

К. С. ПОГОСЯН

УГЛЕВОДНЫЙ ОБМЕН ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ В
ПЕРИОД ЗАКАЛИВАНИЯ

В жизни растений углеводный обмен играет большую роль, с ним связан ряд важных жизненных явлений, вызываемых под влиянием внешней среды.

Выяснена роль углеводного обмена и в устойчивости растений к неблагоприятным воздействиям критических температур.

Степень морозостойкости, помимо иных факторов, зависит и от наличия в растении достаточного количества различных форм углеводов (И. И. Туманов [8, 9], И. Н. Кондо и Г. Ф. Кондо [2] и др.).

Об углеводном обмене виноградной лозы имеется достаточно сведений. В основном они указывают на ход превращений углеводов на протяжении годичного цикла развития виноградного растения (К. Д. Стоев [6], Д. А. Шутов [10], И. Н. Кондо [3]).

Работ же по изучению углеводного обмена в период закаливания виноградной лозы мало и в основном они противоречивы в своих выводах.

По исследованиям К. Д. Стоева, распад крахмала в процессе закаливания лозы осуществляется через мальтозу: осенью в виноградной лозе моносахара отсутствуют и сахара представлены лишь мальтозой и сахарозой. Дальнейшее понижение температуры способствует уже превращению мальтозы до моносахаров. Это утверждается последними исследованиями с использованием метода хроматографического анализа (К. Д. Стоев [7]).

Иного мнения придерживаются И. Н. Кондо, Г. Ф. Кондо, Р. Г. Саакян [5], М. В. Михайлов и М. Н. Жулавская [4] и др. По их данным, осенью, при понижении температуры воздуха, процесс распада сложных молекул полисахаридов протекает через сложные сахара и сахарозу—до моноз. Присутствие мальтозы в осенний период не было обнаружено [4]. Аналогичные данные получены и в наших исследованиях.

Учитывая недостаточную изученность и противоречивость об углеводном составе и характере его превращений в вегетативных органах куста, мы задались целью исследовать углеводный обмен в однолетних побегах виноградной лозы в процессе закаливания.

Были исследованы черенки раннеспелого сорта Спитак Араксени и позднеспелого—Воскеат. Однолетние черенки каждого сорта в середине октября помещались в условия с различной температурой (+10, +2°, 0°, -3°) и продолжительностью для прохождения I и II фаз зака-

Известия XIII. № 9—6

лявания. Затем, подвергнутые закаливанию черенки 24 ч. промораживались в холодильнике при температуре -10° , -17° , -21° , -24°C .

С каждого варианта определенная часть черенков фиксировалась в аппарате Коха для дальнейших биохимических исследований. Количественные определения углеводов проводились химическим методом по Бертрану. Качественное определение сахаров проводилось методом распределительной хроматографии на бумаге.

В настоящей работе (мы подробно не будем останавливаться на количественных определениях углеводов, но по мере надобности некоторые из этих данных будут изложены) более подробно дается качественный состав сахаров в процессе закаливания виноградной лозы.

Из измельченного до порошка материала (черенков) получался спиртовой экстракт (10 мл), который концентрировался в 10 раз, после чего исследовался согласно общепринятым методом круговой хроматограммы (А. Н. Бояркин [1]).

При хроматографическом анализе в качестве растворителя применялась смесь, составленная из *n*-бутанола, ледяной уксусной кислоты и воды в пропорции 4:1:5. Хроматограммы проявлялись анилинфталатом: 1,66 г фталевой кислоты и 0,93 г анилина растворялись в 100 мл воды.

Количественные определения сахаров и изучение их качественного состава в однолетних побегах виноградного куста во время заделки позволили выявить ряд особенностей в углеводном обмене виноградной лозы.

Изучение показало, что при температуре $+10^{\circ}$ гидролиз крахмала проходит медленно и неполно. Количество крахмала в этом случае большое—у Спитак Араксени 9,2, у Воскеат—10,1%. Такая температура не благоприятна для заделки. При этом количество сахаров у черенков меняется незначительно (сахароза—2,4%, моносахариды—1,3%) и их количество почти равно содержанию сахаров в черенках, взятых до постановки опыта. Сахароза в этот период преобладает над всеми остальными формами сахаров. В процессе закаливания при низких положительных температурах ($+2^{\circ}$ и 00°) гидролитические процессы накопленного ранее в черенках крахмала идут относительно глубже и при этом соответственно уменьшается количество крахмала за счет обогащения черенков защитными веществами—сахарами.

Наиболее полный гидролиз проходит в черенках, которые закаливание проходили при температуре -3°C . Продолжительное действие этой температуры приводит к обогащению побегов сахарами (сумма сахаров у Спитак Араксени—10,78, у Воскеат—10,2%), запас крахмала снижается до 6%.

