2	Листья, заражённые PPV	2,57	0,65	3,22	1,59
3	Различия показателей	- 1,78 (- 41 %)	- 0,67 (- 51 %)	- 2,45 (- 43 %)	- 1,13 (- 42 %)
Полное развитие листового аппарата, июнь					
1	Листья здоровые	3,12	1,25	4,37	2,06
2	Листья, заражённые PPV	2,17	0,64	2,81	1,6
3	Различия показателей	- 0,95 (-30 %)	- 0,61 (- 49 %)	- 1,56 (- 36 %)	- 0,46 (- 22 %)
	Снижение показателей в июне, % (в среднем)	18	43		17
Сорт Кабардинская ранняя					
Полное развитие листового аппарата, июнь					
1	Листья здоровые	3,2	1,17	4,37	1,96
2	Листья, заражённые PPV	3,0	0,74	3,74	1,75
3	Различия показателей	-0,2 (- 6 %)	-0,43 (-37 %)	-0,61 (- 14 %)	- 0,21 (- 11 %)

Из таблицы 1 видно, что на указанном этапе в тканях листьев, зараженных вирусом шарки (PPV), в сравнении со здоровыми, у сорта Стенли

снижается содержание хлорофилла *a* на 0,95 мг/г (30 %) и на 0,2 мг/г (6 %) у Кабардинской ранней; хлорофилла *b* на 0,61 мг/г (49 %) у Стенли, на 0,43 мг/г (37 %) у Кабардинской ранней; каротиноидов меньше на 0,46 мг/г (22 %) у Стенли и на 0,21 мг/г (11 %) у Кабардинской ранней.

При сравнении данных, полученных на этапе активного развития листового аппарата (1-я декада мая) и на этапе полного развития листового аппарата (1-я декада июня, табл. 1, сорт Стенли), видно, что в начальный период происходит более сильное изменение физиологических параметров: содержание хлорофилла *a* на этапе активного роста листьев снижается на 1,78 мг/г (41 %), на этапе полного развития листового аппарата - на 0,95 мг/г (30 %); содержание каротиноидов на этапе активного роста листьев меньше на 1,13 мг/г (42 %), на этапе полного развития листового аппарата - на 0,46 мг/г (22 %).

Следует отметить, что содержание хлорофилла *b* в зараженных листьях менее подвержено временным колебаниям: на этапе активного роста листьев оно меньше на 0,67 мг/г (51 %), на этапе полного развития листового аппарата – на 0,61 мг/г (49 %) от содержания этого пигмента в здоровых листьях, но выявленная тенденция сохраняется.

Показателем устойчивости растений к патогенам может служить высокое содержание в их тканях белков [14, 15]. Нами было изучено содержание белка в эксплантах сливы в период активного роста листового аппарата (1-я декада май) и в период полного развития листьев (1-я декада июня). Результаты представлены в таблице 2.

Как и в предыдущем разделе, в первую очередь оценку получили растения с полным развитием листового аппарата (1-я декада июня). По данным таблицы 2 видно, что в тканях листьев, зараженных вирусом шарки (PPV), в сравнении со здоровыми, количество белка у сорта Стенли было меньше на 4,1 мг/г (21 %), у сорта Кабардинская ранняя - на 5,6 мг/г (28 %).

При анализе данных, полученных на этапе активного роста листьев (1 декада мая) и на этапе полного развития листового аппарата (1 декада июня, табл. 2, сорт Стенли), видно, что в начальный период изменения идут более интенсивно: на этапе активного роста в заражённых листьях по сравнению со здоровыми содержание белка меньше на 6 мг/г (25 %), на этапе полного развития на 4,1 мг/г (21 %).

Таблица 2 – Содержание белка (мг/г СВ) в тканях листьев сливы, инфицированных и свободных от вируса шарки, 2016 г.

