

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ В ЛИСТЬЯХ НОВЫХ СОРТОВ И ЭЛИТНЫХ ФОРМ ВИНОГРАДА В ПРОЦЕССЕ ИНФИЦИРОВАНИЯ МИЛДЬЮ

С. А. МАРУТЯН, А. С. АНТОНЯН, Р. А. АБАДЖЯН, Ж. А. ПЕТРОСЯН,
А. А. МАРГАРЯН, Г. Л. СИХЧЯН, Л. В. КАЗАРЯН, Ж. А. НАГАПЕТЯН

При инфекции в листьях милдью-морозоустойчивых гибридов значительно уменьшается количество аминокислот, сахаразы, возрастает содержание полифенолов, индуцируется активность полифенолоксидазы. У неустойчивых гибридов изменения носят в основном противоположный характер.

В последние годы вопросы, связанные с интенсификацией селекционного процесса по выведению комплексоустойчивых сортов винограда, сочетающих высококачественность, высокоурожайность с устойчивостью к морозам и болезням, приобретает первостепенное значение [5, 9, 10 и др.]. У винограда—многолетнего растения, особенности биохимических процессов в связи с морозоустойчивостью и иммунитетом растений мало изучены [7].

Целью наших исследований было изучение особенностей метаболизма исходных сортов, элитных форм и новых гибридов винограда различных комбинаций в связи с выведением комплексоустойчивых сортов.

В нашу задачу входили также фитопатологическая оценка степени устойчивости новых морозоустойчивых форм винограда к грибковому заболеванию милдью и изучение сдвигов в обмене веществ листьев в процессе инфицирования в полевых условиях.

Материал и методика. Объектом исследования служили здоровые и зараженные листья винограда. Растения выращивали на участке без применения ядохимикатов. В полевых условиях искусственно заражали по 10 кустов с каждого гибрида, в вечерние часы, во второй и третьей декадах июля, опрыскиванием листьев винограда свежей конидиальной суспензией гриба *Plasmopara viticola*. Опрысканные растения укрывали мокрыми полиэтиленовыми пакетами до утра для предотвращения быстрого высыхания инфекционных капель.

При оценке на устойчивость к милдью учитывались: срок проявления болезни, инкубационный период, размер и характер пятен, процент опавших листьев. Конечная оценка давалась по 6-балльной шкале Бубальса, описанной в отечественной литературе Вердеревским и Журавлем [4], позволяющей судить о степени устойчивости по типу реакции растения-хозяина на внедрение в его ткань гриба-паразита при наличии оптимальных условий для развития организмов. У устойчивых форм появляются при этом некрозы тканей, у восприимчивых—хлоротичные пятна с обильными конидиальными спороношениями патогена в конце инкубационного периода развития

гриба. Оценки шкалы следующие (в баллах): 0—иммунные растения, видимых признаков поражения нет; 1—высокоустойчивые растения, точечные некрозы на листьях, слабое спороношение во влажной камере; 2—устойчивые растения, некрозы на листьях достигают 2—5 мм в диаметре, слабое спороношение возможно в условиях открытого грунта при высокой влажности; 3—среднеустойчивые растения, крупные пятна некрозов, спороношение при благоприятной влажности; 4—восприимчивые сорта, хлоротичные пятна, обильное спороношение при благоприятной влажности; 5—сильновосприимчивые растения, крупные хлоротичные пятна, часто сливающиеся, во влажных условиях обильное спороношение, осыпание листьев.

Для анализов брали листья на 5-й день после заражения. В биохимических исследованиях применяли различные микрометоды, модифицированные в нашей лаборатории применительно к виноградному растению. Изучали содержание общего, белкового, небелкового азота путем экспресс сжигания и количественного фотометрирования после реакции с реактивом Несслера [6], свободные аминокислоты—реакцией с нингидрином [1]. Растворимые сахара определяли микрометодом Хагедорн-Нипсена [2], водорастворимую фракцию дубильных веществ—реакцией с вольфраматом натрия [3], общую окисляемость тканей—титрацией раствором калий перманганата, активность ферментов пероксидазы и полифенолоксидазы—фотометрически по окислению пирогаллола.

