

УДК 581-1-036

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

С. А. Марутян

Ферментативная активность побегов винограда в условиях  
низких температур

(Представлено академиком М. Х. Чайлахяном 2/IV 1976)

Данная работа посвящена изучению активности некоторых ферментов в побегах в природных условиях зимовки растений и в опытах лабораторного закаливания и промораживания черенков винограда.

Объектом исследования явились побеги и черенки плодоносящих растений множества сортов и гибридов винограда с различной морозоустойчивостью.

Морозоустойчивость виноградной лозы с точки зрения участия в этом процессе ферментативного аппарата остается в целом мало исследованной (1,2).

Настоящая работа является непосредственным подытоживанием результатов наших одновременных и комплексных исследований в области ферментативной активности побегов в условиях низких температур.

1. Амилазный комплекс (3.2.1) и  $\beta$ -фруктофуранозидаза (инвертаза 3.2.1.26). У всех изученных сортов минимальная активность амилаз приурочена к осеннему максимуму накопления крахмала. Как правило, у морозоустойчивых сортов осенью наблюдается ранняя активация амилаз, что и вызывает более ранний осенний распад крахмала по сравнению с неморозоустойчивыми сортами.

По мере зимнего похолодания активность фермента возрастает, однако под действием сильных морозов активность снижается.

У морозоустойчивых сортов наблюдается более широкий температурный диапазон действия амилаз. Диск-электрофоретическое исследование показало, что постоянным компонентом за весь осенне-зимний период является форма амилаз с электрофоретической подвижностью 0,06. Самая подвижная форма (ОЭП=0,83) обнаруживается только в декабре. В конце января, в срок приобретения максимальной морозоустойчивости растений в условиях континентального климата юга (3) у морозоустойчивых сортов исчезают две и появляются три новые формы амилаз с подвижностью 0,20; 0,60; 0,66. У неморозоустойчивых сортов в это время обнаруживаются другие — с ОЭП 0,45 и 0,71. К весне в

составе амилаз происходят новые перестройки—зоны 0,09 и 0,35 появляются впервые.

Какой-либо корреляции между активностью инвертазы и содержанием сахарозы установить не удалось. Это видимо объясняется тем обстоятельством, что за осенне-зимний период распад крахмала сопряжен с усилением биосинтеза сахарозы в побегах (<sup>4</sup>).

2. Протеолитическая активность (3.4.4). Изучение показало, что активность этих ферментов без добавки цистина не проявляется и повышается по мере похолодания. Однако максимум их активности (субстрат альбумин) наступает одновременно в зависимости от природы сорта: у неустойчивых—в наиболее холодное время, а у морозоустойчивых—весной.

3. Каталаза (1.11.1.6.) В конце вегетации в побегах винограда морозоустойчивых сортов каталаза проявляет низкую, а, зимой, напротив, повышенную активность (табл. 1).

Большие различия между сортами по активности каталазы наблюдаются в тканях луба. Каталаза достаточно четко характеризует признак морозоустойчивости винограда в естественных условиях холодных зим и в опытах по лабораторному промораживанию черенков.

Таблица 1

Активность каталазы в побегах винограда  
(мл 0,1 и H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> за 5 минут на 1 г сухого материала)

Сорта и гибриды	Конец вегетации	В самое холодное время зимы	Перед новой вегетацией
<b>Морозоустойчивые</b>			
Русский Конкорд	19,4±1,2	28,8±1,7	22,3±0,9
Бурмунк (С—1224)	16,0±1,0	27,4±1,5	23,3±1,0
Гибрид 1507/15	18,4±1,3	29,1±1,0	20,2±1,0
Гибрид 842/9	16,5±1,4	30,0±2,1	24,7±1,1
Лернату	15,1±0,9	27,3±1,9	13,8±0,9
<b>Неморозоустойчивые</b>			
Воскеат	24,4±1,4	16,9±1,0	10,7±0,7
Спитак Араксени	26,5±1,6	17,8±0,9	11,2±0,6

Электрофоретический анализ форм каталазы в побегах винограда проводился в разные сроки осенне-зимнего периода 1974 г. Замечено изменение в числе и подвижности ее форм при электрофорезе. Обнаружены различия между сортами. В наиболее холодное время года в наборе форм каталазы у морозоустойчивых сортов обнаружены 8 компонентов, а у неустойчивых сортов—только три-четыре. Полученные результаты позволяют различную холодостойкость винограда связать с различиями в составе форм каталазы.

Физиологическая роль каталазы в растениях хотя и трактуется по-разному, но причастность ее к синтетическим и энергетическим процессам очевидна (<sup>5</sup>). В свете этих представлений результаты одновременного изучения динамики АТФ, белков и каталазы на одном и том же материале позволяют говорить о высоком уровне действия кат

галазы и синхронности такового с явлениями биосинтеза в побегах морозоустойчивых сортов в условиях низких температур.

4. Пероксидаза (1.11.1.7.) и О-дифенолоксидаза (полифенолоксидаза 1.10.3.1). Пероксидазу можно причислить к числу широко изученных среди оксидоредуктаз ферментов виноградной лозы, однако сведения относительно ее связи с морозоустойчивостью растений разноречивы.

Наши исследования показали, что активность пероксидазы в лубе высокая и в 5—6 раз превосходит активность полифенолоксидазы, а в ксилеме их активность примерно одинаковая. Осенью уровень активности пероксидазы и ее отношение к активности полифенолоксидазы (табл. 2) в лубе морозоустойчивых сортов и гибридов винограда, как правило, выше, чем у слабоустойчивых (более чем в 2 раза). Превосходство в активности пероксидазы в сортовом разрезе сохраняется в условиях умеренно-холодных и суровых зим. Однако минимум активности пероксидазы не всегда совпадает с годовой минимальной температурой.

