

УДК 57.014 : 632.95

**ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭЛИСИТОРОВ
НА УСТОЙЧИВОСТЬ ВИНОГРАДА К КОРНЕВОЙ ФОРМЕ ФИЛЛОКСЕРЫ***

Ненько Н.И., д-р с.-х. наук, **Киселева Г.К.**, канд. биол. наук,
Талаш А.И., канд. с.-х. наук, **Сундырева М.А.**, канд. с.-х. наук, **Схаляхо Т.В.**

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский
зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства»
(Краснодар)*

Реферат. Определены физиолого-биохимические показатели и параметры воздействия абиогенных элиситоров (фуролан, метионин и их композиции) на устойчивость корнесобственных растений винограда сорта Бианка к корневой форме филлоксеры. Установлено, что изучаемые препараты повышают устойчивость растений к поражению филлоксерой, затрудняют ее доступ к источнику питания. Это позволяет повысить продуктивность виноградных насаждений.

Ключевые слова: виноград, филлоксера, элиситоры, устойчивость, продуктивность

Summary. The physiological and biochemical indexes and parameters of action of abiogenic elisitors (furolane, methionine and their composition) on the stability of the own root grapes plants of Bianka to the root form of phylloxera are determined. It is revealed, that the studied preparations increase in the stability of plants to the defeat by phylloxera, hinder their access to source of food. It allows you to increase in productivity of grapes plantings.

Key words: grapes, phylloxera, elisitors, resistance, productivity

Введение. Филлоксера приводит к гибели корневой системы почти всех сортов и гибридных форм вида *Vitis Vinifera* в связи с развитием вторичного патологического процесса, вызываемого фитопатогенными микроорганизмами [1]. Растения вида *V. vinifera* не имеют генов устойчивости к филлоксере, однако обладают генами устойчивости к процессу гниения корней. На американских сортах и гибридах прямых производителей существуют все формы филлоксеры (корневая, листовая или галловая, нимфа, крылатая и половая). Корни европейской лозы оказались весьма удобными для питания корневой формы филлоксеры, листья же мало пригодны для ее питания и образования галлов, поэтому другие четыре формы не вредят европейскому винограду.

Наиболее надежным противифиллоксерным мероприятием является прививка европейских сортов на подвойные лозы Рипариа х Рупестрис 101-14, Кобер 5ББ, Рипариа Глуар и др., корни которых устойчивы к процессам гниения. Гибриды, винограда, толерантные к корневой форме филлоксеры, имеют очень простой вкус, размытый цвет ягоды и в основном поздние сроки созревания [1].

Патогены (биотрофы) и вирусы используют ресурсы живых клеток растения, отключая у них систему защиты. Специфические продукты жизнедеятельности, выделяемые фитопатогенами в ткани корней растений вида *V. vinifera*, практически не изучены. Один из путей решения этой задачи – активировать иммунную систему растений. С этой целью перспективно использование в качестве индукторов защитных реакций абиогенных (синтетических) элиситоров (низкомолекулярных иммуномодулирующих соединений) – аналогов природных веществ, повышающих устойчивость растений к поражению фитопатогенами и запускающих в растении механизмы иммунизации [2]. Специфичный подбор таких соединений и использование их в дозах безвредных для растения позволяет добиться эф-

* Поддержано грантом № 13-04-96590 РФФИ и администрации Краснодарского края

фекта иммунизации вследствие активации обменных процессов, направленных на детоксикацию экзогенного соединения, что и делает растения более устойчивыми к поражению фитопатогенами. Направленное изменение отдельных звеньев обмена веществ с сохранением и улучшением урожая и его качества будет способствовать созданию среды неблагоприятной для размножения фитопатогенов и питания филлоксеры.

Изучение физиолого-биохимических закономерностей влияния абιοгенных элиситоров на метаболические процессы позволит выявить специфические механизмы формирования невосприимчивости к фитопатогенам и филлоксере, существенно снизить поражение растений вида *V. vinifera* как фитопатогенами, так и филлоксерой.