Результаты и обсуждения. Как показали наши исследования, гибриды с устойчивостью 1 балл (1916/2, 1916/11, 1918/3, 1925/2) и 2 балла (1916/3, 1916/9, 1915/1, 1918/4) отличаются сравнительно высоким содержанием общего и белкового азота. Так, например, количество общего азота у этих гибридов составляет 16—20, в то время как у неустойчивых форм 1916/1, 1916/7, 1918/1, 1925/19 (4—5 баллов)—12—15 мг/г. Белковый азот у устойчивых гибридов составляет 13—17, неустойчивых—9—12 мг/г.

В пределах одной и той же комбинации у сеянцев с различной устойчивостью содержание форм азота имеет широкий предел варьирования. Так, в комбинации 1925 выявлены гибриды, резко различающиеся как по степени устойчивости к милдью (1925/2—1, 1925/19—5 баллов), так и по содержанию общего и белкового азота (соответственно 20,0 и 16,7 мг/г; 12,5 и 9,5 мг/г).

В инфицированных листьях изучаемых растений по сравнению с их контролем наблюдается снижение количества свободных аминокислот (табл. 1). У гибридов, обладающих высокой устойчивостью к милдью (2 балла), на 5-й день заражения по сравнению с неустойчивыми формами и сортами содержание свободных аминокислот понижается значительно сильнее.

В полевых условиях резкое снижение количества свободных аминокислот в листьях устойчивых гибридов растения-хозяина, возможно, является одним из биохимических факторов, ограничивающих рост и развитие гриба в тканях.

Исследования показывают, что в процессе инкубации милдью у сортов и гибридов с разной устойчивостью имеет место как повышение, так и снижение концентрации моносахаридов (табл. 2). Изменений не наблюдается только у устойчивого гибрида 1661/75.

У устойчивых форм концентрация сахарозы в зараженных листьях уменьшается на 1,5—3,1, а у неустойчивых, наоборот, повышается на

Таблица 1

Изменение содержания свободных аминокислот в листьях винограда на 5-й день заражения, мг% на сух. в-во

Сорта и гибриды	Здоровые листья (контроль)	Зараженные листья (опыт)	Убыль содержания аминокислот в зараженных листьях по сравнению с контролем
Милдьюустойчивость 2 балла			
Кармрени (1507/15a)	450,0	285,0	165,0
Неркарат (1661/52)	427,5	324,0	103,5
Мерпаван (1661/75)	438,0	315,0	123,0
Милдьюустойчивость 4—5 баллов			
Саперави	415,5	412,0	13,5
Кахет	474,0	420,0	54,0
Бурмунк	465,0	427,5	37,5
1812/31	487,5	457,5	30,0
1811/29	414,0	363,0	51,0
1809/19	502,5	438,0	64,5

Таблица 2

Изменение содержания сахаров в листьях винограда на 5-й день заражения, % на сух. в-во

Сорта и гибриды	Моносахара		Сахароза		Разность содержания сахарозы в зараженных листьях по сравнению с контролем
	здоровые листья (контроль)	зараженные листья (опыт)	здоровые листья (контроль)	зараженные листья (опыт)	
Милдьюустойчивость 2 балла					
Кармрени (1507/15a)	4,35	6,30	3,65	1,45	<2,20
Неркарат (1661/52)	7,45	7,90	3,30	0,20	<3,10
Мерцаван (1661/75)	7,10	7,10	2,30	0,80	<1,50
1810/6	7,10	6,20	2,70	0,90	<1,80
Милдьюустойчивость 4—5 баллов					
Саперави	6,10	5,25	1,55	2,75	>1,20
Кахет	7,55	7,90	2,40	2,65	>0,25
Бурмунк	7,10	5,15	0,80	2,05	>1,25
1812/31	7,00	8,65	0,45	1,05	>0,60
1809/19	7,55	8,80	0,45	1,00	>0,55

0,95—1,25%. Таким образом, у устойчивых форм в процессе инкубации гриба количество израсходованной сахарозы не восполняется, у неустойчивых — концентрация сахарозы возрастает, способствуя дальнейшему развитию гриба.

