Ненько Н.И.¹, Ильина И.А.¹, Васильев Е.Н.¹, Яблонская Е.К.²

¹*Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства*

²*Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина
Краснодар, Россия*

doi: 10.18411/spc-31-05-2017-18

idsp 000001:spc-31-05-2017-18

Влияние элиситоров на устойчивость *vitis vinifera* к листовой форме филлоксеры

Аннотация

В настоящей работе приведены результаты изучения влияния элиситоров на устойчивость растений *Vitis Vinifera* к поражению листовой формой филлоксеры. Установлено, что обработка корнесобственных растений винограда сорта Бианка композицией препаратов фуролан и метионин по своей эффективности не уступает общепринятой технологии и использованием пестицидов. Элиситоры активируют метаболические процессы, повышают содержание фенольных соединений и лигнина в листьях винограда, позволяют получить экологически чистую продукцию, повысить продуктивность и сохранить качество урожая.

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

Abstract.

In the present work are given the results of studying the influence of elicitors on the stability of the *Vitis Vinifera* plants to defeat by the sheet form of the phylloxera. It is established that working the treatment of the grape plants bianka typewith its own roots by the composition of furolane and methionine for its effectiveness does not be inferior to the conventional technology and forthe use of pesticides. Elicitors are

activate the metabolic processes, are increase the content of phenole compounds and lignine in the grapes leaves, thet makes it possible to obtain ecologically net output, to increase productivity and to conserve crop quality.

Key words: grapes, phylloxera, elisitory, by metabolom, the productivity

Введение. Выявление сортов винограда, обладающих комплексной устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам среды играет важнейшую роль при конструировании высокопродуктивных ампелоценозов, что имеет большое значение в связи с локальными изменениями погодноклиматических условий [1, 2]. Природноклиматические условия Краснодарского края благоприятствуют получению высоких урожаев винограда, способных выдерживать конкуренцию на международном рынке. В то же время получение стабильных высоких урожаев ограничивается воздействием таких неблагоприятных факторов внешней среды, как зимние морозы, особенно после длительной теплой погоды, и летние засухи. Поэтому только сорта, сочетающие высокое качество с адаптированностью к условиям данного региона, могут с успехом возделываться в достаточно широких масштабах [3, 4]. Неблагоприятные климатические условия могут оказать отрицательное воздействие на устойчивость растений винограда к биотическим стрессам, в том числе к поражению фитопатогенами и вредителями. В связи с этим особенно актуально изучение физиолого-биохимических закономерностей формирования как продукционного, так и адаптивного потенциала сортов винограда различного эколого-географического происхождения и выявление наиболее значимых физиолого-биохимических и анатомо-морфологических параметров, характеризующих экспрессивность генетических систем адаптации растений к абиотическим и биотическим стрессам [5-7].

Одной из наиболее затратных статей в технологическом процессе возделывания винограда является защита его от вредных организмов. Эффективность применения химических средств защиты растений достаточно высока. Однако, они имеют слабую степень утилизации в природных сообществах, накапливаются в продуктах питания и характеризуются высокой канцерогенностью [8]. Применение различных классов химических средств защиты оказывает влияние на вредные организмы, которые постепенно

привыкают к пестицидам. Это снижает эффективность последних и требует создания все новых и новых препаратов, но также приводит к гибели и «полезных» в агроценозе видов микроорганизмов. Кроме того, пестициды оказывают отрицательное воздействие на метаболизм виноградного растения, а их остатки попадают в ягоды и продукты переработки винограда, в том числе в вина, соки и др. [9]. Один из путей решения этой задачи – использование малотоксичных, применяемых в микродозах, индукторов защитных реакций - абииогенных элиситоров, в том числе синтетических низкомолекулярных иммуномодулирующих соединений, являющихся аналогами природных веществ [10, 11].

