

Н. А. ПАПИКЯН

КОМПЕНСАЦИЯ ТРАНСПИРАЦИОННЫХ ПОТЕРЬ И ИССУШЕНИЕ
ПОБЕГОВ НЕКОТОРЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В ОСЕННЕ-
ЗИМНЕ-ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД

Из всех возможных причин гибели побегов в холодный период года наиболее вероятными нужно считать низкие температуры и водный дефицит. Эти два фактора в холодный период нельзя рассматривать отдельно, они взаимно обусловлены. В одном случае главным является низкая температура, а в другом — дефицит влаги.

Так, пока ткани зимой не обезвоживаются чрезмерно, они не становятся чувствительными к низким температурам. В холодное время года в первую очередь гибнут наиболее интенсивно транспирирующие части древесных пород, а именно однолетние побеги.

По И. И. Туманову (1950) морозостойкость следует рассматривать как особую организацию жизни растений, приспособленную к низким температурам, когда жизненные процессы организма протекают при сильном обезвоживании и резком ослаблении обмена веществ.

В. О. Казарян (1959) отмечает, что губительным в зимний период для древесных растений оказывается водный дефицит, наступающий при длительных зимних холодах и ветрах.

Д. Ф. Проценко (1958) считает, что большое значение для морозовыносливости древесных растений имеет интенсивность водообмена в зимнее время и что нельзя отрывать эту способность от сложного биологического явления, каким является выносливость древесных растений к низким температурам.

Однако возникает вопрос, почему одни породы способны выносить зимнее обезвоживание без вреда, а другие нет. В этом случае уже выступают многочисленные приспособительные факторы, закрепленные наследственно. Например, А. В. Рязанцев (1934, 1937, 1939, 1945, 1946, 1950) находит, что ряд пород в зимний период обладает способностью к поглощению капельно-жидкой воды через поверхность; способен в период таяния снега и затопления восстанавливать накопленное за зиму недонасыщение и даже увеличивать содержание воды в ксилеме.

Многочисленные проведенные исследования зимней транспирации Л. А. Ивановым (1925), А. Я. Гордягиным (1925), С. Д. Михиным (1928), Н. Ф. Соколовой (1935), П. Б. Раскатовым (1939), М. Ф. Остапович (1948), Л. Ф. Остапович (1949), В. М. Ипекджяном (1951), Д. В. Гирником (1951), И. М. Васильевым (1956), В. И. Образцовой (1956),

И. Г. Карафа-Корбутом (1959) и сопоставления ее с зимостойкостью показали, что виды с высокой величиной зимней транспирации более сильно страдают (теряя верхушки, иногда отмирая до уровня снежного покрова), чем слабо транспирирующие породы, которые переносят зиму без повреждений. Исследованиями также показано, что в регулировании зимней транспирации значительную роль играют образующиеся в протоплазме в процессе онтогенеза растений анатомические и физиологические защитные приспособления.

А. В. Гурский (1957) придает большое значение географическому происхождению растений. По автору большую роль играют сроки начала и конца вегетации, продолжительность периода покоя и его глубина.

П. А. Генкель (1959) считает, что состояние „покоя“ носит относительный характер, так как во время покоя у растений не прекращаются физиологические процессы. Автор отмечает, что в это время происходит накопление значительного количества липоидов, способствующих прекращению роста растения; так как они накапливаются на поверхности плазмы, делают ее непроницаемой для воды, что вызывает обезвоживание плазмы.

В целях выяснения причин страдания некоторых интродуцированных и местных древесных и кустарниковых видов, произрастающих в насаждениях Ереванского и Кироваканского ботанических садов, мы рассматривали водный режим, как важнейший фактор, определяющий физиологическую природу повреждения растений. Нами определялась компенсация транспирационных потерь за холодный период года (1958—1959) и, в связи с этим, водоудерживающая способность побегов, содержание в них воды и интенсивность транспирации.

В табл. 1 приведены сведения о возрасте, величине, происхождении и степени повреждения деревьев исследуемых видов. Последняя в таблице отмечена тремя показателями:

1. Зимостойкость в процентах по формуле А. М. Озола (1950);

$$S = \frac{sh - se}{sh} \cdot 100, \text{ где } sh — \text{сумма средних длин однолетних побегов в см}$$

(за два года); se — сумма средних длин обмерзших частей в сантиметрах за то же время; S — показатель зимостойкости в процентах.

2. Балл перезимовки по Э. Л. Вольфу (1917):

0 — порода, гибнущая целиком,

1 — подмерзает до уровня снега,

II — подмерзают не только одногодичные, но и побеги старше,

III — подмерзают только одногодичные побеги,

IV — благополучно перезимовывает в нормальные зимы, но гибнет в суровые,

V — вполне зимостойкая порода.

3. Ярус последовательного засыхания по Н. С. Малашкиной (1958). Малашкина, определяя последовательность суховершинности дуба лет-

него в условиях Камышина анатомо-морфологическими исследованиями, выделяет четыре типа последовательного засыхания побегов, называя их ярусами отмирания. В табл. 1 мы отметили степень повреждения подопытных пород по Н. С. Малашкиной только по морфологическим признакам, ввиду того, что анатомические исследования не проводились. В таком несколько упрощенном виде нами приняты следующие ярусы отмирания:

I ярус — сухая вершина ствола, вместе с сухими боковыми ветвями, ткани мертвые;

Таблица 1

Возраст, величина и степень повреждения деревьев исследуемых пород

Порода	Родина	Возраст, в годах	Высота, в м	Диаметр, в см	Показатель перезимовки, в % по Озолу	Балл перезимовки, по Вольфу	Ярусы отмирания, по Малашкиной
1	2	3	4	5	6	7	8

А. в Ереванском саду (зима 1958/59 г.)

Орех грецкий — <i>Juglans regia</i> L.	Ср. Азия, Балканы	22	9	28	44,00	III	II
Иудино дерево — <i>cercis siliquastrum</i> L.	Средиземноморье, Юж. берег Крыма, Закавказье	14	3	5+2+2,5	26,67	II—III	III
Орех черный — <i>Juglans nigra</i> L.	Сев. Америка	14	10,6	26	6,45	III—IV	II
Тополь закавказский — <i>Populus transcaucasica</i> P. Jarm.	Армения, Мегры, долина р. Аракс	12	8,3	19	28,77	II—I	I
Платан пальчатолостный — <i>Platanus digitifolia</i> Palib.	Средиземноморье, Южн. горы Ср. Азии, Закав.	24	7,5	14	9,52	II—III	II
Клен высокогорный — <i>Acer trautevetteri</i> Medw.	Горы Кавказа	14	1,7	2	—120,00	II—I	I
Секурина ветвистая — <i>Securinega suffruticosa</i> (Ball) Rehd.	Сов. Дальний Вост., Китай	20	3	4+2,5+2	65,58	III—II	II
Клен сахарный — <i>Acer saccharinum</i> L.	Вост. Сев. Америки	20	7,1	15	39,53	III	IV
Лох узколистный — <i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	Европа, Кавказ, Ср. Азия	14	6,7	15	69,66	III	II
Ясень пенсильванский — <i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marsh.	Вост. Сев. Америки	16	11,6	24	93,65	V	контр.

