

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. Ф. МОРОЗОВ

**ОСОБЕННОСТИ ВОДНОГО И УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНОВ  
СОСНЫ КРЫМСКОЙ И ОБЫКНОВЕННОЙ  
НА НИЖНЕДНЕПРОВСКИХ ПЕСКАХ**

(Представлено академиком А. И. Опариним 7 III 1953)

Одним из важнейших условий существования растений является нормально протекающий у них водообмен, т. е. согласованность поступления и испарения воды. В засушливых местообитаниях у растений образуется диспропорция между приходом и расходом воды: с одной стороны обедняется влагой почва и сокращается движение в ней воды, а с другой — прогрессирует испарение транспирационной поверхностью. Одним из путей преодоления этих неблагоприятных условий является развитие растением мощной корневой системы глубинного типа. В сущности многие ксерофиты обладают энергичным водообменом, благодаря лучшему водоснабжению от хорошо развитой глубокой корневой системы. На эту их особенность указывали Н. А. Максимов (1), П. А. Генкель (2, 3) и ряд других авторов.

В опытах, например, Н. А. Борисюка (4), в условиях лесостепи, правда, методически несколько несовершенных, относительная транспирация и быстрота расходования воды рядом сортов яблони, привитых на дусене, оказались меньше, чем у совокупности сортов, привитых на дичке — лесной яблоне. Это, очевидно, является следствием того, что корневая система у дусена (подвоя) менее развита, чем у дикой лесной яблони, да и вообще дусен более карликовое по сравнению с дикой лесной яблоней растение.

Недостаточное водоснабжение и питание растений вызывают у них изменения в течении процессов обмена веществ: депрессию всех важнейших функций листа (5) с преобладанием в дневные часы гидролиза над синтезом. Напротив, благоприятные факторы среды способствуют непрерывному нарастанию в течение дня синтезирующей деятельности.

Сравнительные особенности водного и углеводного обменов сосны крымской и обыкновенной в условиях произрастания на Нижнеднепровских песках нами изучались в 1950—1951 гг. в 14-летних культурах (лесные полосы Украинской опытной станции виноградарства и освоения песков), расположенных по бугристому рельефу. Бугристые глубокие пески — самая тяжелая для облесения территория в составе Нижнеднепровских арен. Эти пески, в отличие от равнинных — менее заросшие, обычно с открытыми высокими буграми. Правда, водный режим сыпучих песков наилучший по сравнению с задернелыми, так что они даже в самый засушливый период обладают усвояемой для растений влагой в корнеобитаемом горизонте. Но бугристые глубокие пески легко развеваются ветром и очень бедны элементами пищи для растений, что лимитирует рост культур и их жизнеспособность.

Пробы, для определения влажности хвои, для учета транспирации и динамики накопления углеводов и азота отбирались в 3-кратной повтор-

ности с 5—6 деревьев. Веточки срезались всегда в средней части кроны, обращенной на север. Транспирация учитывалась весовым методом на срезанных веточках с экспозицией 1—2 мин. Для определения углеводов материал (хвоя) фиксировался на месте сбора паром в закрытом сосуде. Углеводы определялись по методу Бертрана.

Существенных различий в оводненности хвои у сосны крымской и обыкновенной не наблюдается (см. табл. 1). Оводненность однолетней хвои примерно на 10% больше оводненности двухлетней.

Таблица 1

Влажность хвои сосны крымской и обыкновенной в различные часы дня (в % на сырой вес)

Время наблюдений	Крымская сосна			Обыкновен. сосна		
	8—9 ч.	13—14 ч.	18—19 ч.	8—9 ч.	13—14 ч.	18—19
1950 г.						
(хвоя однолетняя)						
8 VIII . . . . .	59,50	58,15	—	62,10	60,10	—
9 VIII . . . . .	—	60,00	—	—	61,30	—
12 VIII . . . . .	60,60	61,10	—	61,20	62,70	—
1951 г.						
(хвоя двухлетняя)						
23 V . . . . .	51,53	49,61	52,17	—	49,93	50,43
16 VI . . . . .	53,54	50,87	51,98	52,95	50,01	50,43
1 VII . . . . .	52,14	52,28	52,81	53,72	52,98	53,70

К полудню содержание воды в хвое падает незначительно как у крымской, так и у обыкновенной сосны. Дневной дефицит ее по отношению к утреннему, либо вечернему содержанию воды, следовательно совсем невысокий, в чем следует видеть характерную особенность сосен и на Нижнеднепровских песках. Видимо, интенсивные потери воды хвоей в полуденное жаркое время, конечно, при невысокой относительной влажности воздуха, покрываются дополнительной подачей воды из запасов ее в древесине ствола, что отмечал А. И. Ахромейко (6) в Бузулукском бору.