В условиях южного региона Российской Федерации к наиболее распространенным вредителям, наносящим большой ущерб виноградникам относится опаснейший вредитель - филлоксера (*Phylloxera vastatrix* Planch). 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 листовая форма редко вредит европейскому винограду. Однако в последнее время отмечается снижение устойчивости таких сортов к повреждению листовой формой филлоксеры. Корневая форма филлоксеры открывает дверь для патогенных бактерий и грибов, находящихся в почве. К числу возбудителей, вызывающих гниение корней винограда относятся некоторые виды грибов *Gliocladium*, *Fusarium*, *Cylindrocarpus*, а также бактерии родов *Pseudomonas*, *Bacillus* [12]. Для повышения устойчивости растений винограда к поражению как листовой, так и корневой формами филлоксеры перспективно использование в качестве биотехнологического приема элиситоров – веществ, выделяемых патогеном в ткани растения хозяина. Специфичный подбор синтетических аналогов таких соединений и использование их в дозах безвредных для растения позволяет добиться эффекта иммунизации вследствие активации обменных процессов, направленных на детоксикацию экзогенного соединения и делает растения более устойчивым к поражению [13]. При патогенезе растение воспринимает сигнал патогена и запускает сложную программу химической защиты растений, в том числе и синтез этилена, абсцизовой, салициловой кислот, действие которых связано с регуляцией

процессов, происходящих в клеточной стенке, экспрессией генов апоптоза (лигнификация тканей пораженных участков), синтезом стрессовых белков.

Это позволяет полнее реализовать потенциал генотипа путем активации каскадов защитных реакций для создания внутриклеточной среды, неблагоприятной для развития фитопатогенов и питания филлоксеры, что также может создать предпосылки для повышения устойчивости растений винограда к абиотическим стрессорам летнего периода [14,15]. Для повышения устойчивости корнесобственных растений винограда евро-американского происхождения к поражению корневой формой филлоксеры используется композиция препаратов фуролан и метионин, проявляющих свойство элиситоров [16].

Цель работы – дать физиолого-биохимическую оценку влияния элиситоров на устойчивость растений вида *Vitis Vinifera* к филлоксере

Объекты и методы исследований. Объект исследований – корнесобственные растения винограда технического сорта Бианка межвидового гибрида, евро-американского происхождения. Он относительно устойчив к милдью, к серой гнили, листовой форме филлоксеры и малоустойчив к поражению корневой формой филлоксеры [7]. Насаждения 2006 г. посадки. Опыт на винограде сорта Бианка был заложен в ЗАО «Приморское» Темрюкского района Краснодарского края в 2014, 2015, 2016 гг. Схема опыта: 1 –Контроль, 2 –хозобработка - эталон, 3 –фуролан 10 г/га + метионин 10 г/га (1:1). Повторность опыта - четырехкратная. В повторности 5 кустомест. В качестве контроля взяты растения без обработки элиситорами. Обработку композицией препаратов фуролан и метионин в дозе по 10 г/га каждого из них проводили трехкратно (20.мая, 8 июня и 22 июня) в виде водных растворов путем опрыскивания с помощью ранцевого опрыскивателя CHAMPION PS 257. Расход жидкости – 870–950 дм³/га [8]. Эталон сравнения (вариант хозобработка) – растения, возделываемые с применением химических средств защиты. В 2015 г. в мае растения винограда обрабатывали против комплекса болезней (антракноз, альтернариоз, черная пятнистость) препаратами Купросат КС и Полирам ДФ, ВДГ. Инсектициды не применяли, так как после резкого понижения температуры воздуха в третьей декаде апреля до 0,4°С выхода листовой формы филлоксеры не наблюдалось. В 2016 г. обработку растений винограда в конце апреля во всех вариантах опыта проводили для защиты от милдью (Купросат КС), черной