№ п/п	Сорт	Активный рост листьев			Полное развитие листьев		
		здоровые листья, мг/г СВ	инфицированные листья, мг/г СВ	различия показателей, мг/г СВ (%)	здоровые листья, мг/г СВ	инфицированные листья, мг/г СВ	различия показателей, мг/г СВ (%)
1	Кабардинская ранняя	-	-	-	20,1	14,5	-5,6 (-28%)
2	Стенли	24	18	-6 (-25%)	19,7	15,6	-4,1 (-21%)

Известно, что наличие лигнина в листьях создает условия, неблагоприятные для поражения их патогенами [10]. Лигнин – (от лат. *lignum* — дерево, древесина) — сложное полимерное соединение, содержащееся в клетках сосудистых растений. В связи с инфицированием вирусом шарки (PPV) нами было изучено содержание лигнина в тканях листьев сливы в период активного роста листового аппарата (1-я декада мая) и в период полного развития листового аппарата (1-я декада июня). Как и в предыдущих разделах, в первую очередь оценку получили растения с полным развитием листьев. Результаты представлены в таблице 3.

Анализ данных таблицы показывает, что в тканях листьев, заражённых вирусом шарки (PPV), в сравнении со здоровыми, количество лигнина у сорта Стенли было меньше на 13 %, у сорта Кабардинская ранняя - на 8 %.

Таблица 3 – Содержание лигнина в тканях листьев сливы, %

№ п/п	Сорт	Активный рост листьев			Полное развитие листьев		
		Здоровые листья	Инфицированные листья	Различия показателей	Здоровые листья	Инфицированные листья	Различия показателей
1	Кабардинская ранняя	-	-	-	49	41	-8
2	Стенли	44	39	-5	57	44	-13

Однако уровень поэтапного снижения содержания лигнина (на примере сорта Стенли) меняется в обратной зависимости в сравнении с белками и пигментами: на этапе активного развития листового аппарата количество лигнина в тканях инфицированных листьев было на 5 % ниже, чем в здоровых, спустя месяц - на 13 %. Вероятно, это обусловлено особенностями воздействия вируса шарки сливы (PPV) на процессы синтеза лигнина и его производных.

Водообеспеченность тканей определяет важнейшие процессы жизнедеятельности растений. В инфицированных вирусом шарки листьях происходит ослабление жизнедеятельности, в том числе, нарушение водного режима [16]. Результаты изучения влияния вируса шарки сливы на водный режим тканей листьев сливы представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Оводненность тканей листьев инфицированных вирусом шарки (PPV) и здоровых растений сливы (%)

№ п/п	Параметры, %	Полное развитие листового аппарата		
		Здоровые листья	Инфицированные листья	Различия показателей
Кабардинская ранняя				
1	Общая оводненность	70	69	-1
2	Свободной воды	29	32	+3
3	Связанной воды	71	68	-2
Стенли				
4	Общая оводненность	81	70	-11
5	Свободной воды	51	23	-28
6	Связанной воды	49	77	+28

Наиболее показательным для состояния изучаемых объектов, является уровень общей оводнённости тканей. Из таблицы видим, что общая оводненность зараженных тканей на этапе полного развития листового аппарата снижается у больных листьев по сравнению со здоровыми на 11 % у сорта Стенли и на 1 % у сорта Кабардинская ранняя.

Содержание свободной воды снижается в тканях больных листьев по сравнению со здоровыми на 28 % у сорта Стенли и повышается на 3 % у сорта Кабардинская ранняя.

Уровень связанной воды снижается в тканях больных листьев по сравнению со здоровыми на 2 % у сорта Кабардинская ранняя и возрастает на 28 % у сорта Стенли.

Полученные результаты носят несистемный характер, исследование зависимости уровня оводнённости тканей здоровых и заражённых вирусом шарки сливы (PPV) листьев требуют продолжения экспериментальной работы.

Выводы. Сравнительное изучение биохимических особенностей тканей здоровых и заражённых вирусом шарки листьев сливы сортов Стенли и Кабардинская ранняя позволило выявить следующую закономерность: заражение вирусом шарки (PPV) приводит к ухудшению основных физиолого-биохимических параметров.

Так, на этапе полного развития листового аппарата, содержание хлорофилла *a* снижается на 30 % у сорта Стенли и на 6 % у Кабардинской ранней, хлорофилла *b* меньше на 49 % у Стенли, на 37 % у Кабардинской ранней, каротина меньше на 22 % у Стенли и на 11 % у Кабардинской ранней.