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Б. В Кироваканском саду (зима 1958/59 г.)							
Орех грецкий — <i>Juglans regia</i> L.	Ср. Азия, Балканы	22	6	16	40,11	II—III	III
Орех черный — <i>Juglans nigra</i> L.	Сев. Америка	20	6,5	14	46,6	III	II
Ольха серая — <i>Alnus incana</i> Moench.	Евр., Зап. Сибирь, Кавк., Сев. Америка	12	4	6	47,12	III—II	II
Ольха бородатая — <i>Alnus barbata</i> C. A. M.	Кавказ, Зап. Закавказье	12	3	8 у основания	8—52	IV—I	I
Катальпа красивая — <i>Catalpa speciosa</i> Warden	Вост. часть Сев. Америки	22	4,8	12	16,4	III—II	IV
Леспедеца двуцветная — <i>Lespedeza bicolor</i> Turcz.	Сов. Дальний Восток	11	2,5	3+3,5 +2+2	24,67	II—III	II
Тюльпанное дерево — <i>Liriodendron tulipifera</i> L.	Вост. Сев. Америки	10	по- росль	4,5 у осно- вания	—98,64	I	I
Лох узколистный культ. форма — <i>Elaeagnus angustifolia</i> L. (v. culta)	Европа, Кавказ, Ср. Азия	21	4	8	17,02	III	III
Секвойя гигантская — <i>Sequoiadendron gigantea</i> Decne	Тихоокеанск. лесн. р-н Сев. Америки	20	7	24	48,72	III	III
Ясень пенсильванский — <i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marsh.	Восток Сев. Америки	20	6,5	14	94,00	V	контр.

II ярус — суховершинные побеги, нижняя часть жива, приросты низкие;

III ярус — побеги внешне не обнаруживают признаков засыхания, побеги удлинённые, листья крупные;

IV ярус, промежуточный между II и III, водяные побеги.

Зимостойкость у клена высокогорного в условиях Ереванского сада и тюльпанного дерева в условиях Кироваканского сада в таблице выражена отрицательным знаком, так как у них сумма средних длин отмерзших частей (се) в несколько раз превышала прирост (eh).

Балл перезимовки у некоторых видов в табл. 1 отмечен двумя знаками II—III, например у иудина дерева, катальпы красивой, платана пальчатолостного и т. д. Это значит, что большей частью (балл II) гибнут не только однолетние побеги, но бывают и годы, когда гибнут только годовичные побеги (балл III).

Среди исследуемых видов встречаются интродуцированные и местные, различные по географическому происхождению и экологи-

ческому характеру породы. Степень повреждения наибольшая у туранги, клена высокогорного, секуринег и ветвистого, платана пальчатолостного, леспедецы двуцветной и ольхи серой. Угнетение их в Ереванском и Кироваканском садах могло быть связано как с летним, так и с зимним иссушением.

Все исследуемые виды находились в примерно одинаковых почвенных условиях и выращивались при одной и той же агротехнике, в пределах одного и того же пункта.

В табл. 2 даются метеорологические показатели за 1958—1959 гг. по пунктам Ереван и Кировакан, которые довольно заметно различаются по температурному режиму холодного периода и по относительной влажности воздуха.

Таблица 2

Метеорологические факторы за период наблюдений 1958/59 г.

Месяцы	Средняя температура в $^{\circ}\text{C}$	Абсолютный мин. темпер. в $^{\circ}\text{C}$	Абсолютный макс. сим. темпер. в $^{\circ}\text{C}$	Кол. осадков в мм	Среднемес. относ. влажность	Сред. скорость ветра в м/сек	Высота снежного покрова по декадам			Дата первого мороза	Дата последнего мороза	Продолжительность безморозного периода
							I	II	III			
Е р е в а н												
Октябрь	12,5	-1,4	24,3	24	51	2,2	—	—	—	31.X	27.III	217
Ноябрь	4,2	-6,3	13,7	17	65	2,1	—	—	—			
Декабрь	-5,1	-10,8	3,7	41	90	0,4	8	11	13			
Январь	-3,1	-13,9	7,3	13	80	0,3	12	3	1	1959 г.		
Февраль	-3,4	-10,7	7,5	7	52	2,2	—	0	1	29.XI	3.IV	239
Март	2,9	-7,5	13,1	42	68	1,4	6	0	—			
Апрель	13,9	0,2	27,6	11	41	2,6	—	—	—			
К и р о в а к а н												
Октябрь	8,0	-5,9	24,8	26	71	1,9	—	—	—	1958		
Ноябрь	1,1	-10,9	17,4	8	69	2,2	—	—	—	31.X	14.IV	200
Декабрь	1,2	-14,8	11,9	16	68	1,5	6	—	0			
Январь	-0,3	-12,9	11,1	22	64	2,2	0	2	5	1959		
Февраль	-6,2	-17,6	3,7	21	58	2,3	0	0	9	17.X	20.IV	182
Март	-0,5	-11,3	10,7	46	71	1,9	12	6	0			
Апрель	8,6	-8,2	26,0	36	59	2,3	0	—	—			

Методика опытов была следующая: в 1958/59 г. с наступлением холодной погоды, каждый месяц (с октября по апрель) со всех исследуемых пород, произрастающих в Ереванском ботаническом саду, срезались однолетние побеги; места срезов парафинировались, побеги взвешивались и вывешивались на открытом воздухе. Затем побеги

через каждые 10 дней взвешивались до получения постоянного веса. Потери веса относились к предыдущему весу побега, тем самым определялась динамика потери воды за 10, 20, 30, 40 дней в процентах от первоначального веса, интенсивность транспирации в г/10 г за сутки и содержание воды в побеге в процентах на абсолютно сухой вес.

В табл. 3, 4, 5 приведены средние данные за осенний, весенний и зимний периоды. Для пород, произрастающих в Кироваканском саду те же определения проводились в самый критический месяц — в феврале (ввиду невозможности проведения периодических определений). Результаты опытов приведены в табл. 6.

Таблица 3

Водоудерживающая способность побегов исследуемых пород в условиях Ереванского бот. сада, срезанных осенью 1958 г.