Таким образом, наиболее оптимальным условием для закаливания лозы в наших опытах оказалось продолжительное воздействие температуры -3°C .

Изучение вопроса проводилось и хроматографическим методом, что дает возможность обнаружить даже ничтожные дозы сахаров,

поступающих в углеводном обмене, но почти не уловимых химическим методом.

На рис. 1 представлены хроматограммы (I и II) сахаров в однолетних побегах раннеспелого сорта Спитак Аряксени и позднеспелого — Воскеат, взятых из сада в середине октября 1958 г. перед постановкой их на закаливание.

По набору сахаров эти сорта не отличаются друг от друга, различие у них только в количественном содержании. В этот период у подопытных сортов обнаружены: глюкоза, фруктоза, сахароза и более сложный сахар — рафиноза, причем сахароза преобладает над всеми остальными формами сахаров. Эту особенность показывают и количественные определения углеводов: в этот период сахарозы в однолетних побегах подопытных сортов почти вдвое больше, чем в редуцирующих (сахароза — 2,3, моносахара — 1,25%).

В исследованиях М. В. Михайлова и М. Н. Жулавской, проведенных в начале октября в Молдавии, обнаружены: кроме глюкозы, фруктозы, сахарозы и рафинозы, еще две формы сахаров — стахиоза и следы трисахарида, природа которого еще не установлена авторами.

В условиях юга Армении местные сорта Спитак Аряксени и Воскеат в этот период имеют лишь четыре формы сахаров, о которых говорилось выше.

В этом различии явно видна роль внешних условий и сортовых особенностей на ход синтеза углеводов в винограднои растении в различных экологических условиях.

Однолетние побеги, прошедшие условия закаливания при $+10^{\circ}\text{C}$. продолжительностью в 24 дня не имели почти изменений как в количественном содержании, так и в качественном составе сахаров. Дальнейшее их закаливание при температуре 3°C с продолжительностью в двое суток и после промораживания при 17°C привело уже к некоторому изменению в качественном составе сахаров, хотя и количество сахарозы и редуцирующих сахаров увеличилось очень незначительно.

В этом случае, кроме указанных ранее фруктозы, глюкозы, сахарозы и рафинозы, появляется заметное количество сложного сахара



Рис. 1. Хроматограмма сахаров однолетних побегов (проба взята 20.X перед постановкой на закаливание). I — Воскеат, II — Спитак Аряксени 2 — Рафиноза, 4 — сахароза, 5 — глюкоза, 6 — фруктоза.

относящегося к тетрасахаридам — стахиозы. И в этом случае количество сахарозы преобладает над остальными формами сахаров (рис. 2).

Длительное закаливание черенков винограда (I фаза при $+2^{\circ}\text{C}$ или 0°C продолжительностью в 24—30 дней, а II фаза — при -3°C продолжительностью 5 дней) приводит к более глубокому гидролизу крахмала: содержание сахаров значительно повышается и преобладающими являются моносахара — глюкоза и фруктоза. Сахароза накапливается в пределах от 3,5 до 4,8%, редуцирующие сахара — от 4,8 до 6,3%.

Аналогичные результаты были получены и в черенках, которые I фазу закаливания прошли при $+2^{\circ}\text{C}$, продолжительностью 24 дня,



Рис. 2. Хроматограмма сахаров одолетних побегов (закаливание при $+10^{\circ}\text{C}$ в течение 24 дней, затем закалка при -3°C 2 суток и промороженные при -17°C). I — Синтак Араксени, II — Воскеат. 1 — Стахиоза, 2 — рафиноза, 4 — сахароза, 5 — глюкоза, 6 — фруктоза.

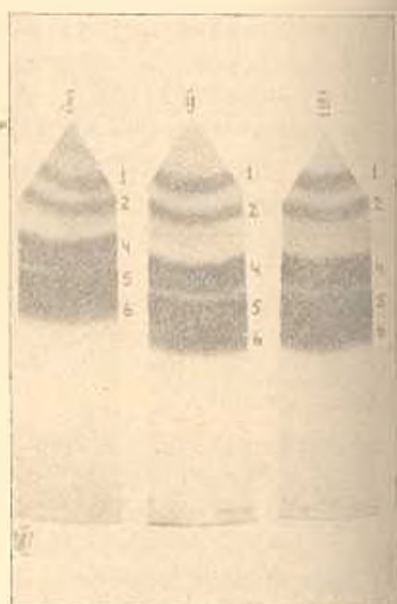


Рис. 3. Хроматограмма сахаров одолетних побегов сорта Воскеат. I — первая фаза при -2°C продолжительностью в 24 дня, вторая фаза при -5°C 5 дней; II — первая фаза при $+2^{\circ}\text{C}$ в течение 24 дней, вторая фаза при -8°C 5 дней; III — первая фаза при 0°C в течение 30 дней, вторая фаза при -3°C 5 дней. 1 — Стахиоза, 2 — рафиноза, 4 — сахароза, 5 — глюкоза, 6 — фруктоза.