Важную роль в защитных реакциях организма играют фенольные соединения.

Исследования показали, что здоровые листья милдьюустойчивых форм винограда сравнительно богаты дубильными веществами (табл. 3). В процессе инфицирования (на 5-й день заражения) в листьях устойчивых гибридов количество дубильных веществ повышается, а в группе неустойчивых сортов снижается на 10—25%.

Изменение содержания дубильных веществ в листьях винограда
на 5-й день заражения, мг% на сух. в-во

Сорта и гибриды	Здоровые листья (контроль)	Зараженные листья (опыт)	% к кон- тролю
-----------------	----------------------------------	--------------------------------	-------------------

Милдьюустойчивость 2 балла

Кармрени (1507/15a)	618	726	117,5
Неркарат (1661/52)	670	693	103,4
Мерцаван (1661/75)	693	723	104,0
1810/6	640	715	111,7

Милдьюустойчивость 4—5 баллов

Кахет	551	490	88,9
Саперави	540	465	86,1
1809/19	551	497	90,2
1812/82	435	325	74,9

Известно, что фенолы растения-хозяина могут непосредственно обезвреживать токсины и инактивировать ферменты паразита путем их окисления. Сами полифенолы обладают невысокой фунгитоксичностью, которая сильно возрастает в ходе их ферментативного окисления. Следовательно, важная роль в фитонимунитете принадлежит не столько самим полифенолам, сколько системе полифенол-о-дифенолоксидаза (ПФО).

Согласно полученным нами данным, в условиях полевого заражения у милдьюустойчивых гибридов 1661/52, 1661/75 в процессе инкубации гриба активность ПФО повышается заметно (160—167%), а у неустойчивых гибридов 1812/82 и 1809/19—в меньшей степени (111—116%). Однако не всегда устойчивость к инфекции сопровождается накоплением полифенолов и возрастанием активности ПФО. Например, у высокоустойчивых гибридов 1507/15a и 1810/6 при заражении наблюдается подавление активности ПФО на 14—18%, а у неустойчивого гибрида 1812/31 и сорта Бурмунк — сильная активация (на 100—117%).

Ингибирующее действие фенолов на ферментативные системы широко известно. Это объясняется способностью фенолов конденсироваться с белками. Активное участие фенолов и ПФО в осуществлении ряда защитных реакций не подлежит сомнению.

Как указывают Рубин и др. [8], угнетение и гибель патогенных организмов могут быть обусловлены разобщающим действием фенолов и продуктов окисления на окислительное фосфорилирование, денатурацией белков и ферментов, связыванием кофакторов ферментов паразита, конкуренцией с ними за кислород, нарушением проницаемости клеточной оболочки, образованием механических и химических барьеров, препятствующих дальнейшему развитию паразита и т. д. Множественность и многогранность этих взаимосвязанных и взаимообусловленных процессов требует для установления корреляции между комплексной

чивостью винограда и системой полифенол—полифенолоксидаза проведения специальных модельных опытов.

Достаточно четкая группировка гибридов получается при определении общей окисляемости тканей листьев титрацией раствором калий перманганата.

Т а б л и ц а 4

Изменение общей окисляемости тканей листьев винограда на 5-й день заражения, мл 0,1 н раствора калий перманганата на 1 г сух. в-ва

Сорта и гибриды	Здоровые листья (контроль)	Зараженные листья (опыт)	Разность, мл калий перманганата
Милдьюустойчивость 2 балла			
1507/15a	17,75	15,00	<2,75
1661/52	17,00	14,75	<2,25
1661/75	18,50	14,00	<4,50
1810/6	16,00	14,25	<1,75
Милдьюустойчивость 4—5 баллов			
1809/19	10,75	13,75	>3,00
1812/82	10,95	11,50	>0,65
Кахет	8,75	8,75	0
Адиси	11,00	11,00	0

Данные табл. 4 показывают, что в полевых условиях контрольные растения милдьюустойчивых форм отличаются от таковых неустойчивых сортов и гибридов высокой окисляемостью листьев (16—18,5 против 9—11 мл). В процессе инкубации паразита окисляемость тканей листьев у устойчивых гибридов уменьшается, а у неустойчивых—повышается. У сортов Адиси и Кахет заражение не привело к изменению окисляемости тканей листьев.

