

К. С. ПОГОСЯН, А. САКАИ

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР НА МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТЬ ВИНОГРАДНОГО РАСТЕНИЯ

Решающее значение для выживания растительных тканей при замораживании имеет температурный режим и скорость его снижения [4—7, 9—11, 13—15]. Эффект закалочных температур и продолжительность их действия может варьировать в зависимости от объекта. Ветви березы способны приобрести устойчивость к -195° за 36 часов при снижении температуры от -5° до -60° со скоростью 5° за 3 часа, сосны — за 12 суток, а плодовых — лишь за 24 сутки [5, 7, 15, 17]. Скорость замораживания у ряда лесных деревьев может быть и более высокой. Ветви березы, шелковицы, ивы, закаленные температурами от -5° до -30° или -60° со скоростью 5° за 1 час (ткани коры по 5—10 мин), способны затем выдержать погружение в жидкий гелий [19—22]. Такой метод охлаждения объектов — предварительное замораживание (pre-freezing) — в основном обеспечивает своевременный отток значительного количества воды из клетки в межклетники и образование внеклеточного льда. Однако быстрое обезвоживание характерно для древесных растений, и их высокая морозостойкость достигается не за счет водоудерживающей силы, а в результате высокой проницаемости протопласта для воды [6, 15].

У виноградного растения морозостойкость связана в основном с водоудерживающей силой тканей [1, 12]. В отличие от древесных, обезвоживание у него протекает значительно медленнее, и наличие большого количества незамерзшей воды (70—55% к сухому весу) в интервале температур от -5° до -20° , свидетельствует о высокой водоудерживающей способности клеток. У виноградного растения переохлаждение воды имеет место в диапазоне температур $0-5^{\circ}$, после чего в зависимости от скорости замораживания в интервале от -5° до -13° происходит льдообразование [11, 12]. В то же время процессу обезвоживания может противостоять водоудерживающая сила [2, 3, 6, 7]. Следовательно, морозостойкость различных растений достигается разными способами регулирования скорости и степени обезвоживания клеток, в чем температурные условия играют немаловажную роль.

Исходя из этого, изучение воздействия отрицательных температур на виноградное растение представляет интерес для выявления механизма вымерзания, а также выяснения способствующих морозостойкости физиологических свойств лозы.

Некоторые стороны этого вопроса нами изучены [8—11].

В настоящей работе приводятся данные по изучению эффективных отрицательных температур, продолжительности их действия на морозостойкость виноградного растения при его различном физиологическом состоянии.

Исследования проводились в Институте низких температур Хоккайдского университета (г. Саппоро, Япония) в два срока — зимой (средняя температура января -6°) и ранней весной на однолетних побегах открытозимующих растений винограда: *V. coignetiae* Pulliat (высокая морозостойкость) и *V. labrusca* (средняя степень морозостойкости). В зимний период замораживание побегов (длиной 20 см), помещенных в полиэтиленовые мешочки, производили по следующей схеме:

I. Побеги вначале подвергали действию слабых морозов (продолжительность действия 15 суток), затем последовательно в течение 1 часа — действию -5° и -10°C . Последующее замораживание при -15 , -20 , -25° производили в течение суток в каждом случае.

II. После воздействия слабыми морозами (в течение 12 суток) побеги переносились в условия -10° на 3 суток, минуя температуру -5°C . Дальнейшее замораживание производилось в аналогичных первому варианту условиях.

III. Ступенчатое замораживание побегов при температурах -3 , -5 , -10° в течение 5 суток в каждом случае. Затем действие температур -15 , -20 , -25° в течение 1 суток, -30° и -35° в течение 6 часов.

Таким образом, основное отличие между вариантами состояло в скорости понижения температур в интервале -5 — -10° . Чтобы исключить повреждения при оттаивании, этот процесс проводился при -1 , -2° на воздухе [18]. Оценка повреждений побегов производилась после их оттаивания в воде при 20 — 24° по степени побурения тканей почек и междоузлий.

Результаты исследований показали важное значение определенных отрицательных температур и продолжительности их действия при закаливании и замораживании виноградного растения (табл. 1, 2). Однолетние побеги растений *V. coignetiae* Pulliat после закаливания по варианту I в конечном итоге проявляли слабую морозостойкость и от контрольных черенков отличались незначительно. Полная гибель главных почек и слабые повреждения в области флоэмы отмечались при температуре -20 ; -25° они перенесли с серьезными повреждениями, а при -30° побеги полностью погибли. Наилучший результат был получен при последовательном воздействии температурами -3 , -5 и -10° с экспозицией 5 суток при каждой из них.