Породы	С 30.X по 10.XI			С 10.XI по 20.XI			С 20.XI по 29.XI			С 29.XI по 10.XII		
	Интенсивность транспирации	Потеря воды за 10 дней	Содержание воды в побеге	Интенсивность транспирации	Потеря воды за 20 дней	Содержание воды в побеге	Интенсивность транспирации	Потеря воды за 30 дней	Содержание воды в побеге	Интенсивность транспирации	Потеря воды за 40 дней	Содержание воды в побеге в %
Орех грецкий	0,26	26,19	64,56	0,10	34,15	46,45	0,08	39,82	32,28	0,02	41,22	30,71
Иудино дерево	0,16	16,92	42,10	0,05	21,53	34,21	0,05	26,15	26,31	0,02	27,69	23,68
Орех черный	0,16	16,60	56,66	0,11	25,89	39,33	0,07	31,56	28,66	0,02	33,33	25,33
Тополь закавказский . . .	0,36	36,30	29,63	0,05	40,00	22,22	0,03	41,81	18,51	0	41,81	18,51
Платан пальчатоллиственный	0,22	22,8	50,32	0,06	27,51	41,17	0,06	32,21	32,02	0,02	33,89	28,75
Клен высокогорный . . .	0,12	12,2	66,90	0,08	19,26	53,52	0,05	24,07	44,36	0,02	26,29	40,44
Секуринега ветвистая	0,22	22,22	28,04	0,02	24,44	24,39	0,02	26,66	20,73	0,01	27,41	19,51
Клен сахарный	0,30	30,16	62,96	0,13	39,68	40,74	0,05	42,85	33,33	0,02	44,44	29,63
Лох узколистный	0,16	16,5	44,44	0,08	23,52	32,41	0,06	28,87	23,15	0,01	29,94	21,29
Ясень пенсильванский	0,09	9,5	46,15	0,06	15,23	36,92	0,03	18,09	32,31	0,01	19,04	30,77

Данные таблиц показывают, что в течение холодного периода побеги исследуемых видов, несмотря на водоудерживающую способность, теряют большое количество воды. Контроль — ясень пенсильванский, по сравнению с подопытными породами обладает более высокой водоудерживающей способностью. Так, максимум потери его за весь период наблюдений составил 28,56% (на сырой вес), тогда как

Таблица 4

Водоудерживающая способность побегов исследуемых пород в условиях
Ереванского бот. сада, срезанных зимой 1959 г.

Порода	С 7.II по 17.II			С 17.II по 28.II			С 28.II по 9.III			С 9.III по 18.III		
	Интенсивность транспирации	Потери воды за 10 дней	Содержание воды в побеге	Интенсивность транспирации	Потери воды за 20 дней	Содержание воды в побеге	Интенсивность транспирации	Потери воды за 30 дней	Содержание воды в побеге	Интенсивность транспирации	Потери воды за 40 дней	% содержания воды в побеге
Орех грецкий	0,17	17,40	50,25	0,10	26,24	31,65	0,08	32,59	22,61	0,02	37,01	14,57
Иудино дерево	0,11	11,97	45,34	0,06	17,60	36,04	0,07	23,94	25,58	0,05	28,16	18,60
Орех черный	0,24	24,27	36,84	0,10	32,03	22,81	0,07	36,89	14,03	0,02	37,86	12,28
Тополь закавказский	0	0	20,00	0,05	5,55	13,33	0,05	11,11	6,66	0	11,11	6,66
Платан пальчатоллиственный	0,11	11,11	50,00	0,08	18,51	37,50	0,09	25,92	25,00	0,08	31,85	15,00
Клен высокогорный	0,10	10,11	38,53	0,07	16,66	28,44	0,07	22,62	12,84	0,04	26,78	12,84
Секуринега ветвистая	0,02	2,17	9,97	0,02	4,34	7,31	0,02	6,52	4,87	0	6,52	4,87
Клен сахарный	0,24	24,70	50,00	0,13	35,29	30,95	0,12	42,35	14,28	0,04	45,88	9,76
Лох узколистный	0,06	6,32	60,83	0,06	12,62	50,00	0,10	21,84	34,16	0,08	28,15	23,33
Ясень пенсильванский	0,16	16,27	23,44	0,02	18,60	19,04	0,02	20,46	16,32	0,02	21,86	14,96

у грецкого ореха — 50,37%; клена сахарного — 50,31%; тополя закавказского — 41,33%. Большое значение имеет также колебание в величине потери воды, разница между ее минимумом и максимумом. Например, у конголя минимум потери воды составляет 19,04%, причем он отмечается в октябре, а максимум 28,56% — в марте — разница на 9,52%, что можно объяснить поднятием температуры воздуха. У туранги минимум потери составляет 11,11%, а максимум — 41,33%, разница на 30,22%, и, как показывают данные, эта порода обладает низкой водоудерживающей силой. То же самое можно сказать и в отношении клена высокогорного (минимум — 26,78%, максимум потери — 40,19%).

Для большинства исследуемых пород в феврале отмечается значительное увеличение водоудерживающей способности, резкое сокращение потери воды, за исключением клена сахарного, который в условиях сада характеризуется неглубоким покоем.

Весною, в марте—апреле, с выходом из состояния покоя у ореха черного, туранги, плагана, секуринеги, лоха, клена высокогорного

Водоудерживающая способность однолетних побегов исследуемых пород в условиях Ереванского бот. сада, срезанных весной 1959 г.

Порода	С 14.IV по 24.IV			С 24.IV по 4.V			С 4.V по 14.V		
	Интенсивность транспирации	Потеря воды за 10 дней	% содержания воды в побеге	Интенсивность транспирации	Потеря воды за 20 дней	% содержания воды в побеге	Интенсивность транспирации	Потеря воды за 30 дней	% содержания воды в побеге
Орех грецкий	0,43	43,56	35,45	0,10	49,62	20,91	0,01	50,37	19,09
Иудино дерево	0,23	23,58	35,00	0,04	27,35	28,33	0,05	31,13	21,66
Орех черный	0,33	33,07	20,83	0,05	36,92	13,89	0	36,92	13,89
Тополь закавказский . .	0,31	31,81	15,38	0,03	34,09	11,53	0	34,09	11,53
Платан пальчатолистный	0,29	29,55	27,02	0,08	35,82	16,21	0	35,82	16,21
Клен высокогорный . .	0,28	28,57	38,29	0,12	37,36	21,27	0,01	38,46	19,15
Секурина ветвистая	0,12	12,90	44,64	0,08	20,43	32,14	0,04	23,65	26,78
Клен сахарный	0,26	26,92	40,74	0,15	38,46	18,51	0	38,46	18,51
Лох узколистный . . .	0,10	10,18	15,47	0,02	12,03	13,09	0	12,03	13,09
Ясень пенсильванский .	0,14	14,59	56,45	0,07	20,35	45,16	0,66	22,22	35,48

наблюдается падение водоудерживающей способности побегов. Создается опасный водный дефицит, который может явиться причиной ранневесеннего иссушения одногодичных побегов, тем более, что абсолютный минимум температуры в марте в саду составлял —7,5°C.

Исследуемые породы в условиях Кироваканского сада в феврале показали более высокую водоудерживающую способность. Например, потеря за февраль в процентах составляет —

	в Ереванском саду	в Кироваканском саду
Орех грецкий	37,01	21,50
— черный	37,86	18,59

Исключение составляет лох узколистный, который в Кироваканском саду за 40 дней потерял воды на 15,86% больше, чем в Ереванском, где он чувствует себя сравнительно лучше.

Далее, анализируя данные таблиц, можно отметить общую закономерность для всех подопытных видов; а именно, с увеличением амплитуды величины потери воды, т. е. с уменьшением водоудерживающей силы интенсивность транспирации и содержание воды в побегах, срезанных в различные сроки холодного периода, падает.