В листьях, заражённых вирусом шарки (PPV), в сравнении со здоровыми, сокращается количество белка: у сорта Стенли на 21 %, у сорта Ка-

бардинская ранняя - на 28 %. Установлено, что в период активного роста листьев изменение перечисленных физиологических параметров (содержание пигментов и белка) происходит более интенсивно.

Выяснили, что содержание лигнина в тканях листьев, заражённых вирусом шарки (PPV), в сравнении со здоровыми, у сорта Стенли было ниже на 13 %, у сорта Кабардинская ранняя - на 8 %.

Однако уровень поэтапного снижения содержания лигнина менялся в обратной зависимости в сравнении с белками и пигментами: на этапе активного роста листового аппарата количество лигнина в тканях инфицированных листьев было на 5 % ниже, чем в здоровых, на этапе полного развития листьев - на 13 %.

Общая оводненность зараженных тканей на этапе полного развития снижается у больных листьев по сравнению со здоровыми на 11 % у сорта Стенли и на 1 % у сорта Кабардинская ранняя.

На протяжении всего периода развития листового аппарата, изучаемые показатели варьируют в зависимости от сорта.

Литература

1. Вердеревская, Т.Д. Вирусные и микоплазменные заболевания плодовых культур и винограда / Т.Д. Вердеревская, В.Г. Маринеску. – Кишинев: Штиинца, 1985. – 311 с.
2. Защита растений от болезней/ под ред. В.А. Шкаликова. – М.: Колос, 2001.– 248 с.
3. Кулешова, Ю.Г. Вирус шарки сливы на территории Российской Федерации / Ю.Г. Кулешова, Е.Т. Рынза // Защита и карантин растений. – 2010. – №10. – С. 35-36.
4. Приходько, Ю.Н. Распространенность вирусных болезней косточковых культур в Европейской части России / Ю.Н. Приходько, С.Н. Чирков, К.В. Метлицкая, Л.В. Цубера // Сельскохозяйственная биология. – 2008. - №1. - С. 26-32.
5. Ravelonandro, M. Silencing in Prunus: a Natural Defense Developed by Woody Fruit Trees in Response to Virus Infection / M. Ravelonandro, P. Briard, J. Kundu, M. Monsion // Proc. XX IS on Fruit Tree Virus Diseases. Acta Hort. - 2008. – Vol.781. – P. 27-31
6. Sochor, J. Sharka: The Past, The Present and The Future / J. Sochor, P. Babula, V. Adam, B. Krska, R. Kizek // Viruses. – 2012. – Vol. 4 (11). – P. 2853-2901.
7. Бунцевич, Л.Л. Производство безвирусного посадочного материала и создание базовых маточных насаждений /Л.Л. Бунцевич, М.А. Костюк, Е.Н. Палецкая // Плодоводство и виноградарство Юга России [Электронный ресурс]. – Краснодар:

СКЗНИИСиВ, 2012. – № 13. – С. 31-50. – Режим доступа: <http://journal.kubansad.ru/pdf/12/01/05.pdf>

8. Реунов, А. В. Вирусный патогенез и защитные механизмы растений. - Владивосток: Дальнаука, 1999. - 175 с.

9. Neumüller, M. Die Hypersensibilität der Europäischen Pflaume (*Prunus domestica* L.) gegenüber dem Scharkavirus (*Plum pox virus*). Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Agrarwissenschaften. – Universität Hohenheim, 2005. – 153 s.

10. Практикум по биохимии / под ред. С.Е. Северина, Г.А. Соловьевой. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 509 с.

11. Гавриленко, В.Ф. Большой практикум по физиологии растений / В.Ф. Гавриленко, М.Е. Ладыгина, Л.М. Хандобина // М. : Высш. школа, 1975. – 380 с.

12. Лебедев, П.Т. Методы исследования кормов, органов и тканей животных. П.Т. Лебедев, А.Т. Усович. – М.: Россельхозиздат, 1976. – 389 с.

13. Кушниренко, М.Д. Физиология водообмена и засухоустойчивости растений / М.Д. Кушниренко, С.Н. Печерская.– Кишинев: Штиинца, 1991.– 306 с.

14. Дорожкин, Н.А. Проблемы иммунитета сельскохозяйственных растений к болезням / Н.А. Дорожкин, С.И. Бельская, Е.А. Волуевич [и др.]. – Мн.: Наука и техника, 1998. – 248 с.