К препаратам, проявляющим свойства элиситора, могут быть отнесены фуrolан, а также его композиция с метионином [3]. Молекула фуrolана содержит в своей структуре фурановый цикл, конденсированный с этиленовым фрагментом, а в процессе метаболизации аминокислоты метионина образуется этилен, действие которого связано с регуляцией процессов, происходящих в клеточной стенке, синтезом стрессовых белков и взаимодействием с другими фитогормонами [4].

Цель нашей работы – определить влияние препаратов элиситорного действия – фуrolана, метионина и их композиции на физиолого-биохимические показатели устойчивости растений вида *Vitis Vinifera* к поражению корневой формой филлоксеры.

Объекты и методы исследований. В 2013-2014 гг. на винограднике ЗАО «Приморское» (пос. Приморский Темрюкского района Краснодарского края) корнесобственные растения винограда сорта Бианка, посаженные в 2005 году, были обработаны абιοгенными элиситорами в мелкоделяночных опытах. Формировка кустов винограда – односторонний высокоштамбовый кордон [5].

Обработку растений винограда проводили 6 июня, 3 июля, 30 июля водными растворами абιοгенных элиситоров с помощью ранцевого опрыскивателя CHAMPION PS 257. Расход жидкости – 1000 л/га. Фоновые обработки фунгицидами не проводили. За контроль взяты растения без обработки препаратами, эталон сравнения – растения, обработанные пиретроидом фастак КЭ фирмы BASF в дозе 360 г/га.

Схема опыта: 1 – Контроль, 2 – фастак, КЭ – 0, 36 л/га - эталон, 3 – фуrolан, 10 г/га, 4 – метионин 10 г/га, 5 – фуrolан 10 г/га + метионин 10 г/га (1:1). Повторность опытов четырехкратная, в каждой повторности по 5 кустов винограда. Схема посадки кустов 4,0 x 2,5 м. В 2014 году варианты размещены на тех же растениях, что и в 2013 году. Содержание хлорогеновой кислоты, глицина, пролина, абсцизовой кислоты и катионов кальция в листьях винограда определяли методом капиллярного электрофореза на приборе Капель 105 М, содержание лигнина в корнях – весовым методом [6-10].

Обсуждение результатов. Для выявления влияния препаратов на устойчивость корнесобственных растений винограда сорта Бианка к поражению корневой формой филлоксеры определяли биометрические показатели корневой системы (табл. 1).

Установлено, что абιοгенные элиситоры оказали положительное влияние на развитие корней в горизонте 0-45 см, что характеризует большую их сохранность и лучшее состояние растений винограда.

В вариантах с применением элиситоров средняя длина корней диаметром более 1 мм превышала контроль на 26,3-61,3 см/куст. Самые длинные корни были в вариантах с препаратами фуrolан, метионин и их композицией. Большим диаметром отличались корни в вариантах с препаратом фуrolан и его композицией с метионином. По количеству всасывающих корешков длиной более 2 см выделились варианты с внесением метионина и его композиций с фуrolаном.

Число корней, поврежденных корневой формой филлоксеры, приходящихся на 1 см корня диаметром более 1 мм, оказалось самым высоким в контроле – 0,95 шт./см (рис. 1).

Таблица 1 – Влияние абиогенных элиситоров на рост корневой системы винограда сорта Бианка, ЗАО «Приморское», 2013 г.

Вариант опыта	Длина корней диаметром > 1 мм / куст, см	Средний диаметр корня, мм	Число всасывающих корешков длиной 2 см / см корня диаметром >1 мм
Контроль	66,7	1,67	0,12
Фастак	80,3	2,36	0,18
Фуrolан	128,0	2,83	0,14
Метионин	123,0	1,96	0,18
Фуrolан + метионин	93,0	2,00	0,17