Приспособляемость древесных растений к различным экологическим условиям заметно выражается в величине водоудерживающей силы. Для побегов, срезанных 30.X, иссушение наступает 2..XII, т. е.

Таблица 6

Водоудерживающая способность побегов исследуемых пород в условиях
Кировзаканского бот. сада, срезанных зимой 1959 г.

Порода	С 19.II по 29.II			С 29.II по 9.III			С 9.III по 18.III			С 18.III по 27.III		
	Интенсивность транспирации	Потеря воды за 10 дней	% содержания воды в побеге	Интенсивность транспирации	Потеря воды за 20 дней	% содержания воды в побеге	Интенсивность транспирации	Потеря воды за 30 дней	% содержания воды в побеге	Интенсивность транспирации	Потеря воды за 40 дней	% содержания воды в побеге
Орех грецкий	0,08	8,00	59,09	0,06	14,21	48,34	0,03	17,56	42,56	0,04	21,50	35,74
Орех черный	0,07	7,03	67,14	0,05	12,06	57,94	0,03	15,17	52,34	0,04	18,59	46,20
Ольха серая	0,16	16,01	69,07	0,10	25,16	50,63	0,07	30,71	39,47	0,06	34,96	30,92
Ольха борода- тая	0,12	12,59	66,50	0,09	20,47	51,50	0,06	25,46	42,00	0,06	30,18	33,00
Леспедца двуцветная	0,04	4,37	25,00	0,03	7,65	20,70	0,01	8,74	19,28	0,02	10,93	16,42
Тюльпанное дерево . . .	0,08	8,65	31,78	0,06	14,53	23,29	0,02	16,25	20,79	0,02	18,67	17,30
Секвойя ги- гантская . .	0,15	15,71	93,03	0,15	29,13	62,29	0,11	36,99	44,29	0,09	43,14	30,21
Лох узколи- стный . . .	0,21	21,21	60,82	0,12	31,31	40,20	0,07	36,36	29,85	0,07	41,41	19,58
Катальпа кра- сивая . . .	0,07	7,65	56,79	0,07	14,59	45,01	0,04	18,68	38,06	0,05	22,95	30,81
Ясень пен- сильванский	0,04	4,60	40,48	0,04	8,43	34,83	0,02	10,95	31,12	0,02	13,14	27,90

за 50 дней непрерывной потери. Чем ближе к весне, тем срок уменьшается, т. е. опасность иссушения возрастает. Например, однолетние побеги, срезанные 19.III, высыхают к 29.IV, в течение 40 дней.

Конкретные величины интенсивности транспирации за холодный период для двух различных по экологическим условиям пунктов (Ереван, Кировзакан) приведены в таблицах 7 и 8. Они получены для каждого вида в течение двухлетнего исследования и выражены в г/10 г час. В таблицах приведены средние величины за каждый месяц, с октября по апрель.

Данные транспирации показывают, что транспирация значительно изменяется в течение холодного периода, но динамика ее представляет определенную закономерность: в феврале величина транспирации достигает минимума, в марте и апреле — максимума. Сильноиспаряющие породы — туранга, орех грецкий, клен сахарный, слабоиспаряющие — секуринег ветвистая. При сопоставлении исследуемых пород по интенсивности транспирации с контролем — ясенем пенсильванским — особой разницы не наблюдалось, причем орех грецкий, орех черный,

Таблица 7

Транспирационные потери побегов за холодный период 1958/59 г.
в условиях Ереванского бот. сада по месяцам (в г/10 г за 30 суток)

Порода	М е с я ц ы						
	X	XI	XII	I	II	III	IV
Орех грецкий	7,83	5,82	7,29	7,77	5,22	8,64	13,05
Иудино дерево	5,07	5,58	4,92	5,37	3,57	4,20	7,05
Орех черный	4,98	5,52	5,25	5,85	3,96	7,26	9,90
Тополь закавказский	10,89	11,73	10,56	9,99	1,65	10,80	9,54
Платан пальчатоллиственный	6,84	6,90	4,76	8,55	3,33	6,15	8,85
Клен высокогорный	3,66	3,66	4,98	5,76	3,03	5,73	8,55
Секурина ветвистая	6,66	3,81	6,09	2,55	0,63	5,64	3,87
Клен сахарный	9,03	9,27	8,22	6,33	3,90	7,41	8,07
Лох узколистный	4,95	6,06	6,24	7,29	1,89	3,72	3,03
Ясень пенсильванский	2,85	4,98	6,00	5,88	4,86	5,34	4,35

Таблица 8

Интенсивность транспирации и влажность побегов в условиях
Кироваканского бот. сада в феврале 1959 г.

Порода	Интенсивность транспирации в гр/10 г		Влажность побегов в % от сырого веса
	за сутки	за 30 суток	
Орех грецкий	0,08	0,24	47,65
Орех черный	0,07	0,21	48,44
Ольха серая	0,16	0,48	56,02
Ольха бородачатая	0,12	0,36	49,09
Леспедеца двуцветная	0,04	0,12	14,54
Тюльпанное дерево	0,08	0,24	27,53
Секвоя гигантская	0,15	0,45	61,74
Лох узколистный	0,21	0,63	60,64
Катальпа красивая	0,07	0,21	46,10
Ясень пенсильванский	0,04	0,12	37,83

туранга, платан, клен сахарный теряют воду интенсивнее, чем контроль, а секурина и лох узколистный — меньше. Более того, наиболее сильно страдавший, по нашим данным, в условиях Ереванского сада клен высокогорный по интенсивности транспирации очень близок с контролем, который чувствует себя хорошо. Следовательно, гибель однолетних побегов нельзя объяснить величиной транспирации.

Динамика изменения процесса транспирации имеет ступенчатый характер для всех видов, что связано с неравномерным и неодинаковым изменением содержания воды в побегах.

В феврале 1959 г. был поставлен опыт для непосредственного установления величины зимней транспирации пород Кироваканского сада (табл. 8). Этот опыт показал, что побеги испаряли мало воды за сутки; интенсивность транспирации в среднем не превышала 0,21 г/10 г. Интенсивность транспирации растений Кироваканского сада в несколько раз ниже, чем у тех же пород в условиях Ереванского сада. У контроля (ясень пенсильванский) в Кироваканском саду за февраль она составляла 0,12, а в Ереванском 4,86 г/10 г.

Данные табл. 8 еще раз говорят о том, что интенсивностью транспирации нельзя объяснить гибель побегов. Интенсивность транспирации за самый критический месяц у леспедецы двуцветной была равна интенсивности транспирации контроля — 0,12 г/10 г за 30 суток.

Весьма интересно установить, как отражается потеря воды побегами на содержание воды в них. Как отмечалось выше, одновременно с определением интенсивности транспирации, в тех же побегах учитывалось содержание воды в процентах на сырой вес побега. Данные для Еревана приведены в табл. 9, а для Кировакана — в той же табл. 8.