Побеги выдерживали -35° с некоторым повреждением главных почек. Средний эффект был получен при закаливании по второму варианту. По данным табл. 2 видно, что контрольные черенки сорта Делавара выдерживали только -15° . Слабая устойчивость их вызвана неблагоприятными для зимовки лозы температурными условиями района г. Токио (средняя температура января составляет 3 — 5°), откуда они были перевезены в Саппоро. По этой причине в данном опыте закаливание побегов начинали с температуры 0° . Изменение степени устойчивости к морозам в зависимости от условий закаливания проявилось в аналогичной предыдущему опыту закономерности, с той лишь разницей, что критическая температура во всех вариантах была несколько выше.

Таблица 1
Морозостойкость побегов винограда *V. coignetiae* Pulliat при различных условиях закаливания (февраль)*

Варианты	Температура и продолжительность закаливания	Температура замораживания	Степень повреждения			
			главные почки	запасные почки	флоэма	флоэмные лучи
Контроль	— 3 (1 час)	— 20 (16 час.)	++	+	+	+
	— 5 (1 час)					
	— 10 (1 час)					
	— 15 (1 час)					
I	— 3 (15 суток)	— 20 (1 сутки)	++	—	—	—
	— 5 (1 час)					
	— 10 (1 час)					
	— 15 (1 сутки)					
II	— 3 (12 суток)	— 20 (1 сутки)	++	—	—	—
	— 10 (3 суток)					
	— 15 (1 сутки)					
	— 30 (6 час.)					
III	— 3 (сутки)	— 35 (6 час.)	++	+	+	+
	— 5 (5 суток)	— 20 (1 сутки)	—	—	—	—
	— 10 (5 суток)	— 25 (1 сутки)	—	—	—	—
	— 15 (1 сутки)	— 30 (6 час.)	—30°/о	—	—	—
			++70°/о	—	—	—
		— 35 (6 час.)	—20°/о	—	—	—

* Степень повреждения: — нормальная; + средняя; ++ полная гибель.

Наилучший эффект был получен при последовательном и длительном воздействии на черенки температур 0, —3, —5, —10°C (вариант III). Однолетние побеги перенесли с некоторым повреждением даже —30°C, повысив морозостойкость примерно на 10°.

Полученные результаты показывают, что зимой для повышения морозостойкости виноградного растения эффективно длительное ступенчатое понижение температур в диапазоне от —3° до —15°C. Нужно отметить, что в процессе такого охлаждения действие температуры —5° в течение более чем 2 суток является важной ступенью закаливания.

Для выяснения оптимальных условий закаливания виноградной лозы с ослабленной морозостойкостью были проведены опыты в начале весны. Применялся более широкий диапазон температур с различной продолжительностью воздействия (табл. 3). Опытные черенки (контроль) в этот период характеризовались слабой морозостойкостью: при —15° почки полностью погибали, а элементы флоэмы серьезно повреждались. Морозостойкость значительно повышалась (варианты I, II, III), когда черенки подвергались следующим температурам: 0° (14 суток), 0—3° (14 суток) и —3° (14 суток) с последующим ступенчатым пониже-

Таблица 2

Морозостойкость побегов винограда сорта Делавара (*V. labrusca*) после различных условий закаливания (февраль)

Варианты	Температура и продолжительность закаливания	Температура замораживания	Степень повреждения			
			главные почки	запасные почки	флоэма	флоэмные лучи
Контроль	0 (1 час)	-15 (16 час.)	—	—	—	—
	-3 (1 час)	-20 (16 час.)	++	+	+	++
	-5 (1 час)	-25 (16 час.)	++	++	++	++
	-10 (1 час)	-25 (16 час.)	++	++	++	++
I	0 (7 суток)	-20 (1 сутки)	-80%	—	—	—
	-3 (7 суток)	-20 (1 сутки)	++20%	—	—	—
	-5 (1 час)	-25 (1 сутки)	-30%	-50%	+	+
	-10 (1 час)	-25 (1 сутки)	++70%	++50%	+	+
	-15 (1 сутки)	-30 (6 час.)	++	++	++	++
II	0 (6 суток)	-20 (1 сутки)	—	—	—	—
	-3 (6 суток)	-25 (1 сутки)	-40%	-80%	+	+
	-10 (3 суток)	-25 (1 сутки)	++60%	++20%	+	+
	-15 (1 сутки)	-30 (6 час.)	++	++	++	++
III	0 (4 суток)	-20 (1 сутки)	—	—	—	—
	-3 (4 суток)	-20 (1 сутки)	-70%	—	—	—
	-5 (4 суток)	-25 (1 сутки)	+30%	—	—	—
	-10 (3 суток)	-25 (1 сутки)	++	-50%	—	—
	-15 (1 сутки)	-30 (6 час.)	++	++50%	—	—

* Обозначения те же, что и в предыдущей таблице.