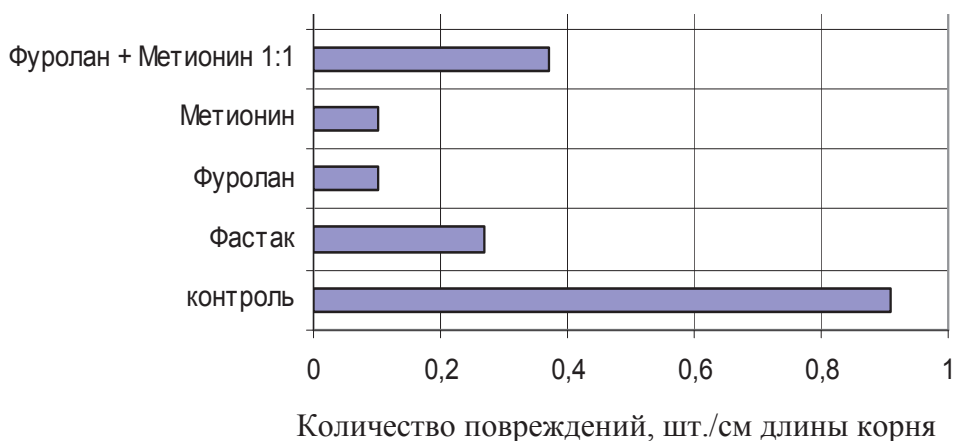


Рис. 1. Повреждение корней винограда корневой формой филлоксеры

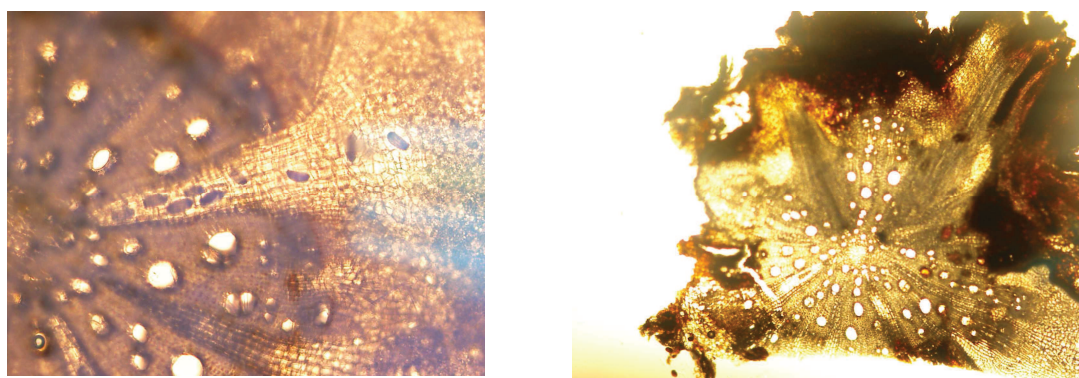
В вариантах фастак, фуrolан, количество повреждений было меньше в сравнении с контролем в 3,5 и более раз, а в вариантах метионин, фуrolан + метионин – 9,5 раз.

Анатомо-морфологическими исследованиями обнаружено проникновение личинок филлоксеры в паренхиму корня (рис.2).

При проведении анатомо-морфологических исследований на поперечном срезе корня обнаружено образование клубеньков, затрудняющих поглощение питательных веществ, вплоть до полного его прекращения. Впоследствии изолируют целые группы корней и вызывают их отмирание.

Выявлена различная степень образования клубеньков, а, соответственно, и степень повреждения корня, в зависимости от варианта опыта, которую мы выразили в баллах по 4-балльной шкале:

- 0 – нет клубеньков
- 1 – 25 % поверхности корня заполнено клубеньками;
- 2 – 50 % поверхности корня заполнено клубеньками;
- 3 – 75 % поверхности корня заполнено клубеньками;
- 4 – 100 % поверхности корня заполнено клубеньками.



Личинки филлоксеры в паренхиме корня

Образование клубеньков

Рис. 2. Микрофото личинок филлоксеры в паренхиме корня и образование клубеньков в контрольном варианте опыта

Контрольный вариант опыта без обработки оценен в 4 балла. Варианты опыта фастак и метионин оценены на 2 балла; фуrolан, фуrolан + метионин – в 0 баллов.

Таким образом, лучшие результаты в борьбе с поражением корнесобственных растений винограда сорта Бианка корневой формой филлоксеры достигнуты с помощью обработки их препаратом фуrolан и композицией фуrolан и метионин.

Для выявления физиолого-биохимических механизмов воздействия, используемых абиогенных элиситоров на устойчивость вида *Vitis Vinifera* к поражению корневой формой филлоксеры впервые для растений винограда установлены оптимальные параметры наиболее значимых физиолого-биохимических критериев (содержание лигнина в корнях, хлорогеновой кислоты в листьях и корнях винограда) (табл. 2).