Таблица 9

Содержание воды в побегах в условиях Ереванского бот. сада за холодный период 1958/59 г. (в % от сырого веса)

Порода	М е с я ц ы						
	X	XI	XII	I	II	III	IV
Орех грецкий	55,04	39,40	40,16	42,03	45,62	45,95	57,80
Иудино дерево	43,07	39,62	40,82	41,57	39,57	39,84	44,07
Орех черный	46,86	40,02	41,00	41,42	43,12	41,06	44,62
Тополь закавказский	50,90	45,83	43,75	40,76	18,18	39,21	42,16
Платан пальчатоллиственный	48,65	45,56	45,49	44,15	38,02	43,37	45,65
Клен высокогорный	47,47	47,66	47,12	44,76	35,12	46,69	47,67
Секуриного ветвистая	39,25	38,62	38,58	38,78	34,26	38,00	39,56
Клен сахарный	57,14	58,33	55,12	51,79	46,97	43,14	53,19
Лох узколистный	41,71	43,75	47,12	47,37	35,57	45,39	22,67
Ясень пенсильванский	38,09	35,89	35,80	34,44	32,17	42,05	48,34

Резкое увеличение запасов воды в побегах наблюдается в апреле, что говорит о начале сокодвижения. Осенний максимум содержания воды приходится на октябрь, далее влажность уменьшается. Зимний минимум у большинства пород наблюдается в январе. Говоря о сравнительном содержании воды в побегах исследуемых пород, сле-

дует отметить, что в холодное время наиболее высокое содержание воды (50—60%) наблюдалось у секвой гигантской, лоха узколистного, ольхи серой и клена сахарного; относительно меньше воды (40—45%) у ореха грецкого, ореха черного, ольхи бородастой, нудина дерева, клена высокогорного, платана, катальпы красивой, еще меньше (30—40%) у секуринег. Наименьшее — у тюльпанного дерева, 27,53% и леспедецы двуцветной, 14,54%, в условиях Кироваканского сада.

Следует отметить, что контроль — ясень пенсильванский — в обоих пунктах содержит почти одинаковое количество воды — в Ереванском саду, в среднем за холодный период—39%, в Кироваканском — 37,83%, что говорит о том, что, несмотря на различную интенсивность транспирации, содержание воды в его побегах удерживается на одном и том же уровне.

В результате исследований изменений содержания воды в побегах в течение холодного периода выяснилось следующее: у ореха грецкого и ореха черного после ноябрьского минимума наблюдается постепенное увеличение содержания воды; у нудина дерева и туранги — ступенчатое увеличение содержания воды в побегах. Необходимо отметить довольно большое содержание воды в побегах клена высокогорного и клена сахарного в течение всего холодного периода, что не могло не повлиять на их устойчивость. Изобилие влаги в тканях в зимний период опасно тем, что образование большого количества льда, даже при сравнительно небольших морозах, может вызвать гибель клеток. У лоха узколистного в условиях Ереванского сада влажность побегов в апреле снижается до 22,67%, что в два раза меньше их январской влажности. Такое сильное обезвоживание тканей к весне также приводит к гибели, делая их более чувствительными к низким температурам.

В октябре, с переходом растений в состояние покоя, с замедлением физиологических процессов, в годичных побегах контроля (ясени пенсильванского) содержится 38,09% воды. Затем идет постепенное снижение содержания воды до наступления устойчивого похолодания — в феврале (32,17), что является нормальным. Содержание воды у контроля за пять месяцев снизилось на 5,92%. С марта оно увеличивается и в апреле даже превышает содержание воды поздней осенью, в октябре, на 10,25. Такой динамики содержания воды в годичных побегах в течение холодного периода у подопытных пород обнаружить не удалось.

Следовательно, большое значение для нормальной перезимовки древесных пород имеет способность регулировать содержание воды в побегах. Различное содержание воды в побегах исследуемых древесных и кустарниковых пород обуславливает в течение холодного периода различную степень стойкости в зависимости от вида растения и экологических условий места произрастания. В это время у пород, недостаточно подготовленных к перезимовке, нарушается корреляция

между поступлением и отдачей воды, что приводит к появлению водного дефицита. Нам кажется, что такая своеобразная реакция исследуемых пород на изменение содержания воды в побегах является следствием длительности и глубины периода „покоя“, что в свою очередь тесно связано с географическим происхождением.

Данные табл. 9 отчетливо говорят о том, что у некоторых из исследуемых пород — грецкого ореха, ореха черного и др., идет повышение запаса воды в побегах. У иудина дерева побег, транспировавший в течение холодного периода, сохраняет влажность на одном и том же уровне. Отсюда следует, что существует какой-то приток влаги, которая, передвигаясь из более нижних частей ствола, может быть даже из почвы, компенсирует транспирационные потери.

Вопросы компенсации транспирационных потерь рассматриваются в работах П. Б. Раскатова (1939), а затем Д. В. Гирника (1955).

П. Б. Раскатов, сопоставляя интенсивность транспирации побегов с изменениями их влажности за этот же промежуток времени, указывает на наличие сильно выраженной компенсации транспирационных потерь за счет притока воды из ветвей и ствола у некоторых деревьев и кустарников в зимний период в условиях лесостепей Европейской части СССР. Автор находит, что и относительные размеры компенсации и предел обезвоживания у различных видов различны.

Определение количества воды, полученной побегом из ветви в порядке компенсации транспирационных потерь, производилось автором по формуле:

$$X = \frac{Pa}{100 - a} - m + 10n.$$

На возникновение несоответствия между действительной влажностью однолетних побегов, наблюдаемой в природе, и той влажностью, которая должна была установиться при учете транспирационных потерь в зимнее время, указывает и Д. В. Гирник (1955). Вычисления им велись по формуле, предложенной Раскатовым (1939). На основании полученных данных Д. В. Гирник приходит к выводу, что высокий уровень влажности однолетних побегов в осенне-зимне-весенний период объясняется компенсацией и что гибели древесных пород от зимней засухи не наблюдается.

Нами, как уже упоминалось выше, намечалось установить существование взаимосвязи между компенсацией транспирационных потерь за каждый месяц с ноября по апрель и гибелью годичных побегов исследуемых пород.

Вычисления проводились по более простой формуле, разработанной нами:

$$K = \frac{x}{n} \cdot 100,$$

где K — процент компенсации транспирационных потерь от общей сум-

мы потерь; x — количество компенсированной воды в г; p — количество потерянной воды за определенный промежуток времени (в нашем опыте за 30 суток) на единицу сухого веса побега.

Формула выведена следующим путем:

$$n = a - a_1,$$

т. е. количество потерянной воды за определенный промежуток времени (n) равно количеству воды в опытном побеге в начале опыта (a) минус количество воды в конце опыта (a_1).

В свою очередь количество воды в опытном побеге в начале и в конце опыта вычисляется общепринятым способом в процентах на единицу сухого веса, а именно:

$$a = \frac{m - P}{P} \text{ и } a_1 = \frac{m_1 - P}{P},$$

где m — сырой вес побега в начале опыта, в г,

m_1 — сырой вес побега в конце опыта, в г,

P — абсолютно сухой вес побега, в г,

X — количество компенсированной воды, в г, равно:

$$X = a_2 - a_1,$$

где a_2 — количество влаги в побеге в конце опыта в природе в процентах на единицу сухого веса побега.