Данные об интенсивности транспирации соснами приведены в табл. 2.

Таблица 2

Интенсивность транспирации растениями (на 100 г сырой хвои в мг на 1 минуту)

Время наблюдений	Крымская сосна			Обыкновенная сосна		
	8—9 ч.	13—14 ч.	18—19 ч.	8—9 ч.	13—14 ч.	18—19 ч.
1950 г. (хвоя однолетняя)						
8 VIII . . . . .	—	758	—	—	965	—
9 VIII . . . . .	—	1148	—	—	1750	—
10 VIII . . . . .	308	—	—	618	—	—
12 VIII . . . . .	—	794	—	—	980	—
1951 г. (хвоя двухлетняя)						
18 V . . . . .	1030	1180	500	1220	1390	470
23 V . . . . .	—	770	70	—	730	160
1 VI . . . . .	480	600	360	600	820	500
16 VI . . . . .	300	580	190	540	800	300
1 VII . . . . .	540	210	50	550	430	90

Как видим, дневной ход транспирации характеризуется одновершинной кривой с максимумом в жаркие полуденные и минимумом в утренние и вечерние часы, причем интенсивность транспирации у сосны обыкновенной выше, чем у сосны крымской в среднем в 1,3 раза; это превышение характерно как в утренние, так и в дневные и вечерние часы. Отсюда следует, что у сосны обыкновенной энергичнее водоснабжение, и покрытие интенсивного расхода воды хвоей осуществляется за счет лучшего водоснабжения корневой системой, которая в активной части (корни толщиной менее 2—3 мм) более разветвленная, чем у сосны крымской. Например, для 14-летних деревьев у сосны обыкновенной корней — ответвлений в 1,5—2 раза больше, чем у крымской, на 1 г сырой хвои приходится у первой около 10,2 см тонких корней, а у второй — 5,7 см (см. табл. 3). Однако у сосны обыкновенной почти 90% корней расположены в верхних слоях, до глубины 30 см, а у сосны крымской около третьей части корневой системы располагается на глубине 60—80 см. Верхние же слои песка пересыхают в длительные периоды бездождя, и у них наиболее резко изменчивый водный режим: во время выпадения осадков корни находятся во влажной среде, а в отсутствие их — в сухом песке.

При длительном пребывании молодых корешков в сухом песке они начинают отмирать, что при раскопках и наблюдалось нами во второй половине лета 1950 г. Отмирание корешков влечет за собой ухудшение водоснабжения и питания растений, вследствие чего сосна обыкновенная в засуху начинает страдать: сбрасывает старую хвою, двухлетняя желтеет, а однолетняя меняет интенсивную темнозеленую окраску на более светлую, в конечном же счете растения суховершиняют. Крымская сосна меньше страдает от засухи, поэтому у нее почти не желтеет хвоя, а суховершинность — редкое явление. Недостаточное водоснабжение и питание растений на глубоких однофазных песках нижнего Днепра, обуславливает также своеобразный углеводный и азотный обмен у сосен: у обыкновенной в полуденные часы достаточно четко выражена депрессия синтезирующей активности, чем у крымской, и у обеих характерно весьма незначительное повышение в динамике общего азота. По наблюдениям в довольно засушливое лето 1951 г. дневное содержание углеводов и общего азота в 2-летней хвое крымской и обыкновенной сосны колебалось в следующих размерах (см. табл. 4).

Как видим, в составе углеводов у сосны крымской преобладали сахароза и крахмал как в утренние, так и в полуденные часы; напротив, у сосны обыкновенной доминировали моносахара. Соответственно изменяется и коэффициент синтезирующей активности: в течение дня он выше у сосны крымской. У обыкновенной же в часы напряженного для растений гидротермического режима приземных слоев воздуха преобладает гидролиз над синтезом (см. табл. 5).