Установлено, что в августе самое высокое содержание хлорогеновой кислоты – предшественника лигнина в листьях и лигнина – в корнях растений винограда отмечается в вариантах с применением элиситоров. В 2013 году большее содержание хлорогеновой кислоты в корнях отмечается в вариантах контрольном, с применением препаратов фастак и метионин и меньшее – в варианте с фуrolаном и композиции фуrolана с метионином, что характеризует меньшее расходование ее в корнях на синтез лигнина.

Таблица 2 – Параметры содержания хлорогеновой кислоты в листьях и корнях и лигнина в корнях винограда, 2013-2014 гг.

Вариант	Хлорогеновая кислота, мг/г				Лигнин, %	
	в листьях		в корнях			
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Контроль	0,13	0,19	52,6	17,4	2,06	13,7
Фастак	0,16	0,26	19,2	19,3	2,81	14,2
Фуrolан	0,22	0,41	2,7	11,4	14,91	23,4
Метионин	0,23	0,28	36,5	2,6	18,91	24,0
Фуrolан + метионин	0,22	0,28	1,0	17,7	16,5	21,9

Большее содержание хлорогеновой кислоты в листьях и лигнина в корнях винограда создает неблагоприятные условия для поражения их фитопатогенами и филлоксерой. Это подтверждается результатами определения повреждения корней корневой формой филлоксеры. Численность повреждений корней корневой формой филлоксеры, приходящихся на 100 всасывающих корней диаметром более 1 мм, оказалась самой высокой в контроле – 15 и в варианте с препаратом фастак. В вариантах с применением элиситоров количество повреждений было меньше в сравнении с контролем в 1,9-3 раза.

Метаболомная оценка устойчивости растений винограда к корневой форме филлоксеры позволила установить, что она обусловлена увеличением в листьях содержания аминокислоты глицина, входящего в состав GRP-белков и пролина, входящего в состав PRP-белков, – особых структурных белков, которые усиливают клеточные стенки при воздействии патогена (табл. 3).

Таблица 3 – Параметры содержание пролина, глицина, абсцизовой кислоты и катионов Ca^{2+} в листьях растений винограда сорта Бианка (2013-2014 гг.)

Вариант	Содержание пролина, мг/кг	Содержание глицина, мг/кг	содержание абсцизовой кислоты, мг/кг	содержание Ca^{2+} , мг/кг
Контроль	68,9-82,7	5,6-2,9	1,4-1,6	0,28-0,97
Фастак	52,0-87,8	12,1-8,2	0,8-4,2	0,33-0,94
Фуrolан	128,4-149,2	21,6-2	1,4-2,5	0,26-1,14
Метионин	132,3-119,1	6,7-0,5	2,9-3,0	0,45-0,85
Фуrolан+метионин	99,9-91,2	17,4-1,3	2,7-3,6	0,36-0,92

При воздействии стресс-факторов (БАВ, патогены и др.) в цитозоле клеток возрастает содержание Ca^{2+} и абсцизовой кислоты (АБК), активирующих каскады защитных метаболических реакций. Элиситоры и фастак повышают содержание катионов кальция и АБК в листьях растений винограда сорта Бианка.

Установлено, что лучшие результаты по устойчивости к поражению фитопатогенами (*Alternaria* – поражение 0 % и Дрожжи – 5 %, *Penicilium* – 5 %) достигнуты с помощью обработки растений винограда композицией препаратов фуrolан и метионин.

Абиогенные элиситоры оказали положительное влияние на продукционный процесс и, как следствие, на урожай винограда сорта Бианка (табл. 4, 5).

Таблица 4 – Влияние абиогенных элиситоров на формирование продуктивности винограда сорта Бианка (ЗАО «Приморское», 2013-2014 гг.)

Вариант	Площадь листьев побега, cm^2	Число гроздей, шт./побег	Площадь листьев, cm^2 /гроздь
Контроль	1740,1-2094,1	1,8-1,9	966,7-1102,1
Фастак	1406,4-1970,8	1,7-1,9	1037,3-1097,9
Фуrolан	2090,5-3567,2	1,9-2,0	1149,2-1877,5
Метионин	21499-2632,2	1,9-2,1	1121,5-1385,4
Фуrolан + метионин	2323,7-2848,2	1,8-2,2	1085,2-1582,2

Таблица 5 – Влияние абιοогенных элиситоров на урожай и качество винограда сорта Бианка (ЗАО «Приморское», 2013-2014 гг.)