Таким образом, группа милдьюустойчивых гибридов различных комбинаций отличается от неустойчивых сравнительно высоким содержанием общего, белкового азота, повышенной окисляемостью тканей листьев и большим содержанием водорастворимых полифенолов. В процессе инкубации паразита в инфицированных листьях в полевых опытах обнаруживаются определенные изменения: количество свободных аминокислот и сахарозы в листьях милдьюустойчивых гибридов снижается, а количество полифенолов повышается. В инфицированных листьях неустойчивых гибридов изменения названных соединений носят противоположный характер: сахароза прибавляется, полифенолы уменьшаются, общая окисляемость тканей листьев возрастает.

Институт виноградарства, виноделия
и плодоводства МСХ АрмССР

Поступило 9. 11 1979 г.

ԽԱՂՈՂԻ ՆՈՐ ՍՈՐՏԵՐԻ ԵՎ ԼԼԻՏԱՅԻՆ ԶԵՎԵՐԻ ՄԻԼԴԻՈՒՅՈՎ
ԱԽՏԱՀԱՐՎԱԾ ՏԵՐԵՎՆԵՐՈՒՄ ՏԵՂԻ ՈՒՆԵՅՈՂ ՆՅՈՒԹԱՓՈԽԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ս. Ա. ՄԱՐՈՒԹՅԱՆ, Ա. Ս. ԱՆՏՈՆՅԱՆ, Թ. Ա. ԱԲԱԶՅԱՆ, Ժ. Ա. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ,
Ա. Ա. ՄԱՐԳԱՐՅԱՆ, Գ. Լ. ՍՆԽԻՇՅԱՆ, Լ. Վ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Ժ. Ա. ՆԱՀԱՊԵՏՅԱՆ

Կենսաքիմիական ուսումնասիրություններից պարզվել է, որ կոմպլեքս-դիմացկուն նոր հիբրիդների տերևներում, ախտահարման պրոցեսում զգալիորեն նվազում է ամինաթթուների, սախարոզայի քանակը, ավելանում է պոլիֆենոլների պարունակությունը, խթանվում է պոլիֆենոլօքսիդազի ակտիվությունը:

METABOLIC CHANGES IN LEAVES OF NEW AND ELITE FORMS
OF GRAPE VINE IN THE MILDEW INFECTION PROCESS

S. A. MARUTIAN, A. S. ANTONIAN, R. A. ABADJIAN, J. A. PETSOSIAN,
A. A. MARGARIAN, G. L. SNKICHIAN, L. V. KAZARIAN, J. A. NAHAPETIAN

The study has shown that amino-acid and sucrose quantities significantly decrease in the infected leaves of frost hardy hybrids resistant to mildew. Polyphenol content increases and polyphenoloxidase activity is induced. In non-resistant hybrids these changes in the whole have the opposite character.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Абаджян Р. А. Инструкция по анализу аминокислот и белковых веществ винограда и плодовых растений. Ереван, 1978.
2. Белозерский А. Н., Проскуряков Н. И. Практическое руководство по биохимии растений. М., 1951.
3. Биохимические методы в физиологии растений. М., 1971.
4. Вердеревский Д. Д., Журавель М. С. Тез. докл. IV Всесоюзн. совещ. по иммунитету с.-х. растений. Кишинев, 1965.
5. Зотов В., Гадиев Р. Физиология с.-х. растений. 9, М., 1970.
6. Маргарян А. А. Автореф. канд. дисс., Тбилиси, 1978.
7. Марутян С. А. Биохимические аспекты формирования и диагностики морозоустойчивости виноградного растения. Ереван, 1978.
8. Рубин Б. А., Арциховская Е. В., Аксенова В. А. Биохимия и физиология иммунитета растений. М., 1975.
9. Сб.: Селекция винограда. Ереван, 1974.
10. Сб.: Устойчивость винограда и плодовых культур к заболеваниям и вредителям. Кишинев, 1976.