пятнистости (Купроксат КС, Рапид голд СП, Кабрио Топ ВДГ, Полирам ВДГ, Танос ВДГ), для профилактики развития оидиума (четырёхкратно Микротиол специаль ВДГ, однократно Кабрио ТОП ВДГ и Талендо КЭ), от листовой формы филлоксеры (Би-58 новый КЭ, Фастак КЭ) против гроздовой листовертки и хлопковой совки (Пиринекс КЭ, Авант КЭ). Полевой опыт проводили в соответствии с программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [9]. Использованы современные высокоточные физиолого-биохимические методы исследования содержания хлорофилла (а+б), каротиноидов, аминокислот, фенолкарбоновых, органических, абсцизовой, индолилуксусной кислот, пролина, глицина, сахарозы, глюкозы, фруктозы методом капиллярного электрофореза с применением высокоэффективного аналитического оборудования Капель 105 М на базе ЦКП «Приборно-аналитический» и лаборатории физиологии и биохимии растений ФГБНУ СКЗНИИСиВ [17 - 19].

Полученные экспериментальные данные 2014-2016 гг. обрабатывали с помощью общепринятых методов вариационной статистики [20].

Результаты и обсуждение В 2015г. в начале вегетации винограда было выявлено пролонгированное действие обработок 2014 г. абиогенными элиситорами на перезимовку растений. По состоянию на 10 апреля 2015 г. количество набухших глазков по вариантам опыта колебалось от 92 % в контрольном варианте до 99 % - в варианте с элиситорами и 98 % - в варианте с хозобработкой. Однако после резкого понижения температуры воздуха 14 апреля до $-0,7^{\circ}\text{C}$ и 22 апреля до $0,4^{\circ}\text{C}$ количество побегов, развившихся из центральных почек, не превышало 30-40 %, что отразилось на количестве первоначально образовавшихся соцветий (рис. 1).

Рис. 1 – Количество соцветий винограда, шт./куст

В 2015 г. в начале июля в сравнении с апрелем большее число соцветий отмечалось в варианте с элиситорами. В варианте с элиситорами оно увеличилось на 81,8 %, в контроле – на 94,4 % и в варианте с хозобработками – на 37,1 %. Следует отметить, что количество соцветий повысилось вследствие более позднего (на 2 недели) распускания и роста побегов из замещающих почек. В 2015 г. сложились неблагоприятные условия для развития основных патогенов. Листовая форма филлоксеры отсутствовала на всех вариантах опыта за весь вегетационный период. Раскопку корней проводили послойно на глубину 30-35 см, то есть до пяточных корней для прогнозирования возможности выхода нимф филлоксеры на поверхность почвы. Результаты определения заселения корней винограда корневой формой филлоксеры приведены на рисунке 2.

Рис. 2 – Заселение корней винограда сорта Бианка корневой формой филлоксеры (ЗАО «Приморское, 2015 г.»)

В связи с большим повреждением корней в вариантах контроль и хозобработка вероятность выхода нимф из почвы была выше, чем в варианте с элиситорами. В 2016 г. из вредных организмов на винограде сорта Бианка активно размножалась только листовая форма филлоксеры (Табл. 1)

Таблица 1

Влияние элиситоров на распространение листовой формы филлоксеры

Вариант	17.06.2016		27.07.2016		11.08.2016		29.08.2016	
	P*	R**	P	R	P	R	P	R
Контроль	14.6	7.1	66.1	31.9	65.5	37.9	29.1	12.6
Элиситоры	5.1	1.6	18.6	6.4	36.9	12.5	30.9	20.2
Хозобработка	0	0	0	0	7.0	1.7	0	0

*P- распространение листовой формы филлоксеры, %

** R- интенсивность заселения листьев листовой формой филлоксеры, %

В контроле со второй половины июня и до второй декады августа наблюдалось активное заселение молодых листьев листовой формой филлоксеры, при этом численность вредителя повысилась более, чем в 4,5 раза.

Трехкратная обработка элиситорами растений винограда способствовала снижению численности листовой формы филлоксеры от 65 до 80 %. В варианте хозобработка внесение пестицидов в июне привели к образованию ожогов на листьях (с 14 по 18 лист), что отрицательно повлияло на заселенность кустов винограда карантинным вредителем. Спустя 50 дней после последнего применения элиситоров их биологическая эффективность в сдерживании распространения листовой формы филлоксеры снизилась, что было связано с нарастанием молодых листьев. Развитие на листьях, соцветиях и гроздях таких заболеваний, как милдью, оидиум, черная пятнистость во всех вариантах опыта было единичным и не отразилось на урожае и его качестве (табл. 2).