Вариант	Масса грозди, г	Урожай с куста, кг	Сахаристость сока ягод, г/100см ³	Титруемая кислотность сока, г/дм ³
Контроль	51-103	2,06-3,48	21,1-22,0	8,3-9,6
Фастак	52-138	2,62-3,82	17,3-24,1	7,3-8,4
Фуrolан	62-135	2,50-4,22	21,5-22,3	7,5-8,0
Метионин	55-138	2,62-3,86	21,9-22,5	8,7-9,6
Фуrolан+метионин	56-141	2,69-3,92	20,2-20,3	9,2-9,3

Фуrolан, метионин и их композиция способствовали формированию растениями винограда большей площади листовой поверхности, что позволило получить более высокий урожай в сравнении с контролем. Большой урожай с куста был в вариантах с фуrolаном и композиций фуrolана с метионином (на 410-900 г/куста выше в сравнении с контролем). Сахарокислотный индекс в вариантах с элиситорами составил 2,01-2,97, в контроле – 2,2-2,65 и в варианте фастак – 2,37-2,87.

Выводы. Таким образом, элиситоры способствуют укреплению клеточных стенок листьев и повышают содержание лигнина в корнях винограда, что снижает повреждение корней, затрудняет доступ филлоксеры к источнику питания и повышают устойчивость растений к поражению филлоксерой. Элиситоры повышают урожай винограда и его качество в связи с большей устойчивостью к поражению филлоксерой, увеличением площади фотосинтетической поверхности и лучшим развитием корневой системы в сравнении с контролем. По своей эффективности элиситоры не уступают препарату фастак.

Литература

1. Мержаниан, А.С. Виноградарство / А.С.Мержаниан.– М.: Колос, 1967.– 464 с.
2. Тютерев, С.Л. Научные основы индуцированной болезнестойчивости растений / С.Л. Тютерев.– СПб.: ВИЗР, 2002.– 328 с.
3. Кульневич, В.Г. 2-Фурил(арил)-1,3-диоксацикланы, синтез, стереохимия, скорости реакций образования, свойства и применение /В.Г. Кульневич, В.Г. Калашникова, Т.П. Косулина, Н.И. Ненько, В.П. Смоляков // Новые направления в химии циклических ацеталей. – Уфа: Государственное изд-во науч.-техн. литературы «Реактив» РФ.– Издательство «Nova Science Publishers. Inc.» (США).– 2002.– С. 7 – 26.
4. Хелдт, Г.В. Биохимия растений / Г.В. Хелдт.– М.: БИНОМ, 2011. –372 с.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос. 1970. – Вып. 5. – 159 с.
6. Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2010. – 300 с.
7. Ненько, Н.И. Физиологические методы в адаптивной селекции плодовых культур / Н.И. Ненько, Т.Н. Дорошенко, Т.А. Гасанова // Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2012. – С. 189-198.
8. Nenko, N.I. The physiology – biochemical characteristics of Furolan effect on sustainability the species *Vitis vinifera* to the phylloxera // N.I.Nenko. G.K. Kiseleva, A.I. Talash, M.A. Sundyрева // Journal of International Scientific Publication Agriculture & Food. – Vol. 2, 2014.- P. 417-423
9. Nenko, N.I. Efficacia della crescita regolatore on colture da frutto furolan e uva./ N.I. Nenko., E.A. Egorov, I.A. Plyina, M.A. Sundyрева // *Italian Science Review*. 2014; 7(16). PP. 216-220.
10. Ненько, Н.И. Физиолого-биохимические закономерности воздействия абιοогенных элиситоров на устойчивость растений вида *Vitis Vinifera* к филлоксере / Н.И. Ненько, И.А. Ильина, Г.К. Киселева, В.С. Петров, М.А. Сундырева, Т.В. Схаляхо, А.И. Талаш, Я. В. Ушакова // Наука Кубани, 2014.– № 2.– С. 20-25.