нием до -20°C . Отрицательный эффект — полная гибель почек и серьезные повреждения флоэмы — отмечался после закаливания их по схемам: 0, -3 , -5° (14 суток); -3 , -5° (14 суток) и -5° (14 суток).

В другом опыте черенки того же сорта, прошедшие закаливание при слабых морозах (аналогично вариантам I, II, III предыдущего опыта), промораживались при -5 , -10 , -15° с различной скоростью: быстро (по 1 часу) и медленно (1 сутки при каждой температуре) с последующим замораживанием при -20° (1 сутки). В этом случае, так же как и в зимний период, кратковременное действие температур -5° , 10° и -15° оказало отрицательный эффект на повышение морозостойкости. Сравнительно длительное действие (1 сутки) тех же температур заметно повысило устойчивость черенков к температуре -20° .

Таким образом, было установлено, что в начале весны для повышения морозоустойчивости виноградного растения эффективно длительное закаливание слабыми морозами в интервале $0-3^{\circ}$, а также при -5° с продолжительностью действия 1 сутки. Более длительное воздействие -5° в этот период может отрицательно сказаться на ткани виноградного растения.

Приведенные факты показывают, что оптимальные температуры закаливания, а также критическая температура для одного сорта заметно

Таблица 3

Изменение морозостойкости побегов винограда *V. coignetiae* Pulliat ранней весной в зависимости от температуры закаливания в интервале 0°—5°С (15 апреля)

Варианты	Температура и продолжительность закаливания	Температура промораживания*	Степень повреждения**			
			главные почки	запасные почки	флоэма	флоэмные лучи
Контроль		-5, -10, -15	++	++	+	++
I	0 (14 суток)	-5, -10, -15, -20	++	-30% ++30%	+	++
II	0 (7 суток) -3 (суток)	-5, -10, -15, -20	++	-50% +50%	-	-
III	-3 (14 суток)	-5, -10, -15, -20	++	-25% ++75%	-	+
IV	-5 (14 суток)	-10, -15, -20	++	++	+	++
V	0 (7 суток) -3 (3 суток) -5 (4 суток)	-10, -15, -20	++	++	+	+
VI	-3 (7 суток) -5 - (7 суток)	-10, -15, -20	++	++	+	++

* Продолжительность действия каждой температуры составляла 1 сутки.

** Обозначения те же, что и в предыдущей таблице.

варьируют в зависимости от физиологического состояния растения. Особенно эффективное действие—закаливающее или повреждающее—при этом оказывает температура -5° в зависимости от состояния растения.

В зимний период длительное воздействие -5° , вероятно, способствует более сильному обезвоживанию и структурным изменениям протоплазмы, благодаря которым наряду с повышением водоудерживающей силы становится безопасным и длительное переохлаждение воды в клетке. В какой-то степени оно даже полезно, поскольку способствует дальнейшему образованию внеклеточного льда при более низких отрицательных температурах [12, 15, 16].

В клетках слабозакаленных растений в ранне-весенний период при той же температуре -5° сохраняется еще достаточное количество переохлажденной воды, протопласт соответственным образом не изменен и отток ее затрудняется. Продолжительное действие -5° в конечном итоге вызывает в слабозакаленных тканях замерзание переохлажденной воды и создает предпосылки для увеличения внутриклеточного льда при более низких температурах. Следовательно, при определенных отрицательных температурах и определенном состоянии растения происходят соответствующие им изменения (водоудерживающая сила различ-

ных фракций воды, количество льда, степень субмикроскопических изменений строения протоплазмы и т. д.), обуславливающие различный уровень морозоустойчивости.

Научно-исследовательский институт
виноградарства, виноделия и плодоводства
МСХ АрмССР,

Поступило 7.IV 1972 г.