а II фазу — при 5 или 8°C продолжительностью 5 дней. Качественный состав сахара в черенках этих вариантов также имел фруктозу, глюкозу, сахарозу, рафинозу и стахиозу, но выраженные довольно сильно (рис. 3).

Совершенно иная картина наблюдалась в углеводном обмене черенков, прошедших длительную закалку при 3°C (продолжитель-

ность 30 дней) и затем замороженных при 10 и 17°С по 24 ч.

В этом случае имел место глубокий гидролиз накопленного крахмала, что выразилось в сильном повышении содержания сахаров. Интересным представляется появление новой формы сахара, расположенной между рафинозой и сахарозой. Более подробные исследования, путем дополнения к испытуемым образцам свидетеля мальтозы, показали, что появившийся неизвестный сахар расположен между мальтозой и рафинозой и тесно примыкает к последнему. Видимо эта форма сахара относится к трисахаридам (рис. 4).

Природа неидентифицированного соединения пока остается спорной. В литературе имеются различные мнения по этому вопросу. М. В. Михайлов и М. Н. Жулиевская [4] эту форму сахара относят к трисахаридам. По данным же К. Д. Стоева [7], эта форма сахара является мальтозой, которая у виноградной лозы обнаруживается после листопада. Свои выводы о появлении мальтозы Стоев обосновывает работами Львова и Каспаровой, указывающих на большую роль мальтозы в углеводном обмене при пониженной жизнедеятельности растения. Несмотря на это, вопрос об участии и месте мальтозы в обмене углеводов не выяснен достаточно.

Наши хроматографические анализы показывают, что появившаяся новая форма сахара (под № 3) не занимает положение мальтозы. В отличие от имеющихся в литературе указаний, появление неизвестного сахара в наших опытах обуславливается условиями хорошей длительной закладки при отрицательных температурах, и промораживание при критических для винограда температурах (17—21°С) приводит к более четкому выявлению этого сахара.

Слабые следы неидентифицированного сахара обнаружены в побегах, взятых зимой с открыто зимовавших кустов. В этот период сильных морозов не было, температура была в пределах -6°—8°С.

Такие же слабые следы этого сахара были обнаружены в черенках, прошедших 30-дневную закалику при 3°С без последующего промораживания при -10° и -17°С.



Рис. 4. Хроматограмма сахаров одностебельных побегов (после прохождения закладки при 3°, продолжительностью в 30 дней, затем замороженные при 10, — 17°С). I—Спитак Араксени, II—Воскеат, III—Стахиоза, 2—рафиноза, 3—неидентифицированное соединение, 4—сахароза, 5—глюкоза, 6—фруктоза.

Следует указать, что в год проведения опытов в течение всей зимы у местных армянских сортов винограда постоянно обнаруживалось только пять форм сахаров: стахиоза, рафиноза, сахароза, глюкоза, фруктоза, а появление неизвестного сахара было не постоянным, в то время как по данным М. В. Михайлова и М. Н. Жулявской [4], К. Д. Стоена [7] качественный состав сахаров в этот же период постоянно определяется наличием шести форм сахаров.

Таким образом, можно прийти к выводу, что в условиях юга Армении, кроме постоянно присутствующих сахаров в зимний период — стахиозы, рафинозы, сахарозы, глюкозы и фруктозы, появление неизвестной нам формы сахара связано с хорошей длительной закалкой при отрицательной температуре (например при -3°C) и последующими сильными морозами.

Видимо его появление в той или иной степени связано только с закаленным состоянием лозы и выявляется особенно в критические моменты жизнедеятельности виноградного растения в зимний период. Вполне возможно, что появление новой формы сахара в этот период, в комплексе с остальными сахарами, повышает защитные свойства углеводов, имеющих большое значение при устойчивости лозы к пониженным температурам.

Вышеуказанные особенности превращений различных форм сахаров не зависят от сортовых особенностей. Различия между раннеспелыми и позднеспелыми сортами наблюдались лишь при количественных определениях.

