

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

И. А. КРУПЕНИКОВ

ЭКОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ „СОЛОНЧАКОВОЙ“ СОСНЫ КАК РЕЗУЛЬТАТ ЕЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ К ЗАСОЛЕНИЮ ПОЧВЫ

(Представлено академиком А. А. Рихтером 21 XII 1946)

Мы уже сообщали ⁽¹⁾ о „солончаковом“ экотипе сосны *Pinus silvestris* L. в островных лесах Северо-Западного Казахстана. Было установлено успешное произрастание этой сосны на засоленных почвах с содержанием Cl' до 0,213%, SO₄'' — 0,606%, Na — 0,419%.

Таблица 1

Общая зольность (в процентах веса от сухого растения) и химический состав золы (в процентах веса золы) сосновой хвои

Наименование образцов	Общая зольность	В процентах от веса золы											
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₄	Cl	Σ
„Солончаковая“ сосна (60—70 лет), Наурзум	4,62	4,28	1,15	0,86	1,52	50,30	8,85	10,44	7,72	3,52	9,12	2,41	100,17
Сосна (60—70 лет) незасоленных песчаных участков, Наурзум	2,28	12,60	11,12	3,11	5,11	36,85	6,12	11,50	4,82	5,42	3,11	0,15	99,91
Сосна (33—107 лет, среднее из 10 анализов), Германия ⁽²⁾	1,46	14,57	4,17	3,56	1,34	38,74	10,16	10,95	4,39	6,31	7,72	—	101,91

В дальнейшем нами были отмечены сосны разного возраста на еще более засоленных почвах.

Создание черт солеустойчивости у сосны является в данном случае следствием эколого-физиологической переработки растений в процессе прогрессивного засоления почв местообитаний сосны. Островные леса Северо-Западного Казахстана расположены в пределах бессточной области, в которой происходит интенсивное континентальное соленакопление.

Для установления причин высокой солеустойчивости рассматриваемого экотипа сосны мы обратились к изучению химического состава золы сосновой хвои. Для сравнения исследовался химический состав золы обычной для Северо-Западного Казахстана сосны, произрастающей на незасоленных песчаных почвах. Все исследования проводились

в Наурзумском бору, самом южном сосновом массиве Северо-Западного Казахстана.

Сосны незасоленных участков по содержанию золы в хвое и по химическому составу этой золы относительно близки к соснам средней полосы, для которых имеются довольно подробные данные (2). „Солончаковая“ сосна в биохимическом отношении обнаруживает черты весьма значительного своеобразия (табл. 1). Ее хвоя, по сравнению с хвоей обычной сосны, имеет в два раза более высокую зольность, характеризуется большим содержанием СаО (50,3% от общего количества золы), количество SO₃, по сравнению с сосной песчаных

Таблица 2

Данные химического анализа водной вытяжки из хвои сосны „солончаковой“ и сосны обыкновенной в процентах от веса сухого растения*

Х в о я	Плотный остаток	Воднорастворимые органические вещества	Щелочность в НСО ₃	Cl'	SO ₄ ''	Ca''	Mg''	Na'	K'
От „солончаковой“ сосны . .	10,12	6,81	1,92	0,115	0,385	0,196	0,24	0,27	0,78
От обыкновенной сосны . . .	5,23	3,97	0,57	0,004	0,071	0,057	0,09	0,04	0,32

* Водные вытяжки производились по методу, указанному М. М. Щукевичем (•).

участков, увеличивается в 3 раза, Cl—в 16 раз. Таким образом, в хвое „солончаковой“ сосны происходит накопление таких минеральных соединений, которые находятся в тканях растений преимущественно в воднорастворимой форме и сообщают клеточному соку более высокое осмотическое давление.

Сравнение количества и состава воднорастворимых веществ в хвое сосны обыкновенной и сосны „солончаковой“ (табл. 2) показывает также ряд своеобразных биохимических особенностей последней. Количество подвижных форм Cl', SO₄'', а также щелочных и щелочноземельных металлов в хвое солончаковой сосны весьма значительно. Однако большое осмотическое давление клеточного сока достигается в данном случае, очевидно, не только за счет большой аккумуляции минеральных веществ, но и, главным образом, в связи с огромным накоплением воднорастворимых органических веществ. Способность к активному накоплению этих последних, очевидно, в значительной мере определяет высокую солеустойчивость рассматриваемого экотипа наурзумской сосны. Таким образом, можно сделать вывод, что, подобно киргизской березе (4) и солончаковому экотипу осины (5), „солончаковая“ сосна в биохимическом отношении несколько приближается к так называемым органо-минеральным солянкам, и, следовательно, пути приспособления к засолению почвы различных древесных пород как лиственных, так и хвойных, носят близкий характер.

Отметим еще следующее обстоятельство: отдельные хвоинки „солончаковых“ сосен отличаются большей толщиной и мясистостью, чем хвоинки обыкновенных сосен. Содержание воды в хвое „солончаковых“ сосен тоже относительно высокое (табл. 3), что в некоторой мере свидетельствует о известной суккулентности хвоинок.

Обращает на себя внимание также и тот факт, что в хвое „солончаковой“ сосны по мере перехода от весны к осени содержание влаги уменьшается медленнее, чем в хвое сосны обыкновенной; если весной

влажность хвои „солончаковой“ сосны была выше влажности хвои сосны обыкновенной на 7⁰/₀, то к концу августа эта разница возростала до 10,2⁰/₀. Аналогичная особенность была нами отмечена по отношению к эндемичной для Северо-Западного Казахстана высоко солеустойчивой киргизской березы *Betula kirghisorum* Saw-Ryczg (*). Таким образом, и эта биохимическая особенность растения, находящегося на пути к „галофитизации“, является общей как для лиственных, так и для хвойных деревьев.