Институт низких температур
Хоккайдского университета, Япония

Կ. Ս. ՊՈԳՈՍՅԱՆ, Ա. ՍԱԿԱՅԻ

**ԲԱՑԱՍԱԿԱՆ ԶԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆՆԵՐԻ ՌԵՃԻՄԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԽԱՂՈՂԻ
ՎԱՋԻ ՑՐՏԱԴԻՄԱՑԿՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ**

Ա մ փ ո փ ու մ

Հետազոտությունները կատարվել են ճապոնիայում, ցածր ջերմաստիճանների ինստիտուտում:

Պարզվել է, որ վազի բարձր ցրտադիմացկունության համար նպաստավոր է օդի ջերմաստիճանի աստիճանաբար իջնելը -3° — -15° -ի սահմաններում և նման ջերմաստիճանների տևական լինելը՝ մինչև 15 օր: Այդ ժամանակամիջոցում ցածր ջերմաստիճանի՝ -5° ներգործությունը, երկու օրից և ավելի համարվում է վազի կոփման շատ կարևոր պայման:

Վաղ դարձանք, երբ վազի ցրտադիմացկունությունը շատ ավելի թույլ է, այն բարձրացնելու համար էֆեկտավոր է տևական կոփումը՝ 15 օր 0 — -3° -ի պայմաններում, ապա կարճատև -5° -ի ներքո:

Խաղողի միևնույն սորտի մոտ վազի կոփման համար պահանջվող օպտիմալ ջերմաստիճանը և դիմացկունության աստիճանը կրիտիկական ցածր ջերմաստիճաններում տարբեր են՝ կապված բույսի ֆիզիոլոգիական վիճակի հետ: Հատկապես կարևոր է -5° ջերմաստիճանի ազդեցությունը, որը, ելնելով վազի վիճակից, կարող է մի դեպքում նպաստավոր լինել նրա կոփման համար, իսկ մյուս դեպքում՝ ընդհակառակը. վնասել հյուսվածքները:

Հստակ երևույթին -5° -ի ազդեցության ներքո վազի հյուսվածքներում տեղի ունեցող փոփոխությունները (ջրի տարբեր ֆրակցիաների ջրասլահունակ ուժը, սառույցի քանակը, պրոտոպլազմայի կառուցվածքային սուբմիկրոսկոպիկ փոփոխությունների աստիճանը) ընթանում են ոչ միատեսակ, որով և պայմանավորվում է ցրտադիմացկունության տարբեր մակարդակը:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Гриненко В. В., Бондарева Ю. С. Физиология растений, 12, 1, 1965.
2. Гусев Н. А. Известия Казанского филиала АН СССР, сер. биол., 7, 1959.
3. Гусев Н. А. Физиология растений, 9, 4, 1962.
4. Касавцев О. А. Физиология устойчивости растений. Изд. АН СССР, 1960.
5. Красавцев О. А. Известия АН СССР, сер. биол., 2, 1961.
6. Красавцев О. А. Труды института экологии растений и животных, 62, 1968.
7. Красавцев О. А. Физиология растений, 16, 2, 1969.

8. *Погосян К. С.* Физиологические особенности закаливания виноградной лозы. Автореферат канд. дисс., Ереван, 1961.
9. *Погосян К. С.* Биологический журнал Армении, 20, 5, 1967.
10. *Погосян К. С.* Физиология растений, 14, 1, 1967.
11. *Погосян К. С.* Физиология растений, 18, 1, 1971.
12. *Погосян К. С., Красавцев О. А.* Биологический журнал Армении, 23, 12, 1970.
13. *Туманов И. И.* Клетка и температура среды. Изд. АН СССР, 1964.
14. *Туманов И. И.* Известия АН СССР, сер. биол., 1, 1967.
15. *Туманов И. И., Красавцев О. А.* Физиология растений, 6, 6, 1959.
16. *Туманов И. И., Красавцев О. А., Трунова Т. И.* Физиология растений, 16, 5, 1969.
17. *Туманов И. И., Красавцев О. А., Хвалик Н. И.* ДАН СССР, 1927, 6, 1959.
18. *Pogostan K., Sakal A.* Low Temperature Science, Ser. B, 27, 1969.
19. *Sakal A.* Nature, 185, 1960.
20. *Sakal A.* Low Temperature Science, Ser. B, 20, 1962.
21. *Sakal A.* Plant Physiology, 40, 5, 1965.
22. *Sakal A.* Plant Physiology, 41, 12, 1966.