Таблица 3

Число корней — ответвлений (толщина < 3 мм) и относительный рост корневой системы у 14-летней сосны крымской и обыкновенной, развивавшихся на бугристых однофазных (без глинистых прослоек) песках

Виды сосен	Горизонтальных корней	Вертикальных корней	Суммарная длина в см	Общий вес сырой хвои в г	Относительн. дл-на на 1 г. сырой хвои
Крымская:					
модель 1 . . .	513	379			
" 2 . . .	556	225			
" 3 . . .	501	—			
" 4 . . .	817	332	16386	2840	5,8
Средн. . .	597	312			
Обыкновенная:					
модель 1 . . .	1117	89			
" 2 . . .	1302	73			
" 13 . . .	1351	—	10030	973	10,3
Средн. . .	1257	80			

Содержание углеводов и общего азота в хвое сосны крымской и обыкновенной (в % на сухой вес)

Продукты обмена	18 V	23 V	1 VI	16 VI	29 VI	30 VI	Средн.	Часы наблюдений
<b>Сосна крымская</b>								
Моносахара . . . . .	2,22	1,86	2,41	2,22	2,56	2,51	2,30	8—9
" . . . . .	1,92	2,06	2,22	2,81	2,96	—	2,27	15—16
" . . . . .	2,17	2,80	1,51	3,00	3,10	—	2,40	18—19
Дисахара и крахмал . .	3,33	4,14	3,94	3,33	3,32	3,41	3,50	8—9
" . . . . .	3,79	3,49	4,38	3,07	2,22	3,70	3,45	15—16
" . . . . .	3,35	2,62	4,65	—	—	—	3,54	18—19
Общий азот . . . . .	0,80	0,86	0,79	0,89	0,96	—	0,86	8—9
" . . . . .	0,67	0,86	0,92	0,88	0,87	—	0,86	15—16
" . . . . .	1,75	0,82	—	0,86	1,03	—	0,90	18—19
<b>Сосна обыкновенная</b>								
Моносахара . . . . .	2,19	3,22	—	2,96	3,62	—	3,00	8—9
" . . . . .	3,17	3,85	—	3,22	3,05	—	3,32	15—16
" . . . . .	2,90	2,25	—	3,22	2,51	—	2,72	18—19
Дисахара и крахмал . .	2,76	2,33	—	3,59	2,34	3,27	2,86	8—9
" . . . . .	1,70	2,68	—	3,03	3,56	—	2,74	15—16
" . . . . .	2,65	3,15	—	3,83	3,60	—	3,30	18—19
Общий азот . . . . .	1,03	0,82	0,92	0,70	—	1,09	0,91	8—9
" . . . . .	0,93	0,99	0,90	1,08	1,05	—	1,00	15—16
" . . . . .	0,98	1,10	1,00	1,19	—	—	1,07	18—19

Тот факт, что энергия синтеза у сосны крымской выше, чем у обыкновенной, говорит за то, что в рассматриваемых условиях в засушливый

Таблица 5

Коэффициент синтезирующей активности у сосен крымской и обыкновенной (по отношению суммы дисахаров и крахмала к моносахарам)\*

Виды сосны	8—9 ч.	15—16 ч.	18—19 ч.
Сосна крымская .	1,50	1,52	1,50
Сосна обыкновенная . . . . .	1,00	0,90	1,38

\* Коэффициент исчислен по данным наличия сахаров в хвое в среднем за период с 18 V по 30 VI.

период водный и питательный режимы складываются менее благоприятно для сосны обыкновенной. Следовательно, при облесении глубоких бугристых песков Нижнеднепровских арен предпочтение следует отдать сосне крымской.

Поступило  
27 IX 1952

## ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Н. А. Максимов, Журн. Русск. бот. об-ва, 1, № 1—2 (1916). <sup>2</sup> П. А. Генкель, Устойчивость растений к засухе и пути ее повышения, М., 1946. <sup>3</sup> П. А. Генкель, Бот. журн., № 5 (1949). <sup>4</sup> Н. А. Борисюк, Тр. Млевской садово-огородной опытно-станции (1931). <sup>5</sup> Н. С. Петин, Журн. общ. биол., 12, 1 (1951). <sup>6</sup> А. И. Ахромейко, Бузулукский бор, 3, Физиологическое обоснование разведения сосны в степях, М.—Л., 1950.