Дальнейшее исследование в этом направлении позволит установить природу нового сахара, а также влияние превращений всех сахаров в процессе закаливания виноградной лозы. Наличие разных форм сахаров и появление других указывают на состояние виноградной лозы и разные периоды процесса закаливания. Изучение только углеводных превращений, без учета других показателей, не могут дать полную картину закаленного состояния виноградного куста.

В ы в о д ы

1. Закаливание виноградной лозы при температурах $+2$, 0° и -3° вызывает изменения в деятельности ферментов, способствует гидролизу крахмала, обогащает клетки продуктами его распада — сахарами. Наиболее интенсивный и глубокий гидролиз крахмала проходил при длительном воздействии температурой -3°C .

2. В надземных органах виноградного растения в октябре месяце обнаруживаются только четыре сахара — рафиноза, сахароза, глюкоза, фруктоза. В дальнейшем, даже при кратковременном воздействии отрицательными температурами (3—4 дня) появляется новый сложный сахар — стахиоза.

3. У сортов Спитак Араксени и Воскеат по всем вариантам опытов обнаружены одни и те же формы сахаров. Различия между этими сахарами в испытуемых сортах видны только в количественном содержании.

4. В зимний период, в результате длительного закалывания открыто зимовавшей лозы, при отрицательных температурах и особенно после воздействия на них температурами -10° , -17° , -21° С появляется новая форма сахара, относящаяся к трисахаридам.

Лаборатория физиологии растений
Института виноградарства, виноделия
и плодородия МСХ АрмССР

Поступило 4.VII 1960 г.

Կ. Ս. ՊՈՂՈՍՅԱՆ

ԱՇԽԱՏՐԱՏԱՅԻՆ ՓՈԽԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ ԽԱՂՈՂԻ ՎԱՅԻ ԿՈՓՎԵԼՈՒ ԸՆԴԱՅՑՈՒՄ

Ա. Գ Վ Ո Փ Ո Ն Վ

Խաղողի Ապրիտակ Արաքսենի և Ոսկե հատ սորտերի վրա ամրապնդ ուսումնասիրությունները ամրապնդում են փոխանակության վերաբերյալ վաղը ցածրը ջերմաստիճանների տակ կոփելու ընթացքում ցույց տվելիս հետևյալը:

1. Վաղը 2, 0 և -3° ջերմության տակ կոփելու դեպքում փոփոխություններ են առաջանում ֆերմենտների կենսապրծունակության մեջ. նրա պատասխանը պայմաններ են ստեղծվում ապուլի հիդրոլիզի համար, քլիջները հարստանում են շաքարներով:

Սալուլի ավելի խորը և ինտենսիվ հիդրոլիզ տեղի է ունենում -3° ջերմության պայմաններում, քնդ որում նրա ավելի երկարատև ազդեցության դեպքում:

2. Արաքսուրան դաշտավայրի պայմաններում հոկտեմբեր ամսին վաղի վերերկրյա օրդաններում հալոնարեքում է շաքարի մեծ օտֆինույա, սախարոզա, գլյուկոզա, ֆրուկտոզա:

3. Ապրիտակ Արաքսենի (վաղահաս) և Ոսկեհատ (ուշահաս) սորտերի մոտ թե աշնանը և թե ամռան ընթացքում հալոնարեքում են շաքարի մեծությունները. տարրերությունը նկատվում է միայն նրանց քանակական պարունակության մեջ:

4. Բաց ամենող վաղերի մոտ. ավելի երկարատև կոփելու հետևանքով, ամռան ընթացքում ցածր ջերմաստիճանների ազդեցության տակ (-10° , -17° , -21° С) առաջանում է շաքարի նոր մե. որը դասվում է արխախարիզների շարքին:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бояркин А. Н. Жур. Физиология растений, т. 7, вып. 3, 1955.
2. Кондо И. Н. и Кондо Г. Ф. ДАН УЗССР, 10, 1952.
3. Кондо И. Н. Тр. Молдавского научно-исследовательского Института садоводства, виноградарства и виноделия, т. IV, 1959.
4. Михайлов М. В. и Жулавская М. И. Изв. Молдавского филиала АН СССР, 5 (50), 1958.
5. Саакян Р. Г. Изв. АН Армянской ССР (биол. и сельхоз. науки), т. VI, 7, 1953.
6. Стоев К. Д. ДАН СССР, т. 61, 6, 1948.

7. Сточев К. Д., Милмаров П. Т., Бенчев Н. Б. Журн. Физиология растений, т. 7, вып. 2, 1960.
8. Туманов Н. Н. Физиологические основы зимостойкости культурных растений. 1940.
9. Туманов Н. Н. Изв. АН СССР (серия. биол.), 5, 1945.
10. Шутев Д. А. Изв. Молдавского филиала АН СССР. 1—2, 1952.