Таблица 10.

Компенсация транспирационных потерь побегами за холодный период 1958/59 г.
в условиях Ереванского бот. сада

Порода	Компенсация транспирационных потерь, в % от общей потери воды					
	м е с я ц ы					
	XI	XII	I	II	III	IV
Орех грецкий	72,01	77,36	104,91	83,58	111,86	167,53
Иудино дерево	104,44	97,87	92,68	84,61	105,26	122,45
Орех черный	90,00	77,77	108,57	124,49	90,14	103,39
Тополь закавказский	84,88	97,45	73,13	10,52	57,85	76,62
Платан пальчатоллиственный	109,67	80,6	108,89	35,62	95,45	125,92
Клен высокогорный	119,56	101,92	100,00	25,8	91,66	108,32
Секурина ветвистая	106,81	62,16	38,23	0	0	109,09
Клен сахарный	129,00	64,91	83,72	91,17	69,32	126,98
Лох узколистный	105,77	103,63	121,57	68,96	135,13	109,67
Ясень пенсильванский	96,55	105,13	97,56	61,54	136,66	133,33

$$a_2 = \frac{m_2 - P_1}{P_1},$$

где m_2 — сырой вес побега в природе в конце опыта; P_1 — абсолютный сухой вес побега, взятого в конце опыта.

Данные, полученные таким путем для всех исследуемых пород, сведены в табл. 10. В результате анализа полученных данных выяснилось, что побеги древесных пород в той или иной степени компенсируют транспирационные потери в течение осенне-зимне-весеннего периода. В феврале компенсация сильно замедляется у ореха грецкого, иудина дерева, платана пальчатоллистного, лоха узколистного. Некоторые из них — туранга, клен высокогорный, секуринега ветвеветная, тюльпанное дерево, леспедеца двцветная, ольха серая — компенсацию прекращают. Одновременное понижение влажности однолетних побегов в это время есть прямой результат возмещения транспирационных потерь.

Иудино дерево, платан пальчатоллистный и клен высокогорный в феврале испаряли воду почти с одинаковой интенсивностью, однако способность компенсировать эти потери у них весьма различная.

Порода	Интенсивность транспирации в г/10 г за 30 суток	Процент компенсации транспирационных потерь от общей потери
Иудино дерево	3,57	84,61
Платан пальчатоллистный	3,33	65,62
Клен высокогорный	3,03	25,80

Пример клена высокогорного говорит о том, что он находится в условиях, не допускающих компенсации. Следовательно, причина его гибели в условиях Ереванского сада заключается в обезвоживании побегов. Побег транспирирует в условиях низких температур, когда передвижение воды сильно затруднено и, не имея пополнения потерь воды, иссушается.

По этому поводу П. Б. Раскатов пишет: „...В условиях мягких зим определяющим элементом водного режима является способность организма перемещать запасы в транспирирующие элементы. В условиях суровых зим, когда эти перемещения или прекращены или сильно затруднены, чрезвычайно важными становятся абсолютные размеры потерь влаги“ (стр. 64).

Весьма интересны наши наблюдения в отношении секуринеги ветвеветной, концы вегетативных годичных побегов которой в условиях Ереванского сада ежегодно гибнут. У нее лишь изредка годичный побег гибнет полностью, обычно же иссушается верхушка длиной 10, 15, 20, 25 см, что внешне легко обнаружить: живая часть имеет красноватую окраску, а неживая верхушка побега — белую. В этом случае вода под действием низких температур не может под-

няться до конца побега, который, продолжая транспирировать, высыхает.

Процент компенсации транспирационных потерь побегов секуринеги в ноябре составлял 106,81% (табл. 10), в декабре — 62,16%, в январе — 38,23%, в феврале и марте компенсация полностью прекращается, в апреле равна 109,09%. С таким крайне резким сокращением компенсационной способности мы встречаемся у тополя закавказского, платана пальчатолистного, клена высокогорного — в феврале.

В условиях Кироваканского сада подопытные породы обладают повышенной способностью компенсировать потери. Например, в феврале процент компенсации составлял:

Порода	В Ереване	В Кировакане
Орех грецкий	83,58	251,07
Орех черный	124,49	208,33
Лох узколистный	68,96	213,40

В Кироваканском саду у леспедецы двуцветной процент компенсации доходит до нуля, у тюльпанного дерева и ольхи сильно снижается.

Итак, полученные данные показывают, что одногодичные побеги туранги, клена высокогорного, секуринеги, платана пальчатолистного в Ереванском саду и леспедецы двуцветной, ольхи серой, тюльпанного дерева — в Кироваканском саду теряют способность компенсировать транспирационные потери и иссушаются, а в суровые зимы иссушаются 2—3-летние ветви и растения гибнут даже до корневой шейки. Это иссушение происходит в феврале, когда указанные породы по сравнению с контролем (ясенем пенсильванским) снижают компенсацию в 2—3 раза.

Минимальный процент компенсации транспирационных потерь от общей потери за весь холодный период у ясеня пенсильванского составлял 61,54%. Следует отметить, что к весне у всех исследуемых пород величина компенсации транспирационных потерь увеличивается.

Говоря о сравнительной компенсации транспирационных потерь, следует отметить, что за наблюдаемый период наибольшая компенсация отмечалась у ореха грецкого в обоих пунктах, различных по экологическим условиям (Кировакан, Ереван).

При сопоставлении пород по интенсивности транспирации, содержанию воды и компенсационной способности за холодный период получаем следующее: с уменьшением водоудерживающей способности интенсивность транспирации возрастает, содержание воды снижается и возникает опасность иссушения. Те породы, которые способны компенсировать потери воды за счет притока из других, более обеспеченных водой, частей растения или из почвы или из воздуха — благополучно пе-

резимовывают. Породы, которые не способны пополнить потери и поднять воду наверх при низких температурах — иссушаются.

Для наглядности приводим рисунки 1 и 2, где кривые компенсации транспирационных потерь имеют совершенно различный ход.

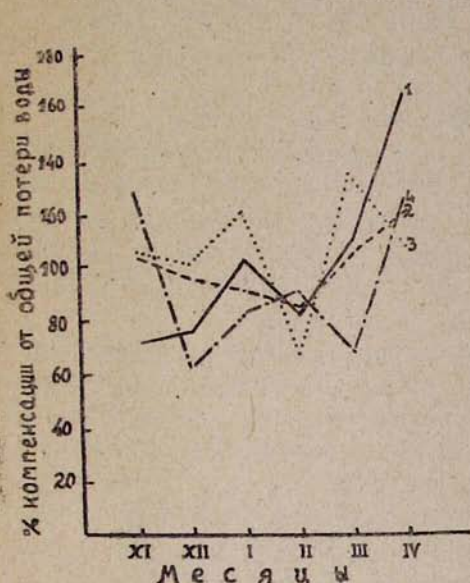


Рис. 1. Компенсация транспирационных потерь побегами за холодный период 1958—1959 г. в Ереванском ботаническом саду. 1 — орех грецкий, 2 — иудино дерево, 3 — лох узколистный, 4 — клен сахарный.