Таблица 2

Влияние элиситоров на урожай и качество винограда сорта Бианка

Вариант	Число гроздей на куст, шт	Масса грозди, г	Продуктивность кг	Урожай, ц/га	Качество винограда	
					Содержание сахаров, %	Кислотность сока, г/л
Контроль	52,4	80,7	4,23	55,0	22,8	6,0
Элиситоры	51,6	85,4	4,41	57,3	23,0	5,8
хозобработка	56,6	84,8	4,80	62,4	22,0	6,8
НСП _{0,5}	3,6	3,5	0,4	3,2	0,7	0,7

Трехкратное применение элиситоров позволило повысить урожай винограда на 2,3 ц/га, а хозобработка - на 7,4 ц/га, что обусловлено увеличением массы грозди на 4,7 г и 4,1 г, соответственно, и количества гроздей на куст в варианте хозобработка на 4,2 шт., в сравнении с контрольным вариантом. Применение элиситоров не оказывает существенного влияния на качество винограда, а в варианте хозобработка кислотность сока повышается на 0,8 г/л. Метаболомная оценка невосприимчивости растений винограда к корневой форме филлоксеры позволила установить, что иммунная устойчивость обусловлена увеличением в корнях содержания аминокислоты глицина, входящей в состав GRP-белков и пролина – входящего в состав PRP- белков - особых структурных белков, которые усиливают клеточные стенки при воздействии патогена. ледует отметить также, что пролин обладает осмопротекторными свойствами и повышает устойчивость клеток к обезвоживанию, и, как следствие, устойчивость растений к абиотическим стрессорам. Параметрическая характеристика этих показателей по результатам 2014-2016 гг. приведена в таблице 3.

Таблица 3

Параметры содержание белка, пролина и глицина в листьях растений винограда сорта Бианка

Вариант опыта	Содержание пролина, мг/кг	Содержание глицина, мг/кг	Содержание белка, мг/г	Сумма свободн. аминокислот белок
контроль	68,9-82,7	5,6-2,9	24,02-20,15	10-10,1
Фастак	52,0-87,8	12,1-8,2	20,58-15,54	13-14
Фуrolан	128,4-149,2	21,6-2	19,96-15,52	21-18
Метионин	132,3-119,1	6,7-0,5	20,83-19,98	31-12
Фуrolан+Метионин	99,9-91,2	17,4-1,3	18,56-16,71	32-13

Препараты Фуrolан, Метионин и их композиция увеличивают содержание пролина в листьях винограда. Содержание глицина также возрастает в вариантах с внесением препаратов Фастак, Фуrolан, и их что позволяет предположить усиление прочности клеточных стенок.

Уменьшение содержания белка в вариантах с применением элиситоров свидетельствует об активации его гидролиза, в результате чего соотношение содержания суммы свободных аминокислот к содержанию белка в листьях при воздействии элиситоров возрастает. Большее содержание катионов магния, стабилизирующих мРНК, способствует активации синтеза белка в листьях винограда в вариантах с применением композиции элиситоров (табл.4).

Таблица 4

Параметры содержания Ca²⁺, Mg²⁺ и АБК в листьях винограда сорта Бианка

Вариант опыта	Содержание катионов Са, мг/кг	содержание катионов Mg, мг/кг	содержание абсцизовой кислоты, мг/кг
контроль	0,28-0,97	0,35-0,63	1,4-1,6
Фастак	0,33-0,94	0,41-0,72	0,8-4,2
Фуrolан	0,26-1,14	0,27-0,81	1,4-2,5
Метионин	0,45-0,85	0,44-0,76	2,9-3,0
Фуrolан + Метионин	0,36-0,92	0,45-0,63	2,7-3,6

При воздействии стресс-факторов (БАВ, патогенны и др.) в цитозоле клеток возрастает содержание Ca²⁺ и абсцизовой кислоты (АБК), активирующих каскады защитных метаболических реакций.