15. Попкова, К.М. Учение об иммунитете растений. – М., 1979. – 272 с.

16. Медведев, С.С. Физиология растений: учебник. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 512 с.: ил. – (Учебная литература для вузов).

References

1. Verderevskaja, T.D. Virusnye i mikoplazmennye zabojevanija plodovyh kul'tur i vinograda / T.D. Verderevskaja, V.G. Marinesku. – Kishinev: Shtiinca, 1985. – 311 s.

2. Zashhita rastenij ot boleznej; pod red. V.A. Shkalikova. – М.: Kolos, 2001. – 248 s.

3. Kuleshova, Ju.G. Virus sharki slivy na territorii Rossijskoj Federacii / Ju.G. Kuleshova, E.T. Rynza // Zashhita i karantin rastenij. – 2010. – №10. – S. 35-36.

4. Prihod'ko, Ju.N. Rasprostranennost' virusnyh boleznej kostochkovykh kul'tur v Evropejskoj chasti Rossii / Ju.N. Prihod'ko, S.N. Chirkov, K.V. Metlickaja, L.V. Cubera // Sel'skohozjajstvennaja biologija. – 2008. - №1. - S. 26-32.

5. Ravelonandro, M. Silencing in *Prunus*: a Natural Defense Developed by Woody Fruit Trees in Response to Virus Infection / M. Ravelonandro, P. Briard, J. Kundu, M. Mon-sion // Proc. XX IS on Fruit Tree Virus Diseases. Acta Hort. - 2008. – Vol.781. – P. 27-31

6. Sochor, J. Sharka: The Past, The Present and The Future / J. Sochor, P. Babula, V. Adam, B. Krska, R. Kizek // Viruses. – 2012. – Vol. 4 (11). – P. 2853-2901.

7. Bunceevich, L.L. Proizvodstvo bezvirusnogo posadochnogo materiala i sozdanie bazovyh matochnykh nasazhdenij /L.L. Bunceevich, M.A. Kostjuk, E.N. Paleckaja // Plodovodstvo i vinogradarstvo Juga Rossii [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: SKZNIISiV, 2012. – № 13. – С. 31-50. – Rezhim dostupa: <http://journal.kubansad.ru/pdf/12/01/05.pdf>

8. Reunov, A. V. Virusnyj patogenez i zashhitnye mehanizmy rastenij. -Vladivostok: Dal'nauka, 1999. - 175 s.

9. Neumüller, M. Die Hypersensibilität der Europäischen Pflaume (*Prunus domestica* L.) gegenüber dem Scharkavirus (*Plum pox virus*). Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Agrarwissenschaften. – Universität Hohenheim, 2005. – 153 s.

10. Praktikum po biohimii / pod red. S.E. Severina, G.A. Solov'evoj. – М.: Izd-vo MGU, 1989. – 509 s.

11. Gavrilenko, V.F. Bol'shoj praktikum po fiziologii rastenij / V.F. Gavrilenko, M.E. Ladygina, L.M. Handobina // М. : Vyssh. shkola, 1975. – 380 s.

12. Lebedev, P.T. Metody issledovanija kormov, organov i tkanej zhivotnyh. P.T. Lebedev, A.T. Usovich. – M.: Rossel'hozizdat, 1976. – 389 s.
13. Kushnirenko, M.D. Fiziologija vodoobmena i zasuhoustojchivosti rastenij / M.D. Kushnirenko, S.N. Pecherskaja.– Kishinev: Shtiinca, 1991.– 306 s.
14. Dorozhkin, N.A. Problemy immuniteta sel'skohozjajstvennyh rastenij k boleznjam / N.A. Dorozhkin, S.I. Bel'skaja, E.A. Voluevich [i dr.]. – Mn.: Nauka i tehnika, 1998. - 248 s.
15. Popkova, K.M. Uchenie ob immunitete rastenij. – M., 1979. – 272 s.
16. Medvedev, S.S. Fiziologija rastenij: uchebnik. – SPb.: BHV-Peterburg, 2012. – 512 s.: il. – (Uchebnaja literatura dlja vuzov).