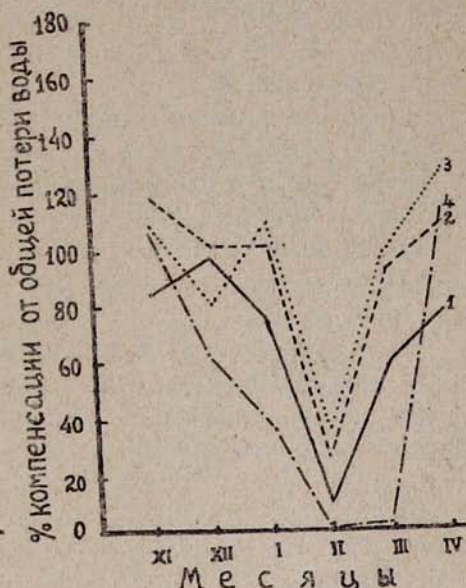


Рис. 2. Компенсация транспирационных потерь побегами за холодный период 1958—1959 г. в Ереванском ботаническом саду. 1 — тополь закавказский, 2 — клен высокогорный, 3 — платан пальчатолостный, 4 — секуринега ветвистая.

На рисунке 1 мы видим наличие в той или иной степени пополнения потерь за весь холодный период, что говорит о невозможности гибели однолетних побегов этих пород от зимнего усыхания.

Кривая компенсации на рисунке 2 указывает на условия, недопускающие компенсацию транспирационных потерь, что наблюдается у туранги, клена высокогорного, секуринеги ветвистой, платана пальчатолостного. Эти виды обнаруживают иссушение, что в свою очередь свидетельствует о связи иссушения с отсутствием или недостатком компенсации транспирационных потерь.

Все это позволяет сделать заключение о том, что в зимний период в условиях Ереванского и Кироваканского ботанических садов не исключена гибель древесных и кустарниковых растений от зимнего иссушения. Анализируя полученные данные, мы видим, какую огромную роль играет характер водообмена у древесных пород в зимнее время для их способности переносить понижение температуры. Потеря компенсационной способности побегами зимой представляет собой обострение противоречия между расходом и поглощением воды.

В ы в о д ы

1. Исследуемые породы за холодный период (с октября по апрель) теряют большое количество воды: орех грецкий — 50,37%, клен сахарный — 50,91%, тополь закавказский — 41,33%, платан пальчатолостный — 41,13% и т. д., тогда как контроль (ясень пенсильванский) теряет только 28,56%.

2. Большое значение имеет колебание водоудерживающей способности за холодный период. Большая разница между максимумом и минимумом водоудерживающей силы губительна для древесных пород. Например, амплитуда колебания водоудерживающей силы у туранги составляет 30,22%, что на 20,7% больше, чем у контроля, который не страдает в зимний период. Для таких пород особенно необходим подзимний полив.

3. В феврале у всех исследуемых пород значительно увеличивается водоудерживающая способность годичных побегов, за исключением пород, обладающих неглубоким покоем. В условиях Кирово-канского сада водоудерживающая способность побегов в зимний период выше, чем в условиях Ереванского сада.

4. Весной, с выходом исследуемых пород из состояния покоя, отмечается падение водоудерживающей способности побегов: в это время наиболее губительно сказывается резкое снижение содержания воды в годичных побегах: например, лох узколистный, снижает влажность до 22,67%, что в два раза меньше январской влажности. В это время необходимо произвести полив.

5. Одной величиной интенсивности транспирации нельзя объяснить гибель однолетних побегов в зимний период.

6. У контроля (ясеня пенсильванского) с октября, т. е. с похолоданием, происходит снижение содержания воды в годичных побегах, и минимум влажности наблюдается в феврале — 32,17%, после чего следует увеличение содержания воды, которое в марте составляет 42,05, а в апреле — 48,34%. С такой динамикой содержания воды в зимний период мы не встречаемся ни у одной из исследованных пород, побеги которых в основном имеют ступенчатый ход изменения влажности, что надо считать ненормальным.

7. Однолетние побеги исследуемых пород в той или иной степени компенсируют транспирационные потери в течение холодного периода. В феврале компенсация транспирационных потерь сильно ослабляется, а у некоторых пород даже прекращается.

8. Компенсация транспирационных потерь и иссушение однолетних побегов находятся в причинной зависимости.

9. В феврале, в условиях Ереванского ботанического сада, годичные побеги тополя закавказского, клена высокогорного, секурии ветвистой, платана пальчатолостного, а в условиях Кирово-канского сада — ольхи серой, леспедецы двуцветной, тюльпанного дерева, теряя компенсационную способность, иссушаются. В суровые зимы,

когда низкие температуры держатся значительно дольше, у этих пород иссушаются 2—3-летние ветви, растения иногда гибнут до корневой шейки.

10. Нарушение корреляции между поступлением и отдачей воды в зимний период — одна из основных причин иссушения однолетних побегов.

Ն. Հ. ՊԱՊԻԿՅԱՆ

ԵԱՌԱՏՅՈՒԿՆԵՐԻ ՄԻԱՄՅԱ ՃՅՈՒՂՆԵՐԻ ՏՐԱՆՍՊԻՐԱՑԻՈՆ ԿՈՐՌԵԼԱՏԵՐԻ ԿՈՐՊԵՆՍԱՑԻԱՅԻ ԵՎ ՉՈՐԱՅՄԱՆ ՄԱՍԻՆՆԵՐԻ ԱՇԽԱՏՈՒՄ, ՋՄՈՒՆԵՐ ԵՎ ԳԱՐՆԱՆԸ

Ա մ փ փ ու մ

Երևանի և Կիրովականի բուսաբանական այգիներում աճող մի քանի ծառա-թփային տեսակների չորացման պատճառները և հալո բերելու նպատակով, մենք ուսումնասիրեցինք նրանց ջրային ռեժիմը՝ Որոշվել են տրանսպիրացիոն կորուստների կոմպենսացիան, 1958—1959 թթ. ցուրտ ամիսներին (հոկտեմբերից մինչև ապրիլ ներառյալ)։ Հաշվումները կատարվել են մեր

կողմից մշակված հետևյալ ֆորմուլայով՝ $K = \frac{x}{n} \cdot 100$, որտեղ — K տրանսպիրացիոն կորուստների կոմպենսացիայի տոկոսն է՝ հաշված ջրի ընդհանուր տոկոսից։ X — կոմպենսացված ջրի քանակն է դրամներով որոշակի ժամանակաշրջանում։ n — կորցրած ջրի քանակն է նույն ժամանակաշրջանում արտահայտված տոկոսներով՝ հաշված ճյուղի չոր քաշից։