При лабораторном промораживании побегов степень активации пероксидазы зависит от силы и продолжительности воздействия минусовой температуры, от степени закаливания и, самое главное, от генотипа растений. Так, например, у неморозоустойчивого сорта Воскеат, воздействие температуры  $-20^{\circ}$  активирует фермент,  $-30^{\circ}$  подавляет активность, а  $-40^{\circ}$  приводит к резкому скачку, но уже патологического характера, так как почки и ткани при этом полностью повреждаются. В этой же серии опытов у морозоустойчивого сорта Амурский, температура  $-20^{\circ}$  не вызывает изменения пероксидазы,  $-30^{\circ}$  активирует ее и далее сохраняет на данном уровне при двухчасовом воздействии температуры  $-40^{\circ}$ . Сорт Бурмунк (гибрид С-1224) занимает промежуточное положение между крайними сортами. Различная реакция указанных

Таблица 2

Активность некоторых оксидоредуктаз в лубе побегов винограда (4—7 прусы снизу) (мг пурпурогаллина на 1 г ацетонового пренарата за 10 минут)

Сорта	Полифенолоксидаза (ПФО)	Пероксидаза (ПО)	Отношение ПО/ПФО
<b>Морозоустойчивые</b>			
Северный белый	1,98±0,08	8,08±0,36	4,0
Русский Конкорд	2,30±0,11	8,74±0,29	3,8
Черный сладкий	2,80±0,10	8,02±0,33	3,8
Лернату	1,0±0,04	6,41±0,24	4,9
Ланси	1,50±0,03	8,23±0,30	5,5
Саперави северный	1,48±0,03	5,94±0,21	4,0
Фиолетовый ранний	1,32±0,04	7,09±0,28	5,4
<b>Неморозоустойчивые</b>			
Спитак Араксени	1,38±0,05	2,25±0,10	1,6
Спитак Сатени	1,56±0,04	3,04±0,11	1,9
Мускат белый	1,48±0,03	3,00±0,14	2,0
Воскеат	1,48±0,05	2,96±0,12	2,0
Арарати	1,98±0,03	3,05±0,10	1,5

трех сортов, безусловно, связана с их филогенезом, прошедшим в различных климатических зонах (Армения, Дальний Восток, Москва). В другой серии опытов при сопоставлении кривых активности пероксидазы и содержания свободных аминокислот замечено, что при воздействии мороза, превышающего предел выносливости данного сорта, происходит патологический подъем активности пероксидазы. В опытах, приведших к полной гибели клеток винограда, наблюдался резкий скачок в активности пероксидазы, что однако уже не диктуется защитноприспособительной реакцией организма, так как реакции окисления выходят из-под контроля.

Поскольку пероксидаза и каталаза по химической природе относятся к гемопротендам, возможно допустить, что повышенное и более подвижное состояние железа у морозоустойчивых сортов связано с высоким уровнем и пластичностью именно этих оксидоредуктаз.

По нашему мнению, в явлении сравнительно легкой уязвимости клеток от морозов важную роль играют как общее снижение уровня обменных и энергетических процессов, так и нарушение адаптивных механизмов и пропорциональности в содержании ферментов и метаболитов.

Ритмы каталитической активности ферментов, несомненно связаны с интенсивными межфракционными изменениями растворимых и структурных белков, обнаруженные нами в побегах винограда (4). По примеру изменчивости электрофоретической подвижности изоэнзимов амилазы и каталазы зимой можно предполагать, что различная холодочувствительность ферментов виноградной лозы связана с различиями в их наборе.

НИИ виноградарства пшюделня и плодородства  
МСХ Армянской ССР

Ս. Ս. ԻՍԱԿՆԻՔՅԱՆ,

Խաղողի շիվերի ֆերմենտատիվ ակտիվությունը ցածր ջերմաստիճաններում

Ներկա աշխատանքում ուսումնասիրվել է տարբեր խմբերին պատկանող ֆերմենտների ակտիվության փոփոխությունը խաղողի շիվերում աշնանածման հանգստի շրջանում բնական պայմաններում, ինչպես նաև արհեստական ցրտահարման լարարատոր փորձերում:

Փորձերից ստացված արդյունքները ցույց են տալիս, հիդրոլիտիկ և օքսիդացիոն ֆերմենտների ակտիվության զգալի աճ բացարձակ նվազագույն ջերմաստիճանի անկմանը համապատասխան:

Կատարյալի ակտիվությունը, պերօքսիդազի և պոլիֆենոլօքսիդազի ակտիվության հարարերությունը, ինչպես նաև կատարյալի և ամիլազի էլեկտրոֆորետիկ սպեկտրները որոշակիորեն արտահայտում են ցրտադիմացկանության դինամիզմը և սորտերի գենոտիպիկ առանձնահատկությունները:

## ЛИТЕРАТУРА — ГРИЦЦЬ ПРІЗНЬ

<sup>1</sup> К. Д. Стоев, Физиологические основы виноградарства, ч. 1, изд. Болг. АН, София, 1971. <sup>2</sup> И. Н. Кондо, Устойчивость виноградного растения к морозам, засухе и почвенному засолению, «Карта Молдовеняска», Кишинев, 1970. <sup>3</sup> К. С. Погосян, Физиологические особенности морозоустойчивости виноградного растения, Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1975. <sup>4</sup> С. А. Марутян, Особенности метаболизма морозоустойчивых сортов винограда. Автореферат Докт. дисс., Ереван, 1974. <sup>5</sup> С. Е. Манойлов, Тезисы докл. на симпозиумах. Второй всесоюзн. биохим. съезд, стр. 107, 1969.