Сравнительная эколого-биохимическая характеристика обоих экотипов сосны (табл. 4) ярко рисует особенности солончакового экотипа и указывает те пути, по которым идет приспособление растения — в данном случае сосны — к засоленному субстрату. Осмотическое давление клеточного сока хвои „солончаковой“ сосны* более чем в 2 раза превосходит соответствующую величину, полученную для сосны песчаных местообитаний (табл. 4).

У „солончакового“ экотипа сосны пока не обнаружено каких-либо специфических морфологических особенностей. Четко выявляется,

Таблица 3
Влажность двухлетней хвои на соснах 60 лет (в процентах от веса живой хвои)

Дата	„Солончаковая“ сосна	Обыкновенная сосна
20 V 1941 . . .	81,2	74,2
2 VII 1941 . . .	79,3	70,5
26 VIII 1941 . . .	78,7	68,5

Таблица 4
Эколого-биохимические особенности «солончаковой» и обыкновенной сосны в Наурзумском бору (хвоя взята 24 VIII 1942 г.)

Экотип сосны	Растительная ассоциация и почва	Вода в % от веса живой хвои	Процент от веса сухой массы					Осмотическое давление клеточного сока в атмосферах
			в водной вытяжке					
			зола	органические в-ва	щелочность в HCO ₃	Cl'	SO ₄ '	
„Солончаковая“	Солончаковый луг. Почва — перегнойно-карбонатно-солончаковая	77,4	4,75	6,97	1,72	0,121	0,342	11
Обыкновенная	Сосновый лес низкой полноты. Почва боровая, песчаная	68,1	2,41	3,84	0,61	0,005	0,080	5

* Определялось при помощи плазмоллиза раствором KNO₃'".

однако, биохимическая специфичность этого экотипа; у него можно отметить также ряд характерных биологических черт, а именно:

1. Более ярко зеленая, чем у обычной сосны, окраска хвои, что, возможно, связано с более высоким содержанием в хвое Mg, роль которого в образовании хлорофилла общеизвестна.

2. Большая долговечность сосновой хвои. Если средняя продолжительность жизни сосновой хвои считается равной 2—3 годам (5), то у „солончаковой“ сосны в Наурзуме хвоя живет 5—6 лет. Аналогичное явление наблюдалось в Кокчетавских борах Северного Казахстана в условиях резко-континентального сухого климата, а также на крайнем севере и высоко в горах (7). В общем, повидимому, можно считать, что крайние условия существования удлиняют продолжительность жизни хвои у сосны.

Все эти особенности присущи исключительно соснам, приуроченным к засоленным почвам. Сосны незасоленных участков Наурзумского бора и других островных лесов характеризуются значительно меньшей солеустойчивостью. В 1938 г. летом было очень много осадков (в июне — августе 199,1 мм), и солончаки-соры усиленно промывались, за счет чего происходило засоление отдельных до того времени незасоленных участков, расположенных по окраинам соров и в некоторых случаях занятых насаждениями сосны. Сосны 60—80 лет, а также и более молодые начали усиленно хлорозировать, в отдельных же случаях имело место полное усыхание взрослых деревьев. Под одним таким деревом, после того как оно почти полностью усохло, был заложен почвенный разрез, слабо минерализованная грунтовая вода была вскрыта на глубине 150 см. Общая минерализованность воды в данном случае оказалась в 4 раза ниже, чем на участке „солончаковых“ сосен у оз. Аутан-тал (1).

Летом 1941 г., которое тоже было относительно богато осадками, поверхностные горизонты некоторых солончаков в Наурзумском бору несколько опреснились, и здесь появился обильный самосев сосны (до 24 семян на 1 м²), несмотря на то, что содержание С1' в верхних горизонтах солончаков доходило до 1% от сухой почвы. Можно было наблюдать паразитическое зрелище — молоденькие сосенки рядом с таким „классическим“ галофитом как *Salicornia herbacea* L. *

Такой самосев появлялся исключительно в тех местах, где рядом находились семенники „солончаковых“ сосен. Самосев во многих местах сохранился в течение 1941 и 1942 гг. В 1942 г. на солончаках кое-где тоже появился обильный сосновый самосев; однако посеянные нами в этих условиях семена обыкновенной наурзумской сосны, а также сосен других районов не взошли.

На основании этих данных мы считаем, что высокая солеустойчивость описываемой сосны является наследственной, и мы, следовательно, имеем дело с совершенно новым экотипом сосны, а может быть и новым видом, хотя каких-либо специфических морфологических черт у этой сосны пока и не обнаружено. В. Н. Сукачев (8), говоря о климатических экотипах сосны, отмечает: „Весьма вероятно, что сосна дает также эдафические экотипы. Но они еще не изучены“. Наурзумская „солончаковая“ сосна является ярким примером такого эдафического экотипа.

Наурзумский государственный
заповедник
Казахстан

Поступило
21 XII 1946

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ И. А. Крупеников, ДАН, 41, № 6 (1943). ² E. Ebermauer, Die gesamte Lehre der Waldstreu, 1876. ³ М. М. Шукевич, Тр. Почв. ин-та АН СССР, 19, 2, 50 (1939). ⁴ И. А. Крупеников, ДАН, 47, № 1 (1945). ⁵ Он же, ДАН, 49, № 5 (1945). ⁶ Г. Ф. Морозов, Учение о лесе, 1931. ⁷ М. М. Ильин и П. Н. Овчинников, Природа, № 1—2, 100 (1942). ⁸ В. Н. Сукачев, Дендрология с основами лесной геоботаники, 1938.

* По вопросу о появлении и развитии соснового самосева на солончаках нами собран большой материал, который здесь используется лишь в небольшой мере.