Таким образом, в вариантах с обработкой винограда элиситорами активируется не только синтез, но и его гидролиз, что характеризует проявление защитных реакций.

Одним из показателей продукционного процесса служит интенсивность роста. Препарат Фуrolан и его композиция с Метионином 1:1 активирует рост побегов винограда в сравнении с контролем и другими вариантами опыта, что

связано с увеличением содержания ИУК, стимулирующего рост и снижением содержания АБК – ингибитора роста (табл. 5).

Таблица 5

Параметры содержания эндогенных фитогормонов в побегах винограда

Вариант опыта	Длина побега, см	ИУК, мг/кг	АБК, мг/кг	ИУК/АБК
контроль	41,3-83,1	8,7-17,7	0,8-1,6	10,9-11,1
Фастак	36,6-75,8	7,1-14,7	1,5-4,2	3,5-4,7
Фуrolан	54,9-94,1	11,2-19,2	1,3-2,5	7,7-8,6
Метионин	37,6-78,8	8,3-17,4	1,4-2,9	5,9-6,1
Фуrolан + Метионин	58,2-121,7	9,8-20,5	1,1-2,7	7,6-8,9

Препараты Фастак, Фуrolан, Метионин повышают содержание крахмала в листьях винограда, при этом во всех вариантах опыта активизируется его гидролиз с образованием таких сахаров, как сахароза, глюкоза и фруктоза.

Фотосинтез – основной процесс, при котором образуется сухое вещество растений и первым свободным сахаром, образующимся в процессе фотосинтеза является сахароза, из которой образуются нефосфорилированные моносахара - глюкоза и фруктоза.

Основной транспортной формой сахаров в растениях винограда является глюкоза. При неблагоприятных условиях в листьях накапливается крахмал.

Препараты Фастак, Фуrolан, Метионин повышают содержание крахмала в листьях винограда, при этом во всех вариантах опыта активизируется его гидролиз с образованием таких сахаров, как сахароза, глюкоза и фруктоза (табл. 6). На фоне увеличения содержания катионов калия в вариантах Фуrolан и композиция Фуrolан + Метионин 1:1 в сравнении с контролем и другими вариантами опыта можно сделать предположение о большей роли синтетических процессов у этих двух вариантов и гидролитических процессов у всех остальных вариантах опыта, по сравнению с синтетическими.

Таблица 6

Параметры содержания K⁺ и углеводов в листьях винограда сорта Бианка

Вариант опыта	Сахароза, мг/г	Глюкоза, мг/г	Фруктоза, мг/г	Крахмал, мг/г	K, мг/г
контроль	0,07-0,10	0,33-1,70	0,59-1,67	1,01-5,55	0,28-2,99
Фастак	0,39-1,50	0,43-3,12	0,56-3,03	3,13-4,64	0,15-2,61
Фуrolан	0,09-3,90	0,47-2,61	0,28-4,9	2,54-9,03	0,51-3,01
Метионин	0,24-4,10	2,14-7,55	1,42-9,08	2,21-8,39	0,22-2,31
Фуrolан + Метионин	0,76-18,95	1,93-5,21	1,8-19,42	2,08-5,02	0,3-3,34

Увеличение содержания сахарозы во всех вариантах в сравнении с контролем характеризует более активное протекание фотосинтеза у растений, а

повышение содержания моносахаров – о большей их аттракции в генеративные органы. О более активной фотосинтетической деятельности свидетельствует увеличение содержания пигментов в листьях винограда. (табл. 7.)