Մեր ուսումնասիրությունները հիմք են տալիս եզրակացնելու, որ Երևանի և Կիրովականի բուսաբանական այգիների պայմաններում ծառա-թփային տեսակների չորացումը հետևանք է ձմեռային չոր պայմանների։ Ստացված տվյալների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ մեծ դեր է խաղում տարվա ցուրտ եղանակներին ուսումնասիրվող տեսակների ջրափոխանակության պրոցեսը և ցածր ջերմաստիճանի նկատմամբ նրանց ունեցած դիմացկունությունը։

Ուսումնասիրված տեսակները կորցնում են մեծ քանակությամբ ջուր, այսպես, օրինակ, բնկուզենին $50,37\%$, շաքարի թղիին $50,91\%$, անդրկովկասյան բարդենին $41,33\%$, մատնատերև սոսին $41,13\%$, մինչդեռ կոնտրոլը (պենսիլվանյան հացենին) կորցնում է միայն $28,56\%$ ջուր։ Զուր պահելու ունակության մեծ տատանումները կործանարար ազդեցություն են թողնում ծառերի վրա։ Այսպես, օրինակ, Երևանի բուսաբանական այգում ձմեռային չորացման ենթարկվող անդրկովկասյան բարդենու մոտ այն կազմում է $30,32\%$ ։

Փետրվար ամսին զգալի չափով մեծանում է միամյա ճյուղերի ջուր պահելու ունակությունը, բացառությամբ ոչ խոր «հանգստի» շրջան ունեցող ծառատեսակների։

Վաղ դարնանը փշատենու մոտ ուժեղանում է ջրային ռեֆիցիտը և միամյա ճյուղերում ջրի տոկոսը իջնում է $22,67\%$ ։

Ուսումնասիրված տեսակները, մեր դիտողությունների ընթացքում, ցուցաբերում են միամյա ճյուղերի ջրապարտնակության աստիճանական անկում։ Փետրվար ամսին խիստ ընկնում է տրանսպիրացիոն կորուստների կոմպեն-

պացիան, իսկ որոշ տեսակների մոտ, վերջինս նույնիսկ դադարում է: Այդ ժամանակաշրջանում Երևանի բուսաբանական այգու պայմաններում անդորր-կովկասյան բարդենու, բարձրալեռնային թխկենու, սեկուրինեզայի, մատնա-տերև սոսիի և Կիրովականի բուսաբանական այգու պայմաններում՝ արհնե-լաստենու, երկծաղկանի լեսպեդեցիայի, վարդկակաչի ծառի միամյա ճյուղերը կորցնելով կոմպենսացիոն ընդունակությունը չորանում են:

Ծառերի միամյա ճյուղերի չորացման հիմնական պատճառներից մեկը, դա ձմեռան ընթացքում ստացված և գոլորշիացված ջրի կորեւացիայի խախտումն է:

Л И Т Е Р А Т У Р А

- Васильев И. М. Зимовка растений. Тр. Ин-та физиологии растений им. К. А. Тимирязева АН СССР, т. II, М., 1956.
- Вольф Э. Л. Наблюдения над морозостойкостью древесных растений. Тр. Бюро по прикладной ботанике, т. 10, № 2, 1917.
- Генкель П. А. Значение состояния покоя в жизни растительных организмов. Тр. объедин. научн. сессии, т. I, отд. биол. наук АН СССР, отд. земледелия ВАСХНИЛ, Молд. фил. АН СССР, Кишинев, 1959.
- Гирник Д. В. Водный режим древесных пород зимой и зимняя засуха. Тр. Ин-та леса, т. 27, Изд. АН СССР, 1955.
- Гордягин А. Я. К вопросу о зимнем испарении некоторых древесных пород. Тр. Казанск. об-ва естествоиспыт., т. 50, в. V, 1925.
- Гурский А. В. Основные итоги интродукции древесных растений в СССР. Бот. ин-т АН СССР, Изд. АН СССР, Москва, 1957.
- Иванов Л. А. О водном режиме древесных пород зимою. Изв. Лесн. ин-та, вып. 32, Ленинград, 1925.
- Ипекджиян В. М. О зимней транспирации побегов молодых дубков в связи с их зимостойкостью. Физ. раст., т. 2, вып. 4, 1955.
- Казарян В. О. Физиологические основы онтогенеза растений. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1959.
- Карафа-Корбут И. Г. К вопросу суховершинности богарных лесонасаждений в Северной Киргизии. «Изв. АН Кирг. ССР», серия биол. наук, т. 1, вып. 3, 1959.
- Малашкина Н. С. Анатомо-морфологическое исследование суховершинности дуба летнего (*Quercus gubur* L.) в условиях Камышина. Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы. Отд. биол., т. XIII (3), 1958.
- Михин С. Д. О зимней засухе у древесных пород, Тр. Сибирск. ин-та с.-х. и лесоводства, т. 10, вып. I, 1928.
- Образцова В. И. Зимняя транспирация деревьев и кустарников в условиях степной зоны Украины. Физ. раст., т. 3, вып. 5, 1956.
- Озол А. М. Зимостойкость и некоторые другие эколого-физиологические свойства видов. Тр. лаб. эволюц. экологии им. Б. А. Келлера. Сб.: «Растение и среда», т. II. Изд. АН СССР, 1950.
- Остапович М. Ф. Содержание воды и водный дефицит в побегах древесных растений зимой в Памирском бот. саду. Сообщ. Таджикск. фил. АН СССР, вып. 7, 1948.
- Остапович Л. Ф. Транспирация влаги побегами лиственных пород в осенний, зимний и весенний периоды. Сообщ. Тадж. фил. АН СССР, вып. 14, 1949.
- Проценко Д. Ф. Морозостойкость плодовых культур СССР. Изд. Киевск. гос. ун-та, 1958.
- Рязанцев А. В. Зимняя транспирация древесных пород и ее значение для их географического распространения. «Изв. Пермского биол. н.-и. ин-та», т. 9, 1934.

- Рязанцев А. В. К вопросу о передвижении транспирационного тока в ветвях древесных пород зимой. Сб. и.-и. работ Пермск. с.-х. ин-та, 6, 193, 9(а).
- Рязанцев А. В. Сезонные изменения водного дефицита в ветвях древесных пород. Тр. Пермск. с.-х. ин-та, т. VII, вып. 4, 1939.
- Рязанцев А. В. Влияние температуры на передвижение транспирационного тока у древесных пород. Тр. Молотовск. с.-х. ин-та, т. 9, 1945.
- Рязанцев А. В. Влияние содержания воды на транспирацию ветвей древесных пород в зимующем состоянии. Тр. Молд. с.-х. ин-та, т. X, 1946 (б).
- Рязанцев А. В. Вопросы водного режима древесных пород. Автореферат диссерт. на соискан. уч. ст. доктора биол. наук, 1950.
- Соколова Н. Ф. Зимостойкость маслины в условиях южн. берега Крыма в связи с водным балансом (зими. засух). Тр. Гос. Никит. бот. сада, т. 21, вып. 1, Ялта, 1935.
- Туманов И. И. О физиологических основах зимостойкости растений, «Вестник АН СССР», № 5, 1955.