Таблица 7

Параметры содержания пигментов и эффективности первичных процессов фотосинтеза в листьях винограда сорта Бианка

Вариант опыта	хлорофилл а, мг/г	хлорофилл б, мг/г	каротин, мг/г	каротин хлорофилл (а+б)	Кэппф
контроль	4,1-4,89	1,36-1,91	2,37-3,04	0,43-0,45	1,21-1,61
Фастак	4,43-4,94	1,39-1,83	2,56-2,71	0,41-0,44	1,28-1,79
Фуrolан	4,86-6,18	1,41-2,33	2,68-3,75	0,32-0,44	0,98-1,51
Метионин	4,32-5,45	1,41-2,24	2,37-3,71	0,41-0,43	1,21-1,78
Фуrolан + Метионин	5,13-6,22	1,48-2,56	2,80-4,54	0,40-0,46	0,97-1,54

В вариантах с применением препаратов увеличивается содержание как хлорофилла, так и каротина, при этом препараты Фастак и Метионин снижают эффективность первичных процессов фотосинтеза (Кэппф), а Фуrolан и его присутствие в композициях – повышает.

Увеличение содержания аскорбиновой и фенолкарбоновых кислот (хлорогеновой и кофейной) в вариантах с применением элиситоров повышает устойчивость клеточных мембран к окислительному стрессу (табл. 8).

Таблица 8

Параметры содержания аскорбиновой и фенолкарбоновых кислот в листьях винограда сорта Бианка

Вариант опыта	содержание аскорбиновой кислоты мг/кг	содержание хлорогеновой кислоты мг/кг	содержание кофейной кислоты, мг/кг
контроль	12,4-162,1	19-320	0,9-43
Фастак	8,5-155,4	39-310	2,8-72
Фуrolан	18,6-201,2	40-410	2,7-96
Метионин	20,1-147,6	29-360	10,6-55
Фуrolан + Метионин (1:1)	17,4-149,9	91-280	3,1-.68

Выводы. Таким образом, элиситоры Фуrolан, Метионин и их композиции активизируют иммунные процессы в растениях винограда, повышая устойчивость к поражению фитопатогенами и невосприимчивость к корневой форме филлоксеры и, фотосинтетическую деятельность, что в совокупности с лучшим состоянием корневой системы и активацией роста корней создает условия для повышения продуктивности, урожая винограда и его качества.

Закключение Применение элиситоров в технологии возделывания винограда позволяет повысить устойчивость корнесобственных растений винограда сорта Бианка к поражению как корневой, так и листовой формой филлоксеры и по своей биологической эффективности не уступает варианту хозобработка, предусматривающему применение большого числа химических средств защиты. Применение элиситоров позволяет получить экологически чистую продукцию без ухудшения качества винограда.

1. Тютюрев С. Л. Научные основы индуцированной болезни-устойчивости растений.- СПб.: ВИЗР, 2002.- 328 с
2. Егоров Е.А., Петров В.С., Панкин М.И. Потенциал продуктивности винограда: проблемы его реализации на промышленных насаждениях юга России // Виноделие и виноградарство.- 2007.- № 3.- С. 7.
3. Талаш А.И., Пойманов В.Е., Агапова С.И. Защита виноградников от вредителей и болезней.- Ростов н/Д, 2001.- 96 с.
4. Смирнов К.В., Калмыкова Т.И., Морозова Г.С. Виноградарство; Под ред. Смирнова К.В.- М.: Агропромиздат, 1987.- 367 с.
5. Яблонская Е.К. Применение экзогенных элиситоров в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – №05(109) – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/05/pdf/87.pdf>
6. Bleecker A. B. Ethylene perception and signalling: an evolutionary perspective // Trends Plant Sci. – 1999. - № 4. – P. 269–274.
7. Трошин Л.П., Радчевский П.П. Районированные сорта винограда России.- Краснодар: ООО «Вольные мастера».- 2005.- 176 с.
8. Талаш А.И. Методика проведения испытаний средств защиты против «сезонных» возбудителей на виноградниках в полевых условиях.- Краснодар, 2008.- 12 с.
9. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под. ред. Е.Н. Седова // Орел, 1999. – 608 с.
10. Моисейченко В. Ф., Заверюха А.Х., Трифонова М.Ф. Основы научных исследований в плодоводстве, овощеводстве и виноградарстве.- М.: Колос, 